
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE VALORES ESTIMADOS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO SERTÃO DO CEARÁ

Mairton Gomes da Silva¹, Lucas dos Santos Batista², Francicleiton Freires do Carmo³, Nara Tosta Santos⁴, Itamar de Souza Oliveira⁵

RESUMO

Devido à grande variação nos elementos meteorológicos nas diferentes regiões, provocando, com isso, dispersão nas estimativas dos valores de evapotranspiração de referência (ET_0), torna-se necessária o estudo de funções de distribuições de probabilidade para um correto dimensionamento dos sistemas de irrigação. Diante do contexto, neste trabalho, objetivou-se avaliar o ajuste dos valores de ET_0 mensal utilizando o método FAO-Penman-Monteith, às distribuições de probabilidade: Normal, Log-Normal e Gama para os municípios de Crateús, Quixeramobim e Tauá, no estado do Ceará. Para verificar a aderência das distribuições empíricas à distribuição teórica foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado (χ^2), em nível de 5% de significância. As distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama mostraram-se adequadas para representar a ET_0 nos municípios de Crateús, Quixeramobim e Tauá, em todos os meses do ano, segundo o teste KS. Ressalta-se a fácil aplicação da distribuição Normal, bem como a obtenção de seus parâmetros.

Palavras-chave: distribuições de probabilidade, Penman-Monteith, testes de aderência

ABSTRACT

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF ESTIMATED VALUES FOR REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN THE BACKLANDS OF CEARÁ, BRAZIL

Due to the great variation of the meteorological elements in different regions, thus causing dispersion in the estimates of the values of reference evapotranspiration (ET_0), it is necessary the study functions of probability distributions for the correct dimensioning of irrigation systems. Given the context, this work aimed to evaluate the adjustment of monthly values of ET_0 using the FAO-Penman-Monteith method to the probability distributions: Normal, Log-Normal and Gamma for the municipalities Crateús, Quixeramobim and Tauá in the state of Ceará, Brazil. To verify the adherence of empirical distributions to theoretical distribution the Kolmogorov-Smirnov (KS) and Chi-square (χ^2) tests were used, as the significance level of 5%. The probability distributions Normal, Log-Normal and Gamma showed to be adequate to represent the ET_0 in the municipalities of Crateús, Quixeramobim and Tauá in all months of the year, according to the KS test. It is important to highlight the easy application of the Normal distribution, as well as acquisition of its parameters.

Keywords: probability distributions, Penman-Monteith, adherence tests

Recebido para publicação em 18/08/2013. Aprovado em 09/10/2014.

1 - Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestre em Engenharia Agrícola - UFRB, Cruz das Almas-BA, e-mail: mairtong@hotmail.com

2 - Graduando em Engenharia Agrônômica - UFRB, Cruz das Almas-BA, e-mail: lucasbaptistaufbr@gmail.com

3 - Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestre em Irrigação e Drenagem, Doutorando em Engenharia Agrícola - UFRB, Cruz das Almas-BA, e-mail: cleitontid@hotmail.com

4 - Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola - UFRB, Cruz das Almas-BA, e-mail: narinhatosta@hotmail.com

5 - Graduando em Engenharia Agrônômica - UFRB, Cruz das Almas-BA, e-mail: itamar25souza@gmail.com

INTRODUÇÃO

A grande variabilidade temporal e espacial da distribuição das chuvas, principalmente em regiões áridas e semiáridas, determina altos níveis de risco às atividades agrícolas. Nesse contexto, a irrigação é uma alternativa utilizada para viabilizar e aumentar a produção agrícola em locais que estejam sujeitos a baixos índices pluviométricos (SANTOS *et al.*, 2011).

A evapotranspiração de referência (ET_0) é um parâmetro utilizado para diferentes fins, como nas estimativas dos balanços hídricos agrícolas e na modelagem dos processos climatológicos e hidrológicos, tendo como a finalidade de se obter as estimativas das necessidades de irrigação, previsão de safras, avaliação da disponibilidade dos recursos hídricos e na caracterização climática de uma determinada região.

A probabilidade de ocorrência de valores estimados de evapotranspiração é importante instrumento na tomada de decisões relacionadas às atividades agropecuárias (PRELA-PANTANO *et al.*, 2010). Nos projetos de irrigação, o critério de escolha do nível de probabilidade deve estar baseado em uma análise econômica, considerando-se os prejuízos associados à redução da quantidade e da qualidade da produção, decorrentes da deficiência hídrica, e o aumento de custos do sistema para satisfazer níveis mais elevados de probabilidade (SILVA *et al.*, 1998). O valor de ET_0 com 75% de probabilidade tem sido recomendado para o dimensionamento de projetos de irrigação (BACK, 2007).

O estudo de distribuições de probabilidade de variáveis climáticas ao longo do tempo, como forma de compreender os fenômenos meteorológicos para determinar seus padrões de ocorrência e previsões probabilísticas, permitem ao pesquisador uma previsibilidade razoável do comportamento climático de uma região, sendo este fato, uma ferramenta de grande importância para o planejamento e gestão de diversas atividades agrícolas e humanas (ASSIS *et al.*, 2013).

