

Eixo Temático ET-05-007 - Recursos Hídricos

AJUSTE MENSAL DA EQUAÇÃO DE HARGREAVES-SAMANI PARA O MUNICÍPIO DE IGUATU/CE

Gilbenes Bezerra Rosal¹, Eugenio Paceli de Miranda², Rayane de Moraes Furtado¹,
Tatiana Belo de Sousa Custódio¹, Cristian de França Santos¹

¹Graduando do Curso Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, campus Iguatu-Ceará.
Email: gilbenesbezerrarosal@gmail.com

²Prof. Doutor IFCE, Iguatu - Ceará, Email: eu.paceli@yahoo.com.br.

RESUMO

A determinação da evapotranspiração é um componente fundamental para o balanço hídrico e para o manejo da irrigação o que garante o uso racional de água e energia. O objetivo desse estudo é fazer uma avaliação mensal da evapotranspiração de referência diária usando o método de Hargreaves-Samani, comparando com a equação de Penman-Monteith FAO-56 para o município de Iguatu-Ceará e parametrizar os coeficientes de ajustes mensais ($\alpha = 0,0023$ e $\beta = 0,5$, valores originais) para aumentar o desempenho do método. Para avaliar o desempenho antes e após a parametrização foram usados o índice de concordância de Camargo e Sentelha (c), o Erro Padrão de Estimativa (EPE) e o Erro Absoluto Médio (EAM). Foram coletados dados diários da temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin), umidade relativa máxima (URmax), umidade relativa mínima (URmin), velocidade do vento (vv) e insolação (n). Na comparação mensal da equação original de Hargreaves-Samani com a equação de Penman-Monteith, o melhor desempenho foi para o mês de fevereiro, cujo índice de concordância foi de 0,7496, classificado como mediano. Com a parametrização, o melhor desempenho foi para o mês de janeiro, com um índice de concordância de 0,8779, classificado como muito bom. Observou-se também uma melhora nos EPE e EAM.

Palavras-chave: Balanço hídrico; Manejo de irrigação; Penman-Monteith.

ABSTRACT

The determination of evapotranspiration is a fundamental component for water balance and for irrigation management, which guarantees the rational use of water and energy. The objective of this study is to make a monthly evaluation of the daily reference evapotranspiration using the Hargreaves-Samani method, buying with the Penman-Monteith FAO-56 equation for the municipality of Iguatu-Ceará and to produce coefficients of monthly adjustments ($\alpha = 0,0023$ e $\beta = 0,5$, original values) to increase the performance of the method. To evaluate performance before and after parameterization were used the Camargo and Sentelha (c), Standard Error of Estimate (EPE) and Mean Absolute Error (EAM) values. Were collected daily data of the maximum temperature (Tmax), minimum temperature (Tmin), maximum relative humidity (URmax), minimum relative humidity (URmin), wind speed (vv) and insolation (n). In the monthly comparison of the Hargreaves-Samani equation with the Penman-Monteith equation, the best performance was for the month of February, whose agreement index was 0.7496, for the month of February, classified as medium. With the adjusted equation, the best performance was for the month of January, with a concordance index of 0.8779, classified as very good. There was also an improvement in EPE and EAM.

Keywords: Water balance; Irrigation management; Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação pode ser feita através da medição direta da umidade do solo e conjuntamente com outros parâmetros físicos do solo e da cultura é possível determinar a lâmina de irrigação. Para isso pode-se utilizar de equipamentos, sondas ou sensores, mas antes é necessário calibrá-los para o solo e para profundidade em que se deseja fazer o manejo da irrigação. Outro procedimento é através da estimativa da quantidade de água consumida pela cultura e perdida pelo processo de evaporação da água pela superfície do solo, que é denominada de evapotranspiração da cultura.

A evapotranspiração de referência foi definida por Thornthwaite em 1948 como a perda de água de uma extensão superfície vegetada, de porte rasteiro, em fase de desenvolvimento ativo e sem limitação hídrica (FRANCISCO et al., 2017).

Bezerra et al. (2014) afirma que a evapotranspiração é um fator preponderante no balanço hídrico, estudos de modelagem, caracterização de riscos climáticos e manejo de irrigação. Sendo um dos principais componentes do ciclo hidrológico (ALENCAR et al., 2011). Para Bezerra et al. (2014) a evapotranspiração pode ser usada para o estabelecimento de um desenvolvimento sustentável na gestão da água. Para Santos et al. (2017) a evapotranspiração é controlada pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo à planta.

