

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA MÁXIMA POSSÍVEL MEDIANTE MODELO PROBABILÍSTICO PARA A LOCALIDADE DE PELOTAS/RS

LUIZ C. S. D. BACELAR¹, CLAUDIA F. A. TEIXEIRA², RITA DE C. F. DAMÉ³,
CLAUDIA WEBER CORSEUIL⁴, JANA KOEFENDER⁵

¹Acadêmico, Faculdade de Meteorologia, UFPel, Pelotas – RS, Fone: (0 xx 53) 3275 7328, Luiz_bacelar90@hotmail.com.

²Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas - RS

³Eng. Agrícola, Prof. Associado, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas – RS.

⁴Eng. Florestal, Prof. Adjunto, Centro de Engenharias, UFPel, Pelotas – RS.

⁵Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Agronomia, UNICRUZ, Cruz Alta – RS.

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

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi analisar o ajuste da distribuição de probabilidade Normal aos dados de evapotranspiração de referência (ET_0), para o município de Pelotas-RS, obtidos a partir do método Tanque Classe “A”. Os dados de evaporação diária, de uma série de 11 anos (1998 a 2008), foram obtidos a partir de registros da Estação Meteorológica da Sede da Embrapa Clima Temperado. Foram estimados os valores de ET_0 , considerando o período diário e os acumulados com duração de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, procedendo-se ao ajuste dos mesmos à distribuição Normal. Após foi aplicado o teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. A partir dos resultados obtidos concluiu-se que o modelo probabilístico Normal mostrou-se adequado no ajuste dos valores de ET_0 diária e acumulados para a localidade de Pelotas-RS.

PALAVRAS-CHAVE: Tanque Classe “A”, distribuição de frequência, variável meteorológica.

ABSTRACT: The aim of this study was to analyze the adjustment of frequency distribution Normal probability to the data of reference evapotranspiration (ET_0) for Pelotas, obtained from the Class A Pan. The daily evaporation data from a series of 11 years (1998 to 2008) were obtained from records of the da Estação Meteorológica da Sede da Embrapa Clima Temperado. We estimated the values of ET_0 , considering the daily and cumulative with duration of 2, 3, 4, 5, 6 and 7 days, proceeding to adjust them to the Normal distribution. After adjusting for the maximum daily and cumulative ET_0 was applied statistical test of Kolmogorov-Smirnov test, the 5% level of significance. From the results it was concluded that the Normal probability model was adequate in the setting of daily values of ET_0 for Pelotas-RS.

KEYWORDS: Class A Pan, frequency distribution, meteorological variable.

INTRODUÇÃO: O conhecimento da probabilidade das variáveis meteorológicas de precipitação e evapotranspiração ao longo do ano são importantes, por exemplo, na elaboração de projetos de uso agrícola, bem como para o correto manejo da irrigação. Para tanto, é necessária a análise estatística dos dados da série temporal, objetivando estimar com que frequência determinado evento ocorrerá (CASTRO NETO & SILVEIRA, 1983; BASTOS et al., 1994).

O conhecimento de diferentes níveis de probabilidade da evapotranspiração de referência (ET_0) possibilita ao projetista quantificar a lâmina necessária para irrigar uma determinada área, permitindo a seleção de valores representativos e confiáveis, de acordo com o retorno econômico e social preconizado para o projeto em questão (BASTOS et al., 1994).

De acordo com Lanna (2001), as distribuições de probabilidade mais utilizadas na área da agrometeorologia são a binomial, Poisson, normal, gama, beta e Gumbel. Apesar da distribuição de Gumbel ser bastante utilizada na estimativa de valores extremos como precipitações e evapotranspirações máximas e temperaturas máximas e mínimas (BASTOS et al., 1994), ainda não há um consenso na literatura de que esta de fato seja a melhor distribuição de ajuste para o dados de ET_0 . Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar o ajuste da distribuição de probabilidade Normal aos dados de ET_0 , para o município de Pelotas-RS, considerando um período de 11 anos (1998 a 2008), estimados a partir do método Tanque Classe “A”.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados utilizados foram obtidos dos registros de uma série de 11 anos (1998 a 2008) da Estação Meteorológica da Sede da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS (latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude 13,24 m). O clima da região é classificado, segundo Köppen, como do tipo “Cfa”, apresentando temperatura média anual de 18°C, precipitação pluvial anual média de 1.500 mm e umidade relativa do ar média de 78,8%.