Trabalhos de ajustes de distribuição de probabilidade usando função de distribuição de probabilidade teóricas em relação às variáveis climáticas, como evapotranspiração (SILVA *et al.*, 1998; SAAD *et al.*, 2002; ABUMANSUR, 2006; BLAIN; BRUNINI, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2009; CAVALCANTE JUNIOR *et al.*, 2009; BACELAR *et al.*, 2011; PEIXOTO *et al.*, 2011a,b; JERSZURKI *et al.*, 2012; VELLAME *et al.*, 2012; ASSIS;

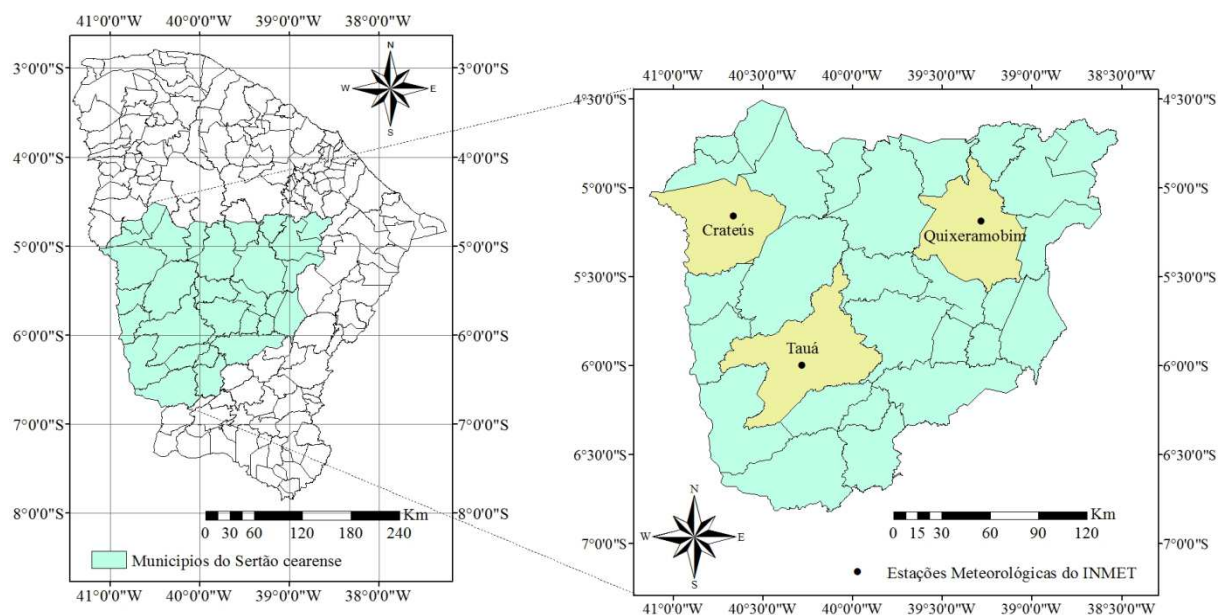
SOUZA, 2013; BORGES JÚNIOR *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013a; ASSIS *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014a,b; SOUZA *et al.*, 2014) foram desenvolvidos enfatizando os benefícios no planejamento de atividades que reduzem prováveis riscos climáticos.

Com o trabalho, objetivou-se verificar o ajuste de valores mensais estimados de evapotranspiração de referência (ET_0) utilizando o método de FAO-Penman-Monteith, as distribuições de probabilidade: Normal, Log-Normal e Gama nos municípios de Crateús, Quixeramobim e Tauá no estado do Ceará, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a partir das médias mensais de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação, oriundos de estações convencionais dos municípios de Crateús (5°10'42" S, 40°40'39" W e altitude de 274,70 m), Quixeramobim (5°11'57" S, 39°17'34" W e altitude de 191,7 m) e Tauá (6°00'11" S, 40°17'34" W e altitude de 402,7 m), compreendendo o período de 1961 a 2011. Os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) (Figura 1).

O município de Crateús está situado a oeste do estado na microrregião geográfica do Sertão de Crateús e pertencente à mesorregião dos Sertões cearenses. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo $Aw^?$, é quente com temperaturas máximas em outubro, temperatura média anual de 26 °C a 28 °C e precipitação média anual de 731,2 mm, concentrada no período de janeiro a abril. O município de Quixeramobim está situado na parte central do estado na microrregião geográfica do Sertão de Quixeramobim e pertencente à mesorregião dos Sertões cearenses. O clima é do tipo tropical quente semiárido, enquadrando-se na classificação climática de Köppen como $BShw^?$. A precipitação pluviométrica média anual é de 707,7 mm e temperatura média anual de 26 °C a 28 °C. O município de Tauá está situado a sudoeste do estado na microrregião geográfica do Sertão dos Inhamuns e pertencente à mesorregião dos Sertões cearenses. Segundo classificação de Köppen, o clima é do tipo $BSw^?h^?$, clima quente e semiárido, com temperatura superior a 18 °C no mês mais frio e precipitação pluviométrica média anual de 550 a 650 mm (SILVA *et al.*, 2013b).



(Fonte: SILVA et al., 2013).

Figura 1. Localização geográfica das estações meteorológicas utilizadas neste estudo, no sertão do estado do Ceará, Brasil.

A evapotranspiração de referência foi estimativa pelo método de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO no seu manual número 56 (ALLEN et al., 1998), Equação 1.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_m + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad (1)$$

em que,

ET_o = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;
 R_n = radiação líquida total do gramado, MJ m⁻² dia⁻¹;
 G = densidade do fluxo de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹;
 T_m = temperatura média diária do ar, °C;
 u_2 = velocidade do vento média diária a 2 m de altura, m s⁻¹;
 e_s = pressão de saturação de vapor, kPa;
 e_a = pressão parcial de vapor, kPa;
 $e_s - e_a$ = déficit de saturação de vapor, kPa;
 Δ = declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T_m , kPa °C⁻¹; e
 γ = coeficiente psicrométrico, kPa °C⁻¹.

A distribuição Normal consiste de uma distribuição de dois parâmetros, que tem sua função densidade de probabilidade da seguinte forma

(CATALUNHA et al., 2002; LYRA et al., 2006; JUNQUEIRA JÚNIOR et al., 2007), Equação 2.

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}; \text{ para } -\infty < x < +\infty \quad (2)$$

em que,

x = valor da variável aleatória;
 μ = média da variável x ; e
 σ = desvio-padrão da variável x .