O manejo da irrigação, seja por meio do uso da evapotranspiração ou por outro método, leva ao uso racional da água e conseqüentemente também ao uso racional da energia. Coelho (2007) afirma que a energia usada em sistema de irrigação pressurizado pode representar 70% dos custos variáveis. Para Marcusso e Wendland (2010) para uma área de um hectare irrigado o custo com energia elétrica representou 19,7% dos custos totais. Entretanto, durante o dimensionamento de sistema de irrigação a preocupação dos técnicos é quase que exclusivamente hidráulico.

Existem métodos de estimativa da evapotranspiração bastantes simples que requerem apenas dados de temperatura, até métodos mais complexos baseados em modelos físicos, que exigem vários dados de entrada, como o método de Penman-Monteith, considerado como o método padrão pela FAO (CARVALHO; DELGADO, 2016).

Entretanto, o método de Penman-Monteith requer variáveis meteorológicas muitas vezes não disponíveis, motivo pelo qual muitas pesquisas buscam avaliar métodos que utilizam um menor número de parâmetros climáticos e que apresentam um bom desempenho (KALLAL et al., 2017), levando à utilização de equações empíricas, por serem mais viáveis e práticas (SANTIAGO et al., 2017). Ainda segundo Kallal et al. (2017), diferenças de clima e condições atmosféricas de cada região justificam as diferenças nas estimativas de cada método e demandam estudos regionais e sazonais para identificar o método mais adequado às condições locais.

O método de Hargreaves e Samani é sugerido por Allen et al. (1998) como uma opção para estimar a evapotranspiração de referência, precisa apenas de temperatura do ar. Entretanto, muitos trabalhos têm sido realizados propondo ajustes locais para esse método (MEHDIZADEH et al., 2017; COBANER et al., 2017).

Com o objetivo de avaliar o desempenho dos métodos empíricos para estimar a evapotranspiração de referência para Piracicaba, São Paulo, Nascimento et al., (2017) comparando-os ao método padrão de Penman-Monteith, o método de Hargreaves-Samani foi um dos que apresentaram os melhores desempenhos. Vieira et al. (2017) avaliando o desempenho da equação de Hargreaves-Samani em sete municípios do estado do Espírito Santo encontraram desempenho deste ótimo até sofrível.

Para Lima et al. (2017) avaliando os métodos de Hargreaves-Samani, Blaney-Criddle e Radiação solar para Maceió, Alagoas, o método de Hargreaves-Samani foi o que apresentou o pior resultado. O mesmo foi constatado por Andrade Júnior et al. (2017) avaliando os métodos de Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Thornthwaite para o estado do Piauí, esses autores verificaram que o desempenho do método de Hargreaves-Samani foi classificado de “mau” a

“péssimo”. Resultados semelhantes foram encontrados por Alencar et al. (2011) para três municípios de Minas Gerais e por Santos et al. (2017).

Vários trabalhos têm sido realizados com o intuito de fazer um ajuste local para equação de Hargreaves-Samani (BORGES JÚNIOR, 2017; BUCIO et al., 2014; COBANER et al., 2016; FENG et al.; 2017; ISSAKA et al., 2017; JERSZURKI e SOUZA, 2013; MACÊDO et al., 2017; MEHDIZADEH et al.; 2017). Macêdo et al. (2017) verificaram que o ajuste dos parâmetros da equação de Hargreaves-Samani proporcionou melhores resultados que o modelo original, que antes foi considerado inadequado para o local de estudo.

OBJETIVO

O objetivo desse estudo é fazer uma avaliação mensal da evapotranspiração de referência diária usando o método de Hargreaves-Samani, comparando com a equação de Penman-Monteith FAO-56 para o município de Iguatu-Ceará e parametrizar mensalmente os coeficientes da equação de Hargreaves-Samani ($\alpha = 0,0023$ e $\beta = 0,5$, valores originais).

METODOLOGIA

O ajuste da equação de Hargreaves-Samani foi feito para o município de Iguatu/CE, localizado a uma latitude de 06° 21' 34" S e a uma longitude de 39° 17' 55" O. A pluviosidade no município é de 1.079 mm anuais, com chuvas concentradas de janeiro a maio. Com temperaturas que variam, conforme a época do ano e local, de mínimas de aproximadamente 20°C até máximas de 35°C. As médias térmicas mensais, no entanto, giram entre 25 °C e 29 °C.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o município apresenta clima BSw'h' (semiárido quente).

Os dados meteorológicos diários foram obtidos junto ao portal do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para: temperatura máxima (T_{máx}), temperatura mínima (T_{min}), umidade relativa máxima (UR_{max}), umidade relativa mínima (UR_{min}), velocidade do vento (vv), insolação (n).