A evapotranspiração de referência (Et_0) foi estimada a partir de dados da evaporação da água no Tanque Classe “A” (ALLEN et al., 1998), cujas medidas foram realizadas diariamente e os seus valores convertidos em lâminas evapotranspiradas de acordo com Silva et al. (1998). Foi utilizado o valor do coeficiente de tanque (K_p) igual a 0,70.

Foram estimados os valores de Et_0 , considerando o período diário e os acumulados em totais sucessivos móveis com duração de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, selecionando-se o valor máximo de cada ano. Os valores máximos diários e acumulados de cada ano foram colocados em ordem decrescente, e em seguida procedeu-se ao ajuste à distribuição Normal (HAAN, 1994).

A partir do modelo ajustado calcularam-se os valores máximos acumulados de ET_0 correspondentes aos níveis de probabilidade, 50, 80, 90, 95, 98 e 99%, e consequentes períodos de retorno (TR), 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos. Após o ajuste dos valores máximos acumulados de ET_0 foi aplicado o teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância (ASSIS et al., 1996), utilizando-se o software WINSTAT (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentados as comparações entre os valores observados de ET_0 estimados pelo método do Tanque Classe “A” e os ajustados pela distribuição de frequência Normal, considerando o período diário (P1) e os acumulados de 2 (P2), 3 (P3), 4 (P4), 5 (P5), 6 (P6) e 7 (P7) dias. Verifica-se visualmente que de maneira geral a distribuição testada adequou-se aos valores observados. Moura et al. (2001) com o objetivo de analisar a distribuição de frequência probabilística da evapotranspiração de referência, obtida pelo método Tanque Classe “A” e por Penman-Monteith-FAO, ajustada ao modelo de

Gumbel, em períodos diários e acumulados de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, para a região de Mossoró-RN, concluíram que para todos os períodos acumulados, a distribuição de frequência pelo método de Gumbel demonstrou um bom ajuste aos dados de ET_0 para ambos os métodos de estimativa. Segundo SEVRUK e GEIGER (1981), a definição da melhor distribuição de probabilidade pode ser feita com base empírica, usando técnicas visuais subjetivas ou testes estatísticos mais objetivos. Os resultados dos testes podem mostrar que mais de uma distribuição é adequada, o que evidencia que a análise da técnica visual em conjunta com o teste estatístico é interessante.