A função densidade da distribuição Log-Normal a dois parâmetros e a três parâmetros são representadas da seguinte forma (CATALUNHA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2007), Equação 3.

$$F(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\ln[(x-a)-\mu]^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

em que,

x = valor da variável aleatória;
 μ = média dos logaritmos da variável x ;
 σ = desvio-padrão dos logaritmos da variável x ; e
 a = limite inferior da amostra.

O valor de “a” pode ser zero, quando se considera a distribuição Log-Normal a dois parâmetros, ou um valor mínimo da série, quando se considera Log-Normal a três parâmetros. O valor de “b” pode ser o da variável aleatória, quando se considera a probabilidade cumulativa de ocorrência daquele valor (CATALUNHA *et al.*, 2002).

A função densidade de probabilidade da distribuição Gama é definida como (JUNQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2007), Equação 4.

$$F(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}; \text{ para } 0 < x < \infty \quad (4)$$

em que,

x = variável aleatória contínua;

$\Gamma(\alpha)$ = função Gama do parâmetro alfa;

α = parâmetro de forma da variável aleatória x ; e

β = parâmetro de escala da variável aleatória x .

Ao ajustar uma distribuição de probabilidade a um conjunto de dados, assume-se a hipótese de que a distribuição pode representar adequadamente o conjunto de informações (CATALUNHA *et al.*, 2002). Para verificar o ajuste entre as frequências de evapotranspiração de referência (ET_0) mensal observadas e estimadas adotou-se os testes Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado (χ^2), considerando o nível de 5% de significância.

Por meio das funções de distribuição de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama foram geradas os valores máximos esperados de ET_0 para os níveis de probabilidade de ocorrência: 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 e 90%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de distribuição de frequência foi possível utilizar as funções de distribuição de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama para a estimativa de ajuste dos dados de evapotranspiração de referência (ET_0) mensal para o município de Crateús, Ceará. Verifica-se, no Quadro 1, que as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama ajustaram-se aos dados de ET_0 em todos os meses, mediante a aplicação do teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância, mostrando, assim, que essas distribuições podem ser utilizadas sem que haja nenhuma restrição para épocas específicas do ano.

Segundo Assis *et al.* (2013), a distribuição Normal

deve ser o melhor modelo escolhido pela simplicidade, abrangência, parcimônia e aplicabilidade inferencial, permitindo fazer valiosas inferências, no que se referem às estimativas de valores, previsões probabilísticas, norteando assim todas as atividades que dependem desta variável aleatória climática, particularmente as atividades agropecuárias.

Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho foram encontrados por Silva *et al.* (2013a) e Silva *et al.* (2014b) nos municípios de Morada Nova e Campos Sales, no estado do Ceará, e por Santos *et al.* (2014) em Cruz das Almas, Bahia, onde a distribuição Normal ajustou-se aos dados de ET_0 em todos os meses do ano pelo teste KS, em nível de 5% de significância. Nas condições climáticas de Piracicaba, SP, a distribuição Normal também se mostrou apta estatisticamente para representar os dados de ET_0 (SAAD *et al.*, 2002), assim como para a localidade de Pelotas, RS (BACELAR *et al.*, 2011), mediante a aplicação do teste KS em nível de 5% de significância.

Já quanto a distribuição Log-Normal, a mesma se mostrou apta para representar a variabilidade da ET_0 mensal, segundo o teste KS em nível de 5% de significância para a localidade de Iguatu, Ceará (CAVALCANTE JUNIOR *et al.*, 2009).

A distribuição Log-Normal ajustou-se aos dados de ET_0 em todos os meses, mediante a aplicação do teste de aderência Qui-quadrado (χ^2) a 5% de significância e as distribuições Normal e Gama ajustaram-se em dez meses, exceto nos meses de fevereiro e junho, respectivamente.

Corroborando o presente trabalho, a distribuição Normal ajustou-se aos dados de ET_0 mensal, a exceção dos meses de abril e agosto nas condições climáticas de Cruz das Almas, BA (SANTOS *et al.*, 2014) e a exceção dos meses de fevereiro e dezembro em Campos Sales, CE (SILVA *et al.*, 2014b), mediante a aplicação do teste χ^2 a 5% de significância. Já na localidade de Morada Nova, no estado do Ceará, houve ajuste em sete meses do ano de acordo com o teste χ^2 a 5% de significância (SILVA *et al.*, 2013a).

No Quadro 2 são apresentados os valores máximos esperados de ET_0 mensal obtidos pelas distribuições Normal, Log-Normal e Gama com diferentes níveis de probabilidades de ocorrência para a localidade de Crateús, Ceará. Analisando distribuição Normal em nível de 75% de probabilidade, geralmente recomendado para o dimensionamento de projetos de irrigação, verifica-se outubro como mês de pico, é esperado um valor máximo de ET_0 da ordem de 6,73 mm dia⁻¹, ou seja, de cada quatro anos, em três o valor da ET_0 será igual ou menor a 6,73 mm dia⁻¹. Os menores valores de ET_0 concentram-se nos meses de abril e maio, da ordem de 4,05 e 4,08 mm

Quadro 1. Desempenho das distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama aos dados de ET_0 mensal do município de Crateús, segundo os testes Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância

Meses	Normal		Log-Normal		Gama	
	Testes de aderência					
	KS	χ^2	KS	χ^2	KS	χ^2
Janeiro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Fevereiro	AJ	NA	AJ	AJ	AJ	NA
Março	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Abril	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Maió	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Junho	AJ	NA	AJ	AJ	AJ	NA
Julho	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Agosto	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Setembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Outubro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Novembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Dezembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ

Em que: AJ - ajustou; NA - não ajustou a respectiva distribuição de probabilidade

dia⁻¹, respectivamente.

