

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DECENDIAL PROVÁVEL DE CHAPECÓ -SC

BACK, Á.J.¹

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Urussanga.

RESUMO

A evapotranspiração de referência é uma informação importante para a determinação das demandas hídricas das culturas e para o dimensionamento de sistemas de irrigação. Nos projetos de irrigação há necessidade de estimar a evapotranspiração associada a probabilidade e ocorrência. Este trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração decendial provável para a região de Chapecó, visando subsidiar o dimensionamento de sistemas de irrigação. Foram usados dados diários da estação meteorológica de Chapecó (SC) referente ao período de 1976 a 2016. Foi calculada a evapotranspiração diária pelo método de Penman-Monteith, e os valores foram agrupados em intervalos decendiais. Foram ajustadas as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal, Gama e Beta. Embora nenhuma distribuição tenha sido rejeitada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 5 %, a distribuição Log-Normal apresentou melhor desempenho considerando os índices de erro máximo, erro médio, erro padrão de estimativa e coeficiente de determinação. Foram determinadas os valores de ETo para diversos níveis de probabilidade. A evapotranspiração de referência com 75% de probabilidade apresenta valores variando de 8 a 20% superiores aos valores de ETo com 50% de probabilidade.

Palavras-chave: irrigação; demanda hídrica; evapotranspiração; probabilidades.

INTRODUÇÃO

Para a estimativa das demandas hídricas e dimensionamento de sistemas de irrigação é fundamental conhecer os valores de evapotranspiração de referência (ETo) (ALLEN et al., 2011). A variabilidade diária, sazonal e anual dos parâmetros meteorológicos como temperatura, velocidade do vento, radiação solar e umidade do ar implica em uma grande variação dos valores de evapotranspiração. Dessa forma deve-se avaliar frequência de ocorrência de evapotranspiração.

Nos estudos de caracterização climática geralmente empregam-se os valores médios de evapotranspiração. No entanto, para efeito de dimensionamento dos sistemas de irrigação, deve-se considerar a demanda nos períodos de máxima exigência hídrica, com baixo risco de ser superado (ASSIS et al., 2021). Costa et al. (2021) ressaltam que a utilização de valores médios de ETo podem resultar em erros no dimensionamento de projeto agrícolas, recomendando o uso de ETo com determinado nível de probabilidade..

A determinação de ET_0 provável requer a análise de frequência dos valores de evapotranspiração (SAAD e SCALOPPI, 1988). Existem várias distribuições de probabilidade que podem ser usadas para determinar a evapotranspiração provável, destacando-se as distribuições Normal, Log-Normal, Gama e Beta (PEIXOTO et al., 2011; VELLAME et al., 2012; PEREIRA e FRIZZONE, 1994; DENSKI e BACK, 2015).

Este trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração decendial provável para a região de Chapecó, visando subsidiar o dimensionamento de sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários de temperatura máxima, temperatura mínima, insolação, umidade relativa e velocidade do vento do período de 01/07/1973 a 30/11/2016, da estação meteorológica de Chapecó (Epagri, 2020). A estação está localizada na latitude -27,10°, longitude -52,64°, altitude 654m.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical, temperado chuvoso e quente, úmido sem estação seca definida e com inverno ameno (PANDOLFO et al., 2002).

A evapotranspiração de referência (ET_0) foi calculada pelo método de Penman-Monteith FAO, seguindo as recomendações de Smith (1991), Allen et al. (1998) possuindo a seguinte notação:

$$ET_0 = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda_e} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a) \quad (1)$$

Em que: ET_0 = evapotranspiração de referência (mm.d^{-1}); R_n = saldo de radiação a superfície ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$); G = fluxo de calor sensível no solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$); T = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); U_2 = velocidade do vento à 2 m de altura (m.s^{-1}); $(e_s - e_a)$ = déficit de pressão de vapor (kPa); δ = declividade da curva de pressão de saturação ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$); λ_e = calor latente de evaporação (MJ.kg^{-1}); γ^* = constante psicrométrica modificada ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$); γ = constante psicrométrica ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Para a estimativa da ET_0 por decêndio, os valores diários de ET_0 calculados pela equação PM-FAO foram agrupados em períodos consecutivos de dez dias (decêndios) e no último decêndio do mês foram agrupados os valores do dia 21 ao último dia do mês.

Para a estimativa dos valores de ET_0 decendial com probabilidades de ocorrência de 5, 10, 15, 20, 25, 50, 70, 75, 80, 90 e 95% foram testadas as funções densidade de probabilidade: Beta, Normal, Log Normal MM (parâmetros estimados pelo método dos momentos), Log Normal, Gama e Gama com parâmetros estimados pelo método dos momentos. Na Tabela 1 constam as funções densidade de probabilidade e os parâmetros da distribuição.