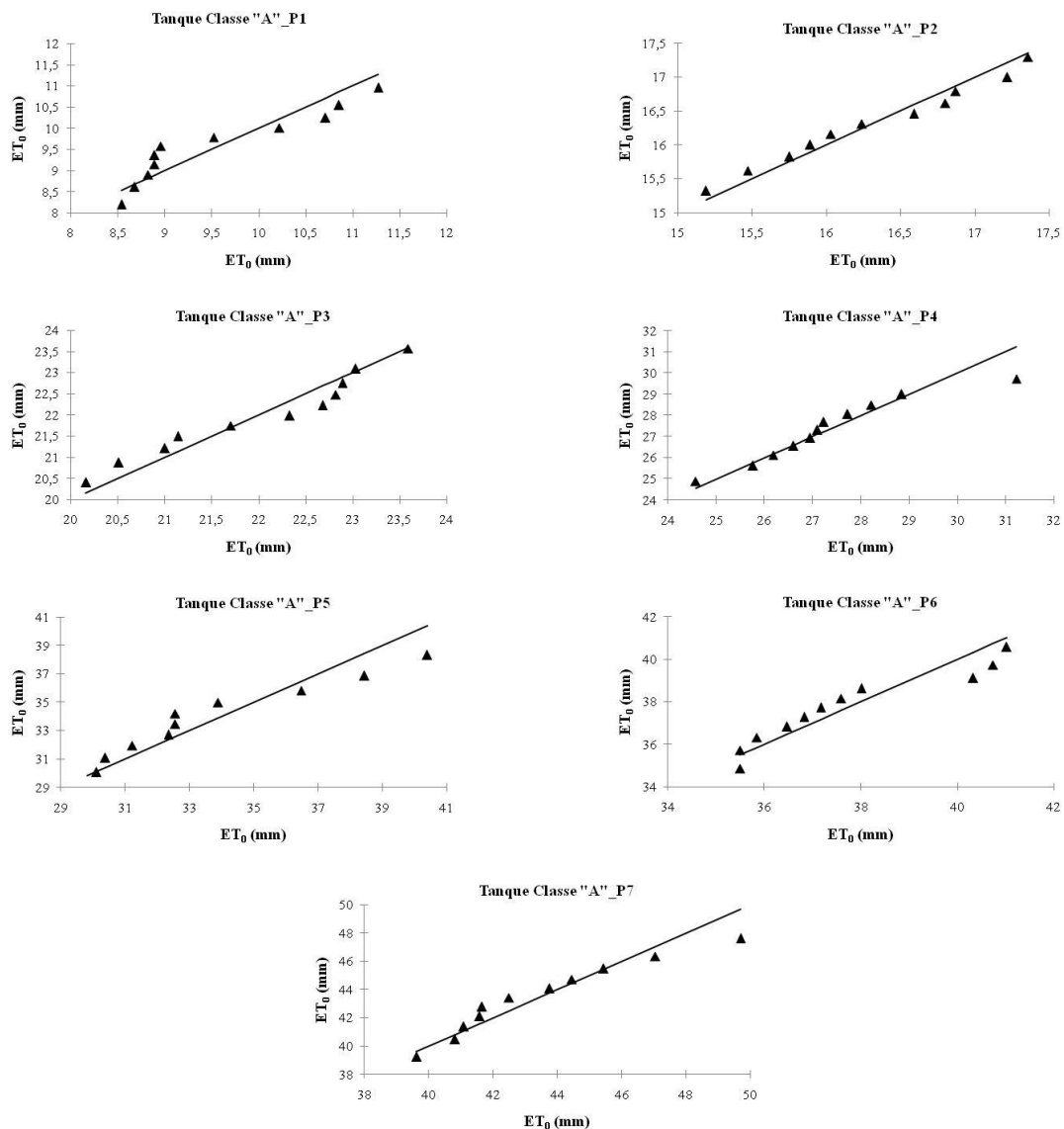


Figura 1. Comparação entre os valores observados de evapotranspiração de referência estimados pelo método do Tanque Classe “A” e os ajustados pela distribuição de frequência Normal, considerando o período diário (P1) e os acumulados de 2 (P2), 3 (P3), 4 (P4), 5 (P5), 6 (P6) e 7 (P7) dias.

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros da distribuição Normal para análise de frequência da ET_0 e respectivos valores de máxima divergência (KS_{calc}) do teste de Kolmogorov-Smirnov. Observa-se que a distribuição de frequência testada ajustou-se adequadamente aos valores de evapotranspiração de referência para os períodos diário e acumulados, uma vez que os valores de máxima divergência (KS_{calc}) foram sempre menores

do que o valor crítico (KS_{crit}), 0,391. Silva et al. (1998) com o objetivo de estudar o ajuste das distribuições de frequência Normal, Log-Normal e Beta aos dados da ET_0 em Cruz das Almas/BA, encontraram bons resultados para as três, entretanto, recomendam o uso da distribuição Normal, devido a sua maior facilidade de aplicação.