A avaliação do desempenho da equação foi feito com o método da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith FAO-56, considerada como método padrão (Equação 1).

$$ET_{oPM} = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T_{med} + 273} \cdot v_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot v_2)} \quad (1)$$

Em que: ET_{oPM} – evapotranspiração de referência Penman-Monteith (mm dia⁻¹); Δ – declividade da curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹); R_n – radiação líquida (MJ m⁻² dia⁻¹); G – densidade do fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹); γ – constante psicrométrica (kPa °C⁻¹); T_{med} – temperatura média diária do ar (°C); v_2 – velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s⁻¹); e_a – pressão parcial de vapor (kPa); e_s – pressão de saturação de vapor (kPa).

A análise dos dados foi feita através do índice de concordância de Camargo e Sentelha (Equação 2).

$$c = d \cdot r \quad (2)$$

Em que: c – índice de concordância de Camargo e Sentelha (adimensional); d – índice de Willmott (adimensional) e r – coeficiente de correlação de Pearson (adimensional).

A determinação do índice de Willmott (d) foi feita através da Equação 3.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (3)e$$

Em que: P_i - i-ssímo valor do método a ser ajustado; O_i - i-ssímo valor do método padrão; O - valor médio do método padrão.

A classificação do desempenho do índice de concordância de Camargo e Sentelha (c) é feita de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de classificação do índice de desempenho (c).

Índice de desempenho (c)	Classificação
>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	Mal
<= 0,40	Péssimo

Os índices do Erro Padrão de Estimativa (EPE) e o Erro Absoluto Médio (EAM) são mostrados, respectivamente, nas equações 4 e 5.

$$EPE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (4)$$

EPE – erro padrão de estimativa (mm dia^{-1}); O_i – estimativa do método padrão (mm dia^{-1}); P_i – estimativa do método avaliado (mm dia^{-1}); n – número de observações.

$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{n} \quad (5)$$

EAM – erro absoluto médio (mm dia^{-1}); O_i – estimativa do método padrão (mm dia^{-1}); P_i – estimativa do método avaliado (mm dia^{-1}); n – número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de concordância “c” antes e após a parametrização para cada mês são apresentados na Tabela 2.

É possível observar que a parametrização melhorou o coeficiente de desempenho “c” em oito dos doze meses, em quatro meses piorou, maio, julho, setembro e outubro. Entretanto, nos meses de maio, julho e setembro as diferenças entre a EToPM e EToHS mensal, caíram de 19%; 28,7% e 31,4% para 0,13%; 3,7% e 0,07%, respectivamente, indicado que a parametrização aproximou os dados entre o método de Penman-Monteith e Hargreaves-Samani, apesar do índice de concordância “c” afirmar o contrário.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do Erro Padrão Estatístico (EPE) e do Erro Absoluto Médio (EAM) antes e após a parametrização.

Para o erro padrão estatístico (EPE) a parametrização melhorou o desempenho do método de Hargreaves-Samani para onze meses, exceto para o mês de outubro. Para o erro absoluto médio (EAM), o desempenho do método após a parametrização melhorou em dez meses, exceto para os meses de fevereiro e outubro.

Tabela 2. Índices de concordância mensal “c” para a equação original de Hargreaves-Samani e parametrizada.

Meses	Antes da parametrização		Após a parametrização	
	Índice “c”	Classificação	Índice “c”	Classificação
Janeiro	0,6173	Mediano	0,8960	Ótimo
Fevereiro	0,7496	Bom	0,8450	Muito bom
Março	0,5423	Sufrível	0,7350	Bom
Abril	0,7679	Muito bom	0,8779	Ótimo
Maió	0,3722	Péssimo	0,1869	Péssimo
Junho	0,4713	Mau	0,7818	Muito bom
Julho	0,3323	Péssimo	0,2128	Péssimo
Agosto	0,2480	Péssimo	0,4354	Mau
Setembro	0,2323	Péssimo	0,0557	Péssimo
Outubro	0,5668	Sufrível	0,4171	Mau
Novembro	0,4958	Mau	0,6729	Bom
Dezembro	0,6176	Mediano	0,7796	Muito bom
Média	0,5011		0,5746	

Com relação aos três índices de comparação entre os dois métodos, o mês de outubro foi o único mês em que o desempenho piorou para esses três índices, o que também pode ser explicado pela diferença entre os valores mensais entre os métodos antes e depois da parametrização que aumentou de 14,9% para 23,1%. Verifica-se então, que há discordâncias entre os resultados apresentados pelos três índices para os meses de fevereiro, maio e julho. Oliveira (2016) em um estudo para avaliar diferentes técnicas no estudo de concordância entre métodos verificou que nenhum índice é eficiente para explicar sozinho a comparação de desempenho entre esses métodos.

