

# ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA MÁXIMA POSSÍVEL PARA O MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN, UTILIZANDO A DISTRIBUIÇÃO PROBABILÍSTICA DE GUMBEL

Magna Soelma Beserra de MOURA<sup>1</sup>, Ana Josicleide MAIA<sup>2</sup>, José ESPÍNOLA SOBRINHO<sup>3</sup>, Francisco de Queiroz PORTO FILHO<sup>4</sup>, Francisco Xavier de OLIVEIRA FILHO<sup>5</sup>

## RESUMO

O presente trabalho, teve como objetivo, analisar a distribuição de frequência probabilística da Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>) para o município de Mossoró-RN, determinada através dos métodos do Tanque Classe “A” e Penman-Monteith. Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica da ESAM, contemplando uma série histórica de 27 anos. Os valores diários de ET<sub>o</sub> para períodos acumulados de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, encontrados pelos métodos do Tanque Classe “A” e Penman-Monteith, foram ajustados ao modelo de Gumbel. Para verificar o ajuste dos dados ao modelo citado, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados mostraram que para todos os períodos acumulados a probabilidade de estimativa da ET<sub>o</sub> decresce à medida em que diminuem os valores da mesma e que a distribuição de frequência pelo método de Gumbel demonstrou um bom ajuste aos dados de ET<sub>o</sub> determinados por ambos os métodos de estimativa.

Palavras-chave: distribuição de Gumbel, período de retorno e distribuição probabilística.

## INTRODUÇÃO

O dimensionamento de sistemas de irrigação, a nível de projeto individual ou coletivo, geralmente baseia-se em previsões de utilização de água, computadas através de equações que

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Engenharia Agrônoma. ESAM. Bolsita de Iniciação Científica da ESAM. E-mail: magna\_upa@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudante de Pós-Graduação: Mestrado em Fitotecnia, UFC.

<sup>3</sup> M.Sc., Professor Adjunto. Departamento de Engenharia Agrícola, ESAM. Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: ceae@esam.br.

<sup>4</sup> M.Sc., Professor Adjunto. Departamento de Engenharia Agrícola, ESAM. Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: engeagro@esam.br.

<sup>5</sup> M.Sc., Professor Adjunto. Departamento de Engenharia Agrícola, ESAM. Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: engeagro@esam.br.

incorporam valores médios ou máximos de alguns parâmetros meteorológicos, normalmente registrados nas estações agrometeorológicas convencionais, existentes em locais próximos às áreas irrigadas. Este procedimento pode resultar em estimativas muito conservadoras, ou então, muito exageradas, do consumo de água das culturas irrigadas. As implicações práticas decorrentes dessas imprecisões são bem conhecidas, resultando em desempenho insatisfatório dos projetos considerados (Saad & Scaloppi, 1988).

Arruda & Barroso (citado por Bastos *et al.*, 1994) afirmam que a utilização da média mensal da evaporação possivelmente subestima o consumo de água em regiões de clima subtropical, pois inclui nos cálculos as baixas evaporações ocorridas nos dias de chuva, enquanto as irrigações são realizadas em períodos de escassez de água e de evaporação mais elevada.

A análise de dados meteorológicos com o objetivo de se tirar conclusões sobre o comportamento esperado no presente e no futuro é sempre caracterizada pela necessidade de se trabalhar com uma grande massa de dados. Para facilitar a análise desses dados torna-se necessário a organização dos mesmos, de maneira a permitir uma identificação mais rápida das suas características mais importantes. Um dos métodos estatísticos mais utilizados para se atingir este objetivo é a distribuição de frequência (Costa, 1988), que de acordo com sua importância na interpretação do comportamento das variáveis meteorológicas são classificadas, segundo Baptista da Silva (1987), em: Binomial, Poisson, Normal, Gama, Beta e Gumbel.