Tabela 1. Parâmetros da distribuição Normal para análise de frequência da evapotranspiração de referência e respectivos valores de máxima divergência (KS_{calc}) do teste de Kolmogorov-Smirnov

Período (dia)	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	KS_{calc}
1	9,58	1,00	0,278
2	16,31	0,71	0,117
3	21,99	1,14	0,183
4	27,31	1,75	0,154
5	33,47	3,52	0,239
6	37,72	2,07	0,172
7	43,42	3,03	0,175

* $KS_{crit} = 0,391$, valor crítico a 5% de probabilidade de erro

Na Tabela 2 estão os valores máximos acumulados de ET_0 , para períodos de 1 a 7 dias, estimados pela distribuição Normal para as probabilidades 50, 80, 90, 95, 98 e 99%, e respectivos períodos de retorno. Os níveis de probabilidade representam os limites de ocorrência de valores iguais ou inferiores aos estabelecidos, ou seja, para um período acumulado de evapotranspiração de 5 dias, existe 80% de probabilidade de que o valor da ET_0 não seja superior a 51,26 mm ou, ainda, para o mesmo período, em apenas um a cada cinco anos, o valor da evapotranspiração será igual ou superior ao valor citado. Saad (1990) comenta que em condições de irrigação tipicamente suplementar dificilmente a economia dos projetos de irrigação justifica a escolha de níveis de probabilidade superiores a 90%. Na prática, os valores usuais adotados variam entre 50% e 75%, dependendo das implicações econômicas associadas ao projeto em questão.

Tabela 2. Valores máximos acumulados de ET_0 , para períodos de 1 a 7 dias, estimados pelo método do Tanque Classe "A", tempo de retorno (TR) e probabilidade de que o evento não seja superado, para Pelotas-RS

Probabilidade (%)	TR (ano)	ET_0 (mm)						
		1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias	7 dias
50,00	2	10,29	19,87	28,64	37,24	47,62	53,17	62,01
80,00	5	10,64	20,44	29,64	39,01	51,26	56,35	65,73
90,00	10	10,82	20,73	30,16	39,94	53,16	58,01	67,68
95,00	20	10,97	20,98	30,59	40,7	54,73	59,38	69,28
98,00	50	11,14	21,25	31,07	41,57	56,5	60,92	71,09
99,00	100	11,26	21,43	31,40	42,14	57,68	61,95	72,29

CONCLUSÕES: O modelo probabilístico Normal mostrou-se adequado no ajuste dos valores de evapotranspiração de referência (ET_0) diária e acumulados para a localidade de Pelotas-RS.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO - Irrigation and Drainage Paper, 1998. 328p. (Boletim Técnico, 56).
- ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996. 161p.
- BASTOS, E.A.; AGUIAR NETTO, A.D.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; OLIVEIRA, C.M.M. Distribuição de frequência da evapotranspiração potencial para a região de Teresina-PI, através do modelo de Gumbel. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.14, p.99-104, 1994.
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J.V. Precipitação provável para Lavras – MG baseada na função de distribuição de probabilidade gama. **Ciências Práticas**, Lavras, v.7, n.1, p.58-65, 1983.
- HAAN, C.T. **Statistical methods in hydrology**. Ames: Iowa State University Press, 1994. 378p.
- LANNA, A.E. Elementos de Estatística e Probabilidades. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre:ABRH/UFRGS, 2001. p. 79-176.
- MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat: Sistema de Análise Estatística para Windows**. Universidade Federal de Pelotas. 2006. Disponível em: www.ufpel.edu.br/~amachado.
- MOURA, M.S.B.; SOBRINHO, J.E.; PORTO FILHO, F.Q.; OLIVEIRA FILHO, F.X.; MAIA, A.J. Estimativa da evapotranspiração de referência máxima possível para o município de Mossoró-RN, utilizando a distribuição probabilística de Gumbel. **Caatinga**, Mossoró-RN, v.14, n.1/2, p.25-30, 2001.
- SAAD, J.C.C. Estudo das distribuições de frequência da evapotranspiração de referência e da precipitação pluvial para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação. Piracicaba: ESALQ, 1990 124p. (Dissertação Mestrado).
- SEVRUK, B.; GEIGER, H. Selection of distribution types for extremes of precipitation. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION REPORT, 15. 1981, Geneva, 65p.
- 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, PB, v.2, n.3, p.284-286, 1998.