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos coeficientes “ α ” e “ β ” após a parametrização.

Tabela 3. Erro padrão estatístico (EPE) e erro absoluto médio (EAM) para a equação original de Hargreaves-Samani e parametrizada.

Meses	Antes da parametrização		Após a parametrização	
	EPE	EAM	EPE	EAM
Janeiro	2,2665	1,9787	0,9416	0,7525
Fevereiro	0,8413	0,6886	0,6272	5,2414
Março	1,0187	0,8562	0,6035	0,5002
Abril	0,1408	0,4881	0,0456	0,3871
Maió	0,2416	1,0105	0,0764	0,6040
Junho	0,2457	1,1939	0,0834	0,3123
Julho	2,1249	1,9121	0,9226	0,6413
Agosto	2,8835	2,7404	1,1191	0,9597
Setembro	2,7907	2,6121	0,7167	0,5651
Outubro	1,1766	1,0544	1,4920	1,3020
Novembro	1,1334	1,0099	0,4482	0,3493
Dezembro	1,3507	1,1006	0,8859	0,6879

Tabela 4. Coeficientes após a parametrização para a equação de Hargreaves-Samani.

Meses	Coeficientes parametrizados	
	α	β
Janeiro	0,00116	0,90832
Fevereiro	0,00198	0,61975
Março	0,00126	0,85029
Abril	0,00083	0,96569
Maio	0,00650	0,01526
Junho	0,00455	0,31166
Julho	0,01108	0,00709
Agosto	0,01104	0,00000
Setembro	0,01192	0,00000
Outubro	0,00353	0,39272
Novembro	0,00469	0,28108
Dezembro	0,00135	0,79385

CONCLUSÕES

A parametrização mensal mostrou que os coeficientes “ α ” e “ β ” para a equação de Hargreaves-Samani variaram mensalmente para o município de Iguatu-Ceará e melhorou o desempenho desse método.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, L.P.; SADIYAMA, G.C.; WANDERLEY, H.S.; ALMEIDA, T.S.; DELGADO, R.C. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Norte de Minas Gerais. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 5, p. 437-449, 2011.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. Roma, 1998.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SILVA, C.O.; SOUSA, V.F.; RIBEIRO, V.Q. Avaliação de métodos para estimativa da evapotranspiração de referência no estado do Piauí. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p. 193-202, ago 2017.
- BEZERRA, J.M.; MOURA, G.B.A.; SILVA, E.F.F.; LOPES, P.M.O.; SILVA, B.B. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para Mossoró (RN, Brasil). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 211-220, 2014.
- BORGES JÚNIOR, J.C.F.; OLIVEIRA, A.L.M.; ANDRADE, C.L.T.; PINHEIRO, M.A.B. Equação de Hargreaves-Samani calibrada em diferentes bases temporais para Sete Lagoas, MG. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.25, n. 1, p. 38-49, 2017.
- BUCIO, H.A.K.; BÂ, K.M.; HERNÁNDEZ, F.M.; MORÁLEZ, S.S.; LÓPEZ, D.R. Recalibración regional de Hargreaves (HE y Krs) en México. **Revista Ingeniería Agrícola**, v. 4, n. 4, p. 14-18, 2015.
- CARVALHO, R.L.S.; DELGADO, A.R.S. Estimativas da evapotranspiração de referência do município de Ariquemes (RO) utilizando os métodos Penman-Monteith-FAO e Hargreaves-Samani. **Rev. Bras. Agric. Irr.**, v. 10, n. 6, Fortaleza, p. 1038-1048, 2016.
- COBANER, M.; CITAKOGLU, H.; HAKTANIR, T.; KISI, O. Modifying Hargreaves-Samani equation with meteorological variables for estimation of reference evapotranspiration in Turkey. **Hydrology Research**, v. 48, n. 2, p. 480-497, 2016.
- COBANER, M.; CITAKOGLU, T., KISI, O. Modifying Hargreaves-Samani equation with meteorological variables for estimation of reference evapotranspiration in Turkey. **Hydrology Research an International Journal**. V. 48, n. 2.
- COELHO, R.D. Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil. 2007, 205 p. Tese de Livre-Docência. Departamento de Engenharia Rural. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

FENG, Y.; JIA, Y.; CUI, N.; ZHAO, L.; LI, C.; GONG, D. Calibration of Hargreaves model for reference evapotranspiration estimation in Sichuan basins of southwest China. **Agricultural Water Management**, v. 181, p. 1-9, 2017.