Tabela 1. Distribuições de probabilidades usadas no estudo.

Distribuição	Fundação densidade de probabilidade	Parâmetros	
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	μ	σ
Log-Normal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\ln x - \mu_y]^2}{2\sigma_y^2}}$	μ_y	σ_y
Gama	$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)\beta^\gamma} x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}$	β	γ
Beta	$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \int_0^x x'^{\alpha-1} (1-x')^{\beta-1} dx'$	α	β

Neste trabalho utilizou-se o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov para verificar qual das distribuições possui maior aderência às estimativas de ET_0 . Para selecionar a melhor distribuição de probabilidades foram calculados os índices de desempenho dados pelo Erro máximo (EMax), Erro médio (EMed), Erro padrão de estimativa (Sx) e Coeficiente de Determinação (R^2), calculados respectivamente por:

$$EMax = \text{Max}|Po_i - Pe_i|$$

$$EMed = \frac{\sum_{i=1}^n |Po_i - Pe_i|}{n}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{SQR}{n-1}}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Po_i - Pe_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Po_i - \bar{Po})^2}$$

Em que: Po_i é a frequência observada; calculada pelo método de Hazen;

Pe_i , é a frequência estimada com a distribuição de probabilidades;

n é o número de dados.

A seleção da melhor distribuição foi feita pelo ranqueamento considerando os quatro índices, em que foi atribuído 1 a distribuição com melhor desempenho e 4 para a de pior desempenho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 constam as estatísticas descritivas dos valores de evapotranspiração decencial de Chapecó.

Tabela 2. Estatísticas descritivas dos valores de ETo decendiais de Chapecó Santa Catarina.

Decêndio	Média (mm dia ⁻¹)	Máximo (mm dia ⁻¹)	Mínimo (mm dia ⁻¹)	Nº de dados	Assimetria
1	4,77	5,91	3,53	43	-0,137
2	4,70	6,79	3,54	43	0,613
3	4,67	6,54	3,18	43	0,207
4	4,55	6,86	3,11	42	0,583
5	4,30	5,56	3,24	42	0,077
6	3,97	5,19	2,83	42	0,268
7	4,00	4,89	2,85	42	0,007
8	3,74	5,09	2,38	42	-0,410
9	3,43	4,50	2,57	42	0,342
10	3,13	4,05	2,31	41	0,251
11	2,74	3,81	1,80	42	0,278
12	2,48	4,06	1,67	42	1,308
13	2,17	3,11	1,51	42	0,427
14	1,93	2,79	1,36	42	0,388
15	1,75	2,75	1,18	42	0,592
16	1,65	2,43	0,93	42	0,219
17	1,67	2,56	1,03	42	0,354
18	1,67	2,75	0,95	42	0,311
19	1,86	3,28	1,01	44	0,590
20	1,92	2,99	1,18	44	0,501
21	2,09	3,08	1,23	44	0,362
22	2,35	3,58	1,49	44	0,628
23	2,48	3,79	1,32	44	0,174
24	2,85	4,00	1,90	44	0,383
25	2,95	4,22	1,81	44	0,484
26	3,00	5,05	1,64	44	0,470
27	3,17	5,16	1,98	44	0,671
28	3,48	4,67	2,55	44	0,089
29	3,68	4,94	2,60	44	0,322
30	4,08	5,53	2,88	44	0,216
31	4,26	5,47	2,88	44	-0,072
32	4,54	6,45	3,24	44	0,360
33	4,71	6,51	3,23	44	0,038
34	4,69	6,62	3,07	43	0,166
35	4,76	5,80	3,22	43	-0,474
36	4,72	6,14	3,13	43	0,001

A ETo média varia de $4,77 \text{ mm dia}^{-1}$ para o primeiro decêndio (1 a 10 de janeiro) a $1,65 \text{ mm dia}^{-1}$ para o decêndio 16 (1 a 10 de junho). No entanto os valores extremos decendiais foram de $6,86 \text{ mm dia}^{-1}$ registrados no decêndio 4 (1 a 10 de fevereiro) a $0,93 \text{ mm dia}^{-1}$. Essa variação sazonal é explicada principalmente pela variação da radiação e da temperatura. A maioria (88,9%) dos decêndios apresentou assimetria positiva, no entanto os valores dos coeficientes de assimetria variaram de $-0,474$ a $1,308$.

Na Tabela 3 consta o ranqueamento das distribuições de probabilidade, em que a ordem refere-se a posição na escala em que 1 é a melhor distribuição e 4 a pior. Observa-se que a distribuição Log-Normal teve a melhor posição em 15 decêndios e ficando em segunda posição em 3 decêndios. Somente em 5 decêndios foi considerada a pior. Dessa forma foi a selecionada para a determinação da ETo provável.