Na prática, é usual utilizar valor médio mensal da evapotranspiração para dimensionamento de sistemas de irrigação, o que conduz ao subdimensionamento dos mesmos, enquanto a adoção do máximo valor diário da evapotranspiração no período de pico acarreta o superdimensionamento (SAAD *et al.*, 2002), sendo as tabelas geradas no presente trabalho com diferentes níveis de probabilidades um subsídio para consulta por técnicos da região, tanto para o dimensionamento de sistemas de irrigação, bem como para o manejo da irrigação.

Com a utilização da distribuição Log-Normal em nível de 75% de probabilidade, em outubro, mês de pico, o valor esperado de ET_0 é aproximadamente igual ao obtido pela distribuição Normal, de 6,72 mm dia⁻¹ e os menores valores de ET_0 também concentrando-se nos meses de abril e maio, de 4,05 e 4,07 mm dia⁻¹, respectivamente. Analisando a distribuição Gama para obtenção dos valores esperados de ET_0 mensal, o valor do mês de pico (outubro) é igual ao obtido pela distribuição Log-Normal, ou seja, de 6,72 mm dia⁻¹ e os menores valores de ET_0 também são observados nos meses de abril e maio, de 4,04 e 4,07 mm dia⁻¹,

respectivamente.

No Quadro 3, assim como ocorreu para o município de Crateús, em Quixeramobim no estado do Ceará, ocorreu ajuste das distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama aos dados de ET_0 em todos os meses do ano, pelo teste de aderência KS a 5% de significância. Resultados similares foram reportados em outros trabalhos, como por Cavalcante Junior *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2014b) para as localidades de Iguatu e Campos Sales, no estado do Ceará, em que a distribuição Gama ajustou-se aos dados de ET_0 em onze meses do ano, segundo o teste KS em nível de 5% de significância. Mediante a comprovação pelo teste KS em nível de 5% de significância, a distribuição Normal mostrou-se apta para representar aos dados de ET_0 mensal para condições climáticas de Mossoró, RN (PEIXOTO *et al.*, 2011a), assim como, para as condições climáticas de Ouricuri, Pernambuco (VELLAME *et al.*, 2012), em que a exceção do mês de maio em todos os demais meses, os dados de ET_0 seguiram a distribuição Normal. Ainda nas condições climáticas de Mossoró, RN, verificou-se que a distribuição Normal foi o

Quadro 2. Valores prováveis de ocorrência de ET_0 mensal, obtidos pelas distribuições Normal, Log-Normal e Gama, para diferentes níveis de probabilidade em Crateús, Ceará

Meses	Níveis de Probabilidades								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
Normal									
Janeiro	4,91	4,98	5,05	5,12	5,20	5,28	5,37	5,48	5,62
Fevereiro	4,66	4,75	4,83	4,91	5,00	5,10	5,21	5,33	5,49
Março	4,04	4,09	4,14	4,20	4,25	4,31	4,38	4,46	4,56
Abril	3,72	3,78	3,84	3,91	3,98	4,05	4,13	4,22	4,34
Mai	3,70	3,77	3,85	3,92	4,00	4,08	4,17	4,28	4,42
Junho	4,00	4,06	4,12	4,19	4,25	4,33	4,41	4,50	4,62
Julho	4,59	4,65	4,71	4,78	4,85	4,93	5,01	5,11	5,23
Agosto	5,53	5,59	5,65	5,71	5,77	5,84	5,92	6,01	6,13
Setembro	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,57	6,65	6,75	6,87
Outubro	6,37	6,44	6,50	6,58	6,65	6,73	6,82	6,93	7,06
Novembro	6,20	6,27	6,35	6,43	6,52	6,61	6,72	6,84	6,99
Dezembro	5,82	5,91	6,01	6,11	6,22	6,33	6,46	6,61	6,80
Log-Normal									
Janeiro	4,88	4,95	5,02	5,10	5,18	5,26	5,36	5,48	5,64
Fevereiro	4,62	4,70	4,78	4,87	4,96	5,06	5,17	5,31	5,49
Março	4,02	4,07	4,12	4,17	4,23	4,29	4,36	4,45	4,55
Abril	3,69	3,76	3,82	3,89	3,97	4,05	4,15	4,26	4,41
Mai	3,66	3,73	3,81	3,89	3,98	4,07	4,18	4,31	4,48
Junho	3,97	4,03	4,09	4,16	4,22	4,30	4,38	4,49	4,62
Julho	4,56	4,62	4,69	4,75	4,83	4,90	4,99	5,10	5,24
Agosto	5,51	5,57	5,63	5,69	5,76	5,84	5,92	6,02	6,15
Setembro	6,21	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,65	6,75	6,89
Outubro	6,35	6,41	6,48	6,56	6,63	6,72	6,82	6,93	7,08
Novembro	6,17	6,25	6,33	6,42	6,51	6,61	6,73	6,86	7,04
Dezembro	5,77	5,86	5,96	6,06	6,17	6,29	6,42	6,58	6,79
Gama									
Janeiro	4,89	4,96	5,03	5,10	5,18	5,26	5,36	5,47	5,62
Fevereiro	4,64	4,72	4,80	4,88	4,97	5,07	5,18	5,31	5,48
Março	4,03	4,08	4,13	4,18	4,24	4,30	4,36	4,44	4,55
Abril	3,70	3,76	3,83	3,89	3,97	4,04	4,13	4,24	4,37
Mai	3,67	3,75	3,82	3,90	3,98	4,07	4,17	4,29	4,44
Junho	3,98	4,04	4,10	4,16	4,23	4,30	4,39	4,48	4,61
Julho	4,57	4,63	4,69	4,76	4,83	4,91	4,99	5,09	5,22
Agosto	5,51	5,57	5,63	5,69	5,76	5,83	5,92	6,01	6,13
Setembro	6,22	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,64	6,74	6,87
Outubro	6,35	6,42	6,49	6,56	6,64	6,72	6,81	6,92	7,06
Novembro	6,18	6,25	6,34	6,42	6,51	6,61	6,71	6,84	7,01
Dezembro	5,78	5,88	5,97	6,07	6,18	6,29	6,42	6,58	6,77