FRANCISCO, P. R.M.; MEDEIROS, R. M.; MATOS, R.M.; SANTOS, D.; SABOYA, L.M.F. Evapotranspiração de referência mensal e anual pelo método de Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 13, v. 20, 2017.

HALLAL, M.O.C.; SCHÖFFEL, E.R.; BRIKNER, G.F.; CUNHA, A.R. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Pelotas, Rio Grande do Sul. **Rev. Cien. Agrar.**, v. 60, n. 1, p. 1-10, 2017.

ISSAKA, A.I.; PAK, J.; ABDELLA, K.; POLLANEN, M. Analysis and calibration of empirical relationships for estimating evapotranspiration in Qatar: case study. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 143, n. 2, 2017.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J.L.M. Parametrização das equações de Hargreaves & Samani e Angström-Prentiss para estimativa da radiação solar na região de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. **Ciência Rural**, v. 43, n.3, p. 383-389, 2013.

LIMA, F.G.; SÁ, M.B.; SILVA, J.C.; SILVA, C.B.; SANTOS, D.P.; SANTOS, M.A.L. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Maceió – AL. **Anais IN: IV Inovagri International Meeting, XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III Simpósio Brasileiro de Salinidade**. Fortaleza, 2017.

MACÊDO, K.G.; ARRAES, D.D., LIMA JÚNIOR, J.C.; OLIVEIRA, W.C.; ARAUJO, Y.R. Ajuste dos parâmetros do modelo de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência em escala diária para maceió-AL. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 13, p. 1484-1491, 2017.

MARCUSSO, F.F.N.; WENDLAND, E. Otimização de rede de irrigação de micro aspersão usando algoritmos genéticos sob diferentes declividades e tarifação de água e energia elétrica. **Engenharia na Agricultura**, v. 18, n.1, p. 50-62, 2010.

MEHDIZADEH, S.; SAADATNEJADGHARAHASSANLOU, H.; BEHMANESH, J. Calibration of Hargreaves-Samani and Priestley-Taylor equations in estimating reference evapotranspiration in the Northwest of Iran. **Journal Archives of Agronomy and Soil Science**. V. 63, n. 7, 2017.

NASCIMENTO, J.G.; SOBENKO, L.R.; ELLI, O.A.; SANTOS, L.F.; MARIN, F.R. Comparação do desempenho de métodos indiretos para a estimativa da evapotranspiração de referência em Piracicaba-SP. **Anais IN: IV Inovagri International Meeting, XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III Simpósio Brasileiro de Salinidade**. Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, E.P. Métodos para análise de concordância: estudo de simulação e aplicação a dados de evapotranspiração. 2016, 177 p. Tese de Doutorado em Ciências. Área de concentração: Estatística e Experimentação Agrônoma. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

SANTIAGO, E.J.P.; OLIVEIRA, G.M.; LEITÃO, M.M.V.B.R.; SILVA, R.R.; GONÇALVES, I.S.; SANTOS JÚNIOR, P.P. Ajuste da equação de Makkink para o município de Juazeiro-Bahia. **ANAIS IN: IV Inovagri International Meeting, XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III Simpósio Brasileiro de Salinidade**. Fortaleza, 2017.

SANTOS, R. A.; SANTOS, E.P; SALES, R.A.; SANTOS, R.L. Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Feira de Santana (BA). **Rev. Bras. Agric. Irr.**, v. 11, n. 4, Fortaleza, p. 1617-1626, 2017.

SANTOS, R. A.; SANTOS, E.P; SALES, R.A.; SANTOS, R.L. Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Feira de Santana (BA). **Rev. Bras. Agric. Irr.**, v. 11, n. 4, Fortaleza, p. 1617-1626, 2017.

SANTOS, W. SÁ, M.B; COSTA, L.F.F.; SILVA, J.C.; SILVA, C.B.; SANTOS, M.A.L. Comparação de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Arapiraca-AL. **ANAIS IN: IV Inovagri International Meeting, XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III Simpósio Brasileiro de Salinidade**. Fortaleza, 2017.

VIERIA, G.H.S. PETERLE, G.; LOSS, J.B.; LO MONACO, P.A.V; POLONI, C.M.M. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) no estado do Espírito Santo. **ANAIS IN: IV Inovagri International Meeting, XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III Simpósio Brasileiro de Salinidade.** Fortaleza, 2017.