A distribuição de frequência da evapotranspiração potencial ajustada ao modelo de Gumbel permite o dimensionamento de sistemas de irrigação com confiabilidade e critério na estimativa do consumo de água pelas culturas, evitando excessos ou défices hídricos prejudiciais à maximização da produtividade agrícola. Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo analisar a distribuição de frequência probabilística da evapotranspiração de referência ajustada ao modelo de Gumbel, em períodos diários e acumulados de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, utilizando-se uma série histórica de 27 anos de dados meteorológicos, para a região de Mossoró-RN e verificar a probabilidade de máximas evapotranspirações futuras, aplicando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Meteorológica da ESAM, em Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas são: 5<sup>o</sup>11' de latitude Sul; 37<sup>o</sup>20' de longitude Oeste e altitude de 18 m.

A ETo através dos métodos do Tanque Classe "A" e Penman-Monteith, foi calculada através de um *software* desenvolvido na ESAM por Maia (1997), utilizando como parâmetros de entrada os dados

meteorológicos, dia a dia, dos 27 anos de observações, totalizando uma massa de 9849 valores de ETo para cada método.

Os valores diários de ETo foram acumulados em totais sucessivos móveis com duração de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias, para cada método; e para cada duração selecionou-se o valor máximo de cada ano. Estes valores máximos foram colocados em ordem decrescente, procedendo-se em seguida o ajuste à distribuição de Gumbel, através das seguintes equações (Cruciani, 1980):

$$TR = \frac{1}{1 - P}$$

$TR$  = tempo de retorno (anos)

$$P = e^{-e^{-b}}$$

$P$  = probabilidade do evento não ser igualado no futuro (%);

$e$  = base dos logaritmos neperianos (2,71828);

$b$  = variável reduzida;

$$b = a(ETo - Mo)$$

$a$  = coeficiente empírico (adimensional);

$Mo$  = moda (mm/dia);

$ETo$  = evapotranspiração de referência

Posteriormente, a partir do modelo ajustado calculou-se, os valores máximos acumulados de ETo correspondentes a diferentes níveis de probabilidade e tempo de retorno (TR). A variação do evento foi expressa através de um gráfico probabilístico de distribuição de Gumbel, relacionando ETo x TR, onde a variável independente é o tempo de retorno.

Após o ajuste dos valores máximos acumulados de ETo correspondentes a diferentes níveis de probabilidade, aplicou-se o teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov para verificar analiticamente se os dados de ETo podem ser bem representados pela distribuição de Gumbel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as Tabelas 1 e 2, pode-se observar que em todos os períodos acumulados (P1 a P7) a probabilidade para que um determinado evento não seja superado decresce à medida que diminuem os valores acumulados de ETo. Assim, tomando-se como exemplo o período de um dia (P1), para o método do Tanque Classe “A” (Tabela 2), verifica-se que há 95% de probabilidade de que a evapotranspiração de referência acumulada para a duração de um dia seja igual ou inferior a 16,95 mm.

Observa-se no papel de probabilidade das Figuras 1 e 2, um bom ajuste da evapotranspiração de referência à reta teórica de Gumbel. Esta relação pode ser também comprovada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, que apresentou desvio máximo bilateral menor que o nível crítico a 5 % de probabilidade. Com estes resultados comprova-se que neste trabalho a distribuição probabilística de Gumbel representou bem os dados de evapotranspiração de referência determinados pelos métodos de Penman-Monteith e do Tanque Classe “A”.

Tabela 1. Valores máximos acumulados de ETo (mm), estimados pelo método de Penman-Monteith, tempo de retorno (TR) e probabilidade (P) de que o evento não seja superado, para Mossoró-RN.