Tabela 3. Ranqueamento das distribuições de probabilidade.

Ordem	Distribuição de Probabilidades			
	Normal	Log- Normal	Gama	Beta
1	13	15	4	3
2	3	3	20	6
3	5	11	8	6
4	13	5	0	15

Na Tabela 4 constam os parâmetros da distribuição Log-Normal e as estatísticas usadas na avaliação da distribuição de probabilidades. Observa-se que os parâmetros da distribuição refletem a sazonalidade da ETo. O erro máximo observado foi de 0,118, que significa uma diferença entre as frequências observadas e estimadas de 11,8%. O erro médio máximo foi de 0,045, mostrando que o erro médio para todos os decêndios foi inferior a 5%, confirmando o bom ajuste da distribuição Log-normal aos dados observados. Também os valores de R^2 acima de 0,970 confirmam a aderência dos dados a distribuição ajustada.

Na Tabela 5 constam os valores de ETo decendial para diferentes níveis de probabilidade. Esses valores podem ser utilizados no dimensionamento de sistemas de irrigação. Silva et al. (1998) afirmaram que o critério de escolha do nível de probabilidade deve basear-se 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. Saad et al. (2002) destacam que em condições de irrigação tipicamente suplementar, como se verifica na região centro-sul do Brasil dificilmente a economia dos projetos de irrigação justifica a escolha de níveis de probabilidade de ocorrência superiores a 90%. Doorenbos e Pruitt (1984) ressaltam que na maioria das regiões irrigadas esses níveis variam entre 75 e 80%. Níveis mais elevados de probabilidade são selecionados para culturas de grande valor econômico e condições reduzidas de água disponível no solo (PRUITT et al., 1972). A probabilidade de 75% também é indicada por Assis et al. (2014), Bernardo et al. (2006), Uliana et al. (2017).

Tabela 4. Parâmetro da distribuição e estatísticas de avaliação do ajuste da distribuição.

Decêndio	Parâmetros		Emax -Erro máximo	Emed -Erro médio	Sx -Erro padrão	R ² -Coef. de determinação
	μ_y	σ_y				
1	1,553	0,134	0,111	0,037	0,047	0,981
2	1,535	0,157	0,055	0,019	0,024	0,994
3	1,532	0,133	0,095	0,024	0,032	0,990
4	1,503	0,153	0,077	0,030	0,036	0,984
5	1,449	0,140	0,067	0,022	0,028	0,994
6	1,369	0,148	0,051	0,022	0,026	0,993
7	1,379	0,116	0,079	0,030	0,037	0,983
8	1,308	0,149	0,118	0,045	0,055	0,971
9	1,220	0,160	0,076	0,031	0,038	0,988
10	1,134	0,129	0,067	0,020	0,026	0,994
11	0,992	0,180	0,089	0,031	0,040	0,981
12	0,892	0,167	0,115	0,029	0,042	0,981
13	0,758	0,187	0,051	0,023	0,028	0,993
14	0,636	0,198	0,064	0,028	0,033	0,992
15	0,542	0,201	0,085	0,030	0,035	0,986
16	0,472	0,232	0,081	0,022	0,029	0,991
17	0,489	0,215	0,078	0,024	0,030	0,992
18	0,488	0,237	0,094	0,032	0,041	0,981
19	0,584	0,271	0,073	0,022	0,030	0,992
20	0,625	0,234	0,076	0,020	0,025	0,994
21	0,714	0,216	0,046	0,019	0,023	0,995
22	0,825	0,239	0,068	0,025	0,031	0,990
23	0,884	0,229	0,066	0,025	0,031	0,989
24	1,036	0,165	0,086	0,023	0,029	0,990
25	1,065	0,193	0,075	0,023	0,031	0,990
26	1,074	0,223	0,067	0,027	0,032	0,988
27	1,134	0,196	0,068	0,021	0,027	0,991
28	1,239	0,137	0,092	0,030	0,037	0,984
29	1,291	0,151	0,079	0,016	0,023	0,995
30	1,395	0,146	0,096	0,036	0,045	0,974
31	1,440	0,143	0,066	0,023	0,029	0,991
32	1,503	0,137	0,093	0,033	0,040	0,980
33	1,542	0,137	0,089	0,029	0,038	0,984
34	1,537	0,134	0,074	0,028	0,034	0,989
35	1,552	0,127	0,104	0,037	0,045	0,980
36	1,544	0,122	0,058	0,021	0,026	0,992