melhor modelo para representar o comportamento da evapotranspiração de referência, devido à simplicidade da sua equação, de baixo número de parâmetros a ser estimado, facilitar a estimativa, a sua ampla utilização nos estudos de inferência estatística, assim como a maior percentagem de adesão a série estudada (ASSIS; SOUSA, 2013; ASSIS *et al.*, 2014). No estado de São Paulo, a distribuição Normal apresentou melhor desempenho nos períodos quinzenais avaliados, em comparação às distribuições Log-Normal e Gama (BLAIN; BRUNINI, 2007).

Nos meses de junho, agosto e dezembro a distribuição de probabilidade Normal não se ajustou aos dados de ET_0 mensal pelo teste χ^2 a 5% de significância. Já as distribuições Log-Normal e Gama não se ajustaram nos meses junho, agosto, setembro e dezembro. No estudo de Almeida *et al.* (2009) no município de Iguatu, CE, a distribuição Gama mostrou apta estatisticamente para representar os dados de ET_0 em escala pentadial mediante a comprovação pelo teste χ^2 a 5% de significância. Em comprovação por este mesmo teste de aderência (5% de significância),

nos estudos de Santos *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2014b) houve ajuste da distribuição Gama em nove meses do ano.

Os valores esperados de ET_0 mensal obtidos utilizando-se as distribuições Normal, Log-Normal e Gama com diferentes níveis de probabilidades de ocorrência para a localidade de Quixeramobim são apresentados no Quadro 4. Analisando distribuição Normal com nível de 75% de probabilidade, verifica-se a ET_0 de pico no mês de outubro, sendo esperado valor máxima de 7,71 mm dia⁻¹, ou seja, de cada quatro anos, em três, o valor da ET_0 será igual ou menor a 7,71 mm dia⁻¹. A ET_0 mínima ocorreu no mês de maio, de 4,08 mm dia⁻¹. Por meio da utilização da distribuição Log-Normal, a ET_0 máxima esperada é de 7,72 mm dia⁻¹ e mínima de 4,05 mm dia⁻¹, concentrando-se no mês de maio. A ET_0 máxima esperada obtida pela distribuição Gama é igual a obtida pela distribuição Normal, de 7,71 mm dia⁻¹ e a mínima de 4,06 mm dia⁻¹.

Nas condições climáticas de Tauá (Quadro 5), assim como observado nos municípios de Crateús e Quixeramobim no estado do Ceará, as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama

Quadro 3. Desempenho das distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama aos dados de ET_0 mensal do município de Quixeramobim, segundo os testes Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância

Meses	Normal		Log-Normal		Gama	
	Testes de aderência					
	KS	χ^2	KS	χ^2	KS	χ^2
Janeiro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Fevereiro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Março	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Abril	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Mai	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Junho	AJ	NA	AJ	NA	AJ	NA
Julho	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Agosto	AJ	NA	AJ	NA	AJ	NA
Setembro	AJ	AJ	AJ	NA	AJ	NA
Outubro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Novembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Dezembro	AJ	NA	AJ	NA	AJ	NA

Em que: AJ - ajustou; NA - não ajustou a respectiva distribuição de probabilidade

Quadro 4. Valores prováveis de ocorrência de ET₀ mensal, obtidos pelas distribuições Normal, Log-Normal e Gama, para diferentes níveis de probabilidade em Quixeramobim, Ceará

Meses	Níveis de Probabilidades								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
Normal									
Janeiro	5,77	5,88	6,00	6,12	6,24	6,37	6,52	6,69	6,91
Fevereiro	5,18	5,27	5,37	5,46	5,57	5,68	5,80	5,95	6,13
Março	4,54	4,61	4,68	4,75	4,82	4,91	4,99	5,10	5,23
Abril	4,07	4,13	4,19	4,25	4,32	4,39	4,47	4,57	4,69
Mai	3,79	3,84	3,90	3,95	4,01	4,08	4,15	4,23	4,34
Junho	3,90	3,99	4,08	4,17	4,26	4,36	4,48	4,61	4,78
Julho	4,33	4,41	4,49	4,58	4,68	4,77	4,89	5,02	5,18
Agosto	5,56	5,66	5,75	5,85	5,95	6,06	6,18	6,33	6,51
Setembro	6,67	6,77	6,88	6,99	7,10	7,22	7,36	7,52	7,72
Outubro	7,14	7,24	7,35	7,46	7,58	7,71	7,85	8,02	8,22
Novembro	7,00	7,08	7,16	7,24	7,33	7,43	7,54	7,66	7,82
Dezembro	6,51	6,60	6,69	6,79	6,89	7,00	7,12	7,27	7,45
Log-Normal									
Janeiro	5,71	5,82	5,94	6,06	6,19	6,34	6,51	6,71	6,97
Fevereiro	5,13	5,22	5,32	5,42	5,53	5,65	5,78	5,95	6,16
Março	4,52	4,58	4,64	4,71	4,78	4,86	4,94	5,05	5,18
Abril	4,04	4,10	4,16	4,23	4,29	4,37	4,46	4,56	4,69
Mai	3,77	3,82	3,87	3,93	3,99	4,05	4,13	4,21	4,33
Junho	3,85	3,93	4,01	4,10	4,19	4,29	4,40	4,54	4,73
Julho	4,28	4,36	4,44	4,53	4,62	4,72	4,84	4,98	5,16
Agosto	5,51	5,61	5,71	5,82	5,93	6,05	6,20	6,37	6,59
Setembro	6,61	6,73	6,85	6,97	7,10	7,25	7,42	7,62	7,87
Outubro	7,08	7,20	7,32	7,44	7,57	7,72	7,89	8,09	8,35
Novembro	6,97	7,05	7,13	7,22	7,32	7,42	7,53	7,67	7,85
Dezembro	6,47	6,56	6,66	6,76	6,88	7,00	7,14	7,30	7,52
Gama									
Janeiro	5,73	5,84	5,95	6,07	6,20	6,34	6,50	6,69	6,93
Fevereiro	5,14	5,24	5,33	5,43	5,53	5,65	5,78	5,93	6,13
Março	4,53	4,59	4,65	4,72	4,79	4,87	4,95	5,06	5,19
Abril	4,05	4,11	4,17	4,23	4,30	4,37	4,46	4,55	4,68
Mai	3,78	3,83	3,88	3,93	3,99	4,06	4,13	4,21	4,32
Junho	3,87	3,95	4,03	4,12	4,21	4,31	4,42	4,56	4,73
Julho	4,30	4,38	4,46	4,54	4,63	4,73	4,85	4,98	5,15
Agosto	5,53	5,62	5,72	5,82	5,93	6,05	6,18	6,34	6,54
Setembro	6,63	6,74	6,85	6,97	7,09	7,23	7,38	7,57	7,80
Outubro	7,10	7,21	7,32	7,44	7,57	7,71	7,86	8,05	8,28
Novembro	6,98	7,06	7,14	7,23	7,32	7,42	7,53	7,66	7,83
Dezembro	6,48	6,57	6,67	6,77	6,88	6,99	7,12	7,28	7,48