Probabilidade (%)	TR (anos)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
0,99	1,01	4,65	11,90	19,02	25,57	32,13	38,29	44,44
9,09	1,10	6,25	13,73	20,91	27,62	34,42	40,92	47,38
16,67	1,20	7,10	14,54	21,76	28,54	35,44	42,09	48,65
50,00	2,00	9,86	17,18	24,50	31,51	38,77	45,90	52,95
57,08	2,33	10,47	17,77	25,11	32,18	39,51	46,75	53,90
80,00	5,00	13,15	20,33	27,78	35,06	42,73	50,45	58,03
90,00	10,00	15,33	22,42	29,95	37,42	45,36	53,46	61,40
95,00	20,00	17,42	24,42	32,03	39,67	47,88	56,35	64,63
96,67	30,00	18,62	25,57	33,22	40,97	49,33	58,01	66,49
98,00	50,00	20,12	27,01	34,72	42,59	51,14	60,09	68,81
99,00	100,00	22,15	28,95	36,74	44,78	53,58	62,89	71,94
99,50	200,00	24,17	30,89	38,75	46,96	56,01	65,68	75,06
99,67	300,00	25,35	32,02	39,92	48,23	57,44	67,31	76,89
99,75	400,00	26,19	32,82	40,75	49,14	58,44	68,47	78,18
99,80	500,00	26,83	33,44	41,40	49,84	59,23	69,37	79,18

Tabela 2. Valores máximos acumulados de ETo (mm), estimados pelo método do Tanque Classe “A”, tempo de retorno (TR) e probabilidade (P) de que o evento não seja superado, para Mossoró-RN.

Probabilidade (%)	TR (anos)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
0,99	1,01	7,26	13,99	20,43	26,52	32,02	37,98	44,15
9,09	1,10	8,67	15,90	22,83	29,35	35,50	41,80	48,35
16,67	1,20	9,30	16,75	23,89	30,60	37,05	43,49	50,23
50,00	2,00	11,34	19,53	27,37	34,71	42,09	49,03	56,33
57,08	2,33	11,80	20,15	28,14	35,62	43,22	50,26	57,69
80,00	5,00	13,78	22,84	31,51	39,61	48,11	55,63	63,61
90,00	10,00	15,40	25,03	34,26	42,85	52,1	60,00	68,43
95,00	20,00	16,95	27,13	36,89	45,96	55,92	64,20	73,05
96,67	30,00	17,84	28,34	38,41	47,75	58,12	66,61	75,71
98,00	50,00	18,95	29,86	40,30	49,98	60,87	69,63	79,04
99,00	100,00	20,45	31,90	42,86	53,00	64,58	73,69	83,52
99,50	200,00	21,95	33,93	45,40	56,01	68,27	77,75	87,99
99,67	300,00	22,83	35,12	46,89	57,76	70,43	80,11	90,60
99,75	400,00	23,45	35,96	47,94	59,01	71,96	81,79	92,45
99,80	500,00	23,93	36,61	48,76	59,97	73,15	83,09	93,89

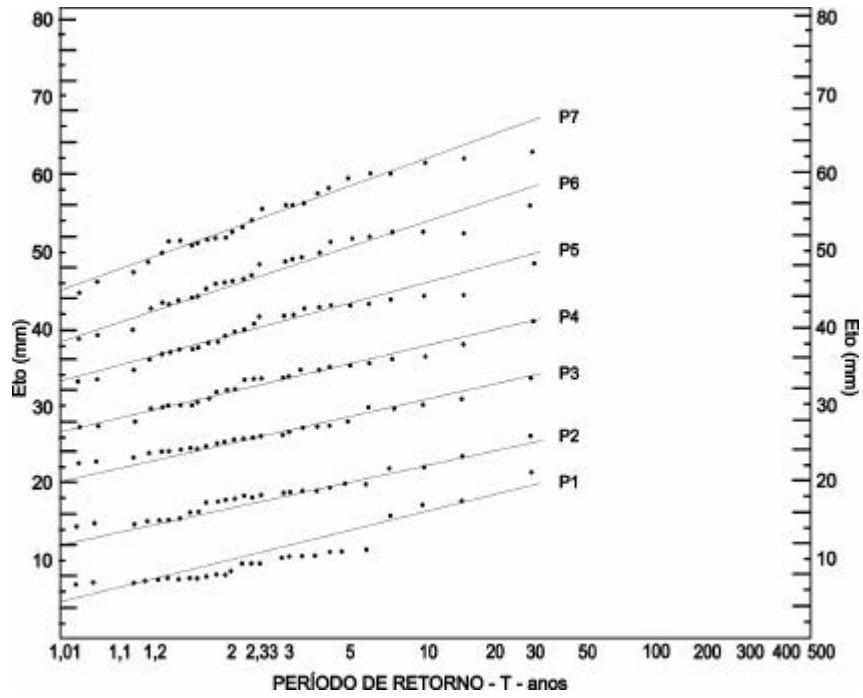


Figura 1. Distribuição de frequência da evapotranspiração de referência, estimada pelo método de Penman-Montheith, de acordo com a distribuição probabilística de Gumbel.