ajustaram-se aos dados de ET_0 mensal para todos os meses do ano, segundo o teste KS a 5% de significância. Aproximadamente 65% dos valores decendiais de ET_0 ajustaram-se a distribuição Normal pelo teste KS a 5% de significância, nas condições climáticas da região de Telêmaco Borba, PR (JERSZURKI *et al.*, 2012). Já na localidade de Sete Lagoas, MG, a distribuição Normal ajustou-se aos dados de evapotranspiração de referência em quatro meses, pelo teste KS a 5% de significância (BORGES JUNIOR *et al.*, 2013). Os autores ainda ressaltam a facilidade para obtenção de parâmetros desta distribuição, bem como para sua aplicação.

As distribuições de probabilidade Gama e Log-Normal proporcionaram ajuste altamente satisfatório aos dados de evapotranspiração potencial mensal no estado do Paraná (ABUMANSSUR, 2006). Para condições climáticas de Mossoró, RN, o modelo de distribuição Log-Normal pode ser usado para estimar a probabilidade de ocorrência de ET_0 média para períodos mensais, segundo o teste KS (SANTOS *et al.*, 2011; PEIXOTO *et al.*, 2011b). Nas condições climáticas de Petrolina, PE, a distribuição Gama mostrou-se apta estatisticamente para representar

os dados de ET_0 em escala quinzenal mediante a comprovação pelo teste KS a 5% (SILVA *et al.*, 2014a) e em escala pentadial a 20% de significância (SOUZA *et al.*, 2014).

A exceção do mês de agosto, as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama se ajustaram aos dados de ET_0 mensal, mediante a aplicação do teste χ^2 a 5% de significância. Mediante a aplicação do mesmo teste de aderência e nível de significância, Silva *et al.* (2014b) reportaram ajuste com a distribuição Log-Normal em nove meses do ano, nas condições climáticas de Campos Sales, Ceará.

Analisando os resultados obtidos utilizando-se a distribuição Normal com nível de 75% de probabilidade para a localidade de Tauá, em outubro o mês de pico, é esperado um valor máximo de ET_0 de 6,27 mm dia⁻¹, ou seja, de cada quatro anos, em três, o valor da ET_0 será igual ou menor a 6,27 mm dia⁻¹. A ET_0 mínima concentra-se no mês de maio, de 4,0 mm dia⁻¹ (Quadro 6). Com a utilização da distribuição Log-Normal, a ET_0 máxima esperada é de 6,30 mm dia⁻¹ e mínima de 3,98 mm dia⁻¹, concentrando-se no mês de maio.

Quadro 5. Desempenho das distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal e Gama aos dados de ET_0 mensal do município de Tauá, segundo os testes Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância

Meses	Normal		Log-Normal		Gama	
	Testes de aderência					
	KS	χ^2	KS	χ^2	KS	χ^2
Janeiro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Fevereiro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Março	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Abril	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Maió	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Junho	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Julho	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Agosto	AJ	NA	AJ	NA	AJ	NA
Setembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Outubro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Novembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ
Dezembro	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ

Em que: AJ - ajustou; NA - não ajustou a respectiva distribuição de probabilidade

Quadro 6. Valores prováveis de ocorrência de ET_0 mensal, obtidos pelas distribuições Normal, Log-Normal e Gama, para diferentes níveis de probabilidade em Tauá, Ceará