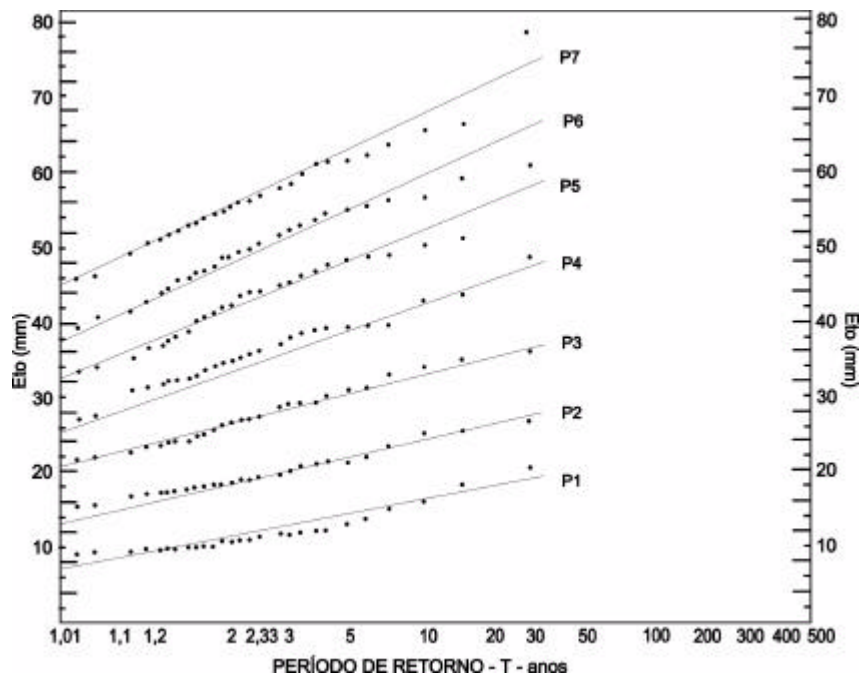


Figura 2. Distribuição de frequência da evapotranspiração de referência, estimada pelo método do Tanque Classe "A", de acordo com a distribuição probabilística de Gumbel.

## CONCLUSÕES

A distribuição de frequência, pelo modelo de Gumbel, demonstrou um bom ajuste aos dados de evapotranspiração de referência determinados pelos métodos do Tanque Classe “A” e Penman-Monteith, para períodos acumulados de 1 a 7 dias, possibilitando a seleção de valores mais representativos de ETo, em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência, para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação na região de Mossoró-RN.

## BIBLIOGRAFIA

- BAPTISTA DA SILVA, J. **Estatística aplicada à climatologia e a ecologia agrícola**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5, Belém-PA, 1987.
- BASTOS, E. A., AGUIAR NETTO, A. O., ANDRADE JR, 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**. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 14. 1994. p.99-104.
- COSTA, L. C. Métodos quantitativos aplicados a climatologia. **II curso prático internacional de agrometeorologia para otimização da irrigação**. Belo Horizonte-MG. 13/jun. a 01/jul.. 1988.
- CRUCIANI, D. E. **Drenagem na agricultura**. Ed.Nobel. São Paulo. 1980. p.333.
- MAIA, Ana Josicleide. **Elaboração de um software para estimativa da evapotranspiração de referência e comparação de diferentes métodos com o de Penman-Monteith-FAO, em Mossoró-RN**. ESAM, 1997. 47p. (Monografia).
- SAAD, J. C. C., SCALOPPI, J. E. **Frequência de distribuição de evapotranspiração de potencial para dimensionamento de sistemas de irrigação**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. 8, Florianópolis, 1988, Anais.. Florianópolis. Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988. p. 1037-1052.