Meses	Níveis de Probabilidades								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
Normal									
Janeiro	4,65	4,74	4,82	4,91	5,01	5,11	5,22	5,35	5,52
Fevereiro	4,32	4,39	4,47	4,55	4,63	4,72	4,82	4,94	5,09
Março	4,06	4,12	4,18	4,25	4,31	4,39	4,46	4,56	4,67
Abril	3,73	3,79	3,85	3,91	3,97	4,04	4,12	4,21	4,33
Maió	3,70	3,76	3,81	3,87	3,93	4,00	4,07	4,16	4,27
Junho	3,87	3,93	3,99	4,06	4,12	4,20	4,28	4,37	4,49
Julho	4,26	4,33	4,40	4,48	4,56	4,64	4,74	4,85	4,98
Agosto	5,07	5,16	5,25	5,34	5,44	5,55	5,67	5,81	5,99
Setembro	5,58	5,66	5,74	5,83	5,92	6,02	6,13	6,25	6,41
Outubro	5,66	5,77	5,89	6,01	6,13	6,27	6,42	6,59	6,81
Novembro	5,53	5,63	5,73	5,83	5,93	6,05	6,18	6,33	6,52
Dezembro	5,19	5,29	5,38	5,48	5,59	5,70	5,83	5,97	6,16
Log-Normal									
Janeiro	4,60	4,69	4,78	4,88	4,99	5,11	5,24	5,41	5,62
Fevereiro	4,28	4,35	4,43	4,52	4,61	4,71	4,82	4,95	5,13
Março	4,04	4,10	4,16	4,23	4,30	4,37	4,46	4,56	4,70
Abril	3,70	3,76	3,82	3,88	3,95	4,03	4,12	4,22	4,35
Maió	3,68	3,73	3,79	3,84	3,91	3,98	4,05	4,15	4,27
Junho	3,84	3,90	3,96	4,03	4,10	4,17	4,26	4,37	4,50
Julho	4,22	4,30	4,37	4,45	4,54	4,63	4,74	4,87	5,03
Agosto	5,01	5,11	5,21	5,31	5,43	5,55	5,70	5,87	6,09
Setembro	5,54	5,62	5,71	5,80	5,90	6,01	6,14	6,28	6,47
Outubro	5,58	5,71	5,84	5,98	6,14	6,30	6,50	6,73	7,03
Novembro	5,48	5,58	5,68	5,79	5,91	6,04	6,19	6,37	6,60
Dezembro	5,14	5,24	5,34	5,44	5,56	5,68	5,83	6,00	6,23
Gama									
Janeiro	4,62	4,70	4,79	4,89	4,99	5,10	5,22	5,37	5,56
Fevereiro	4,29	4,37	4,44	4,52	4,61	4,70	4,81	4,94	5,10
Março	4,05	4,11	4,17	4,23	4,30	4,37	4,46	4,55	4,68
Abril	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,03	4,11	4,21	4,33
Maió	3,68	3,74	3,79	3,85	3,91	3,98	4,05	4,14	4,26
Junho	3,85	3,91	3,97	4,03	4,10	4,18	4,26	4,36	4,49
Julho	4,24	4,31	4,38	4,46	4,54	4,63	4,73	4,85	5,00
Agosto	5,03	5,12	5,22	5,32	5,43	5,54	5,67	5,83	6,03
Setembro	5,55	5,63	5,72	5,81	5,90	6,01	6,12	6,26	6,44
Outubro	5,61	5,73	5,85	5,98	6,12	6,27	6,45	6,65	6,92
Novembro	5,49	5,59	5,69	5,80	5,91	6,03	6,17	6,34	6,55
Dezembro	5,16	5,25	5,35	5,45	5,56	5,68	5,82	5,98	6,18

CONCLUSÕES

- Nas localidades de Crateús, Quixeramobim e Tauá as distribuições Normal, Log-Normal e Gama se ajustaram aos dados mensais de evapotranspiração de referência (ET_0) em todos os meses do ano, segundo o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância;
- Em Crateús, a distribuição Log-Normal se ajustou em todos os meses aos dados mensais de ET_0 e as distribuições Normal e Gama não se ajustaram apenas nos meses de fevereiro e junho, segundo o teste Qui-quadrado (χ^2);
- Em Quixeramobim, a distribuição Normal não obteve êxito no ajuste aos dados mensais de ET_0 dos meses de junho, agosto e dezembro e as distribuições Log-Normal e Gama nos meses de junho, agosto, setembro e dezembro, pelo teste de aderência χ^2 ;
- Em Tauá, a exceção do mês de agosto, as distribuições Normal, Log-Normal e Gama ajustaram-se aos dados mensais de ET_0 nos demais meses, segundo o teste χ^2 ;
- Os valores prováveis de probabilidade de ocorrência da ET_0 mensal obtidos no trabalho poderão ser utilizados como parâmetro no dimensionamento de sistemas de irrigação na região dos Sertões no estado do Ceará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUMANSSUR, C. **Estimativa da evapotranspiração mensal no estado do Paraná**. 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, B.M.; OLIVEIRA, J.B.; SILVA, I.N.; ARAÚJO, E.M.; OLIVEIRA, A.D. Estudo da

distribuição de frequência da evapotranspiração de referência pentadial para a cidade de Iguatu-CE. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 16, 2009. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2009. 5p.

ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P. Modelagem probabilística para a evapotranspiração potencial mensal, em Mossoró – RN. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 18, 2013. Belém. **Anais...** Belém, 2013. 5p.

ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P.C.F. Tables of probabilities of reference evapotranspiration for the region of Mossoró, RN, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.9, n.3, p.58-67, 2014.

ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P.; SILVA, R.M.; LINHARES, P.C.F. Ajuste de sete modelos de distribuições densidade de probabilidade às séries históricas de umidade relativa mensal em Mossoró – RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.8, n.1, p.1-10, 2013.

BACELAR, L.C.S.D.; TEIXEIRA, C.F.A.; DAMÉ, R.C.F.; CORSEUIL, C.W.; KOEFENDER, J. Estimativa da evapotranspiração de referência máxima possível mediante modelo probabilístico para a localidade de Pelotas/RS. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, 2011. Guarapari. **Anais...** Guarapari, 2011. 5p.

BACK, A.J. Variação da evapotranspiração de referência calculada em diferentes intervalos de tempo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.139-145, 2007.

BLAIN, G.C.; BRUNINI, O. Caracterização do regime de evapotranspiração real, em escala decendial, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.75-82, 2007.

CATALUNHA, M.J.; SEDIYAMA, G.C.; LEAL, B.G.; SOARES, C.P.B.; RIBEIRO, A. Aplicação

de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.153-162, 2002.

BORGES JÚNIOR, J.C.F.; STEIDLE NETO, A.J.; ANDRADE, C.L.T.; NASCIMENTO, P.T.; BOGGIONE, I.M. Análise de aderência de distribuições de probabilidade a dados de evapotranspiração de referência em Sete Lagoas, MG. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 42, 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2013. 4p.

CAVALCANTE JUNIOR, E.G.; OLIVEIRA, J.B.; ALMEIDA, B.M.; ARAÚJO, E.M.; SILVA, I.N. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência, em escala mensal, na região de Iguatu, CE. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 16, 2009. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2009. 5p.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J.L.M.; EVANGELISTA, A.W.P. Evapotranspiração de referência: Distribuição de probabilidade e decomposição de séries temporais para a região de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 9, 2012, Lages. **Anais...** Lages, 2012. 4p.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J.A.; GOMES, N.M.; MELLO, C.R.; SILVA, A.M. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.842-850, 2007.

LYRA, G.B.; GARCIA, B.I.L.; PIEDADE, S.M.S.; SEDIYAMA, G.C.; SENTELHAS, P.C. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.205-215, 2006.

PEIXOTO, T.D.C.; LEVIEN, S.L.A.; ANDRE, H.F.B. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência média em Mossoró-RN, utilizando o modelo de distribuição

probabilístico Normal. In: II Reunião para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2011, Cruz das Almas – BA. **Anais...** Cruz das Almas – BA, 2011a. p.85-88.

PEIXOTO, T.D.C.; LEVIEN, S.L.A.; ANDRE, H.F.B. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência média em Mossoró-RN, utilizando o modelo de distribuição probabilístico Log Normal. In: II Reunião para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2011, Cruz das Almas – BA. **Anais...** Cruz das Almas – BA, 2011b. p.89-92.

PRELA-PANTANO, A.; ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas menores que 5°C na região do médio Paranapanema. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.279-284, 2009.

RIBEIRO, B.T.; AVANZI, J.C.; MELLO, C.R.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N. Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para região de Barbacena, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1297-1302, 2007.

SAAD, J.C.C.; BISCARO, G.A.; DELMANTO JUNIOR, O.; FRIZZONE, J.A. Estudo da distribuição da evapotranspiração de referência visando o dimensionamento de sistemas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.7, n.1, p.10-17, 2002.

SANTOS, L.C.; ZOCOLER, J.L.; BEZERRA, A.V.; JUSTI, A.L.; CARVALHO, J.J. Estudo da demanda evapotranspirométrica do município de Vitória da Conquista/BA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n.3, p.173-187, 2011.

SANTOS, N.T.; SILVA, M.G.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA FILHO, J.A.; PEREIRA, F.A.C.; BATISTA, L.S. Distribuições de probabilidade da evapotranspiração de referência em Cruz das Almas, Bahia. In: II Brazilian Symposium on Salinity & II Brazilian Meeting on Irrigation Engineering, 2014, Fortaleza. **Anais...** II INOVAGRI International Meeting: Fortaleza, 2014. p.4407-4413.

SANTOS, W.O.; BATISTA, B.D.O.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, V.C.; CAVALCANTE JUNIOR, E.G.; ALMEIDA, B.M. Ajuste de modelos de distribuições de probabilidade a série histórica de 1970 a 2007 de evapotranspiração de referência (ET_o) em Mossoró-RN. . In: II Reunião para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2011, Cruz das Almas – BA. **Anais...** Cruz das Almas – BA, 2011. p.185-188.

SILVA, F.C.; FIETZ, C.R.; FOLEGATTI, M.V.; PEREIRA, F.A.C. Distribuição e frequência da evapotranspiração de referência de Cruz das Almas, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.284-286, 1998.

SILVA, A.O.; CORREIA, J.S.; BASSOI, L.H.; TEIXEIRA, A.H.C. Evapotranspiração de referência para dimensionamento de sistemas de irrigação em Petrolina, PE. In: II Brazilian Symposium on Salinity & II Brazilian Meeting on Irrigation Engineering, 2014, Fortaleza. **Anais...** II INOVAGRI International Meeting: Fortaleza, 2014a. p.2076-2082.

SILVA, M.G.; ARRAES, F.D.D.; LEDO, E.R.F.; SANTOS, N.T.; SILVA FILHO, J.A. Avaliação da evapotranspiração de referência por Penman-Monteith usando dados climáticos mínimos no sertão do Ceará. **Revista Agro@ambiente On-line**,

Boa Vista, v.7, n.3, p.284-293, 2013b.

SILVA, M.G.; CARMO, F.F.; LÊDO, E.R.F.; SILVA FILHO, J.A.; SANTOS, K.S.; SANTOS, N.T. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência mensal na região de Campos Sales, Ceará. In: II Brazilian Symposium on Salinity & II Brazilian Meeting on Irrigation Engineering, 2014, Fortaleza. **Anais...** II INOVAGRI International Meeting: Fortaleza, 2014b. p.341-350.

SILVA, M.G.; LEDO, E.R.F.; SANTOS, N.T.; BATISTA, L.S.; SILVA FILHO, J.A. Distribuição de probabilidade da evapotranspiração de referência mensal em Morada Nova-CE. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 42, 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2013a. 4p.

SOUZA, E.B.; MELO JÚNIOR, J.C.F.; ANDRADE, I.G.V.; SILVA, A.R. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência (ET_o) para o município de Petrolina, PE. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43, 2014, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2014. 4p.

VELLAME, L.M.; QUEIROZ, M.Z.S.S.; OLIVEIRA, A.S. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência em Ouricuri-PE. In: I Inovagri International Meeting & IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2012. 5p.