Tabela 5. Evapotranspiração decendial provável de Chapecó-SC;

Decêndio	Probabilidade (%)									
	5	10	15	20	25	50	75	80	90	95
1	3,74	3,97	4,12	4,24	4,35	4,77	5,19	5,29	5,57	5,80
2	3,46	3,73	3,92	4,07	4,19	4,70	5,21	5,33	5,66	5,94
3	3,66	3,89	4,04	4,15	4,26	4,67	5,08	5,18	5,45	5,67
4	3,40	3,65	3,82	3,96	4,08	4,55	5,02	5,13	5,44	5,70
5	3,32	3,54	3,68	3,80	3,90	4,30	4,70	4,80	5,06	5,28
6	3,01	3,22	3,36	3,48	3,58	3,97	4,37	4,46	4,72	4,94
7	3,24	3,41	3,52	3,61	3,69	4,00	4,30	4,38	4,58	4,75
8	2,88	3,07	3,20	3,30	3,38	3,74	4,09	4,18	4,41	4,60
9	2,52	2,72	2,86	2,96	3,06	3,43	3,80	3,89	4,14	4,34
10	2,47	2,62	2,72	2,79	2,86	3,13	3,41	3,47	3,65	3,80
11	1,94	2,11	2,23	2,33	2,41	2,74	3,07	3,15	3,36	3,54
12	1,75	1,91	2,02	2,11	2,18	2,48	2,77	2,85	3,04	3,20
13	1,50	1,65	1,75	1,83	1,90	2,17	2,45	2,51	2,69	2,84
14	1,29	1,43	1,53	1,60	1,67	1,93	2,18	2,25	2,42	2,56
15	1,17	1,30	1,38	1,45	1,51	1,75	1,99	2,05	2,21	2,34
16	1,03	1,17	1,26	1,33	1,39	1,65	1,90	1,96	2,12	2,26
17	1,08	1,21	1,30	1,37	1,43	1,67	1,91	1,97	2,13	2,25
18	1,04	1,18	1,27	1,35	1,41	1,67	1,93	2,00	2,17	2,31
19	1,03	1,21	1,33	1,43	1,52	1,86	2,20	2,28	2,51	2,69
20	1,18	1,34	1,45	1,54	1,61	1,92	2,22	2,30	2,50	2,66
21	1,35	1,52	1,63	1,71	1,79	2,09	2,39	2,46	2,66	2,82
22	1,40	1,61	1,75	1,86	1,96	2,35	2,73	2,83	3,08	3,29
23	1,58	1,78	1,92	2,02	2,11	2,48	2,85	2,94	3,18	3,38
24	2,08	2,25	2,36	2,46	2,54	2,85	3,17	3,25	3,46	3,63
25	2,01	2,22	2,36	2,47	2,57	2,95	3,34	3,44	3,69	3,90
26	1,92	2,16	2,32	2,45	2,56	3,00	3,44	3,55	3,83	4,07
27	2,13	2,36	2,51	2,64	2,74	3,17	3,59	3,70	3,98	4,20
28	2,71	2,88	3,00	3,09	3,17	3,48	3,80	3,88	4,09	4,26
29	2,76	2,96	3,10	3,21	3,30	3,68	4,05	4,15	4,39	4,59
30	3,11	3,32	3,47	3,58	3,68	4,08	4,47	4,57	4,83	5,04
31	3,28	3,50	3,64	3,76	3,86	4,26	4,66	4,76	5,02	5,24
32	3,52	3,74	3,90	4,02	4,12	4,54	4,95	5,06	5,33	5,55
33	3,67	3,90	4,06	4,18	4,29	4,71	5,14	5,25	5,52	5,75
34	3,68	3,90	4,05	4,17	4,28	4,69	5,11	5,21	5,48	5,71
35	3,81	4,02	4,16	4,27	4,37	4,76	5,15	5,25	5,50	5,71
36	3,80	4,00	4,14	4,25	4,34	4,72	5,10	5,19	5,44	5,64

O valor de ET_0 com 75% de probabilidade (ET_{075}) apresenta valores variando de 8 a 20% acima do valor de ET_0 com 50% de probabilidade (ET_{050}) (Figura 1). Para a ET com 90% (ET_{90}) de probabilidade essas diferenças variam de 16 a 42%. De acordo com Saad e Scaloppi (1988) nas condições de irrigação suplementar dificilmente se justifica, economicamente, adotar níveis superiores a 90%, sendo normalmente utilizados níveis que variam entre 50 a 75%. Esses resultados mostram que a utilização do valor ET_0 médio ou com 50% de probabilidade no dimensionamento de projetos de irrigação podem implicar em subestimativas das demandas hídricas no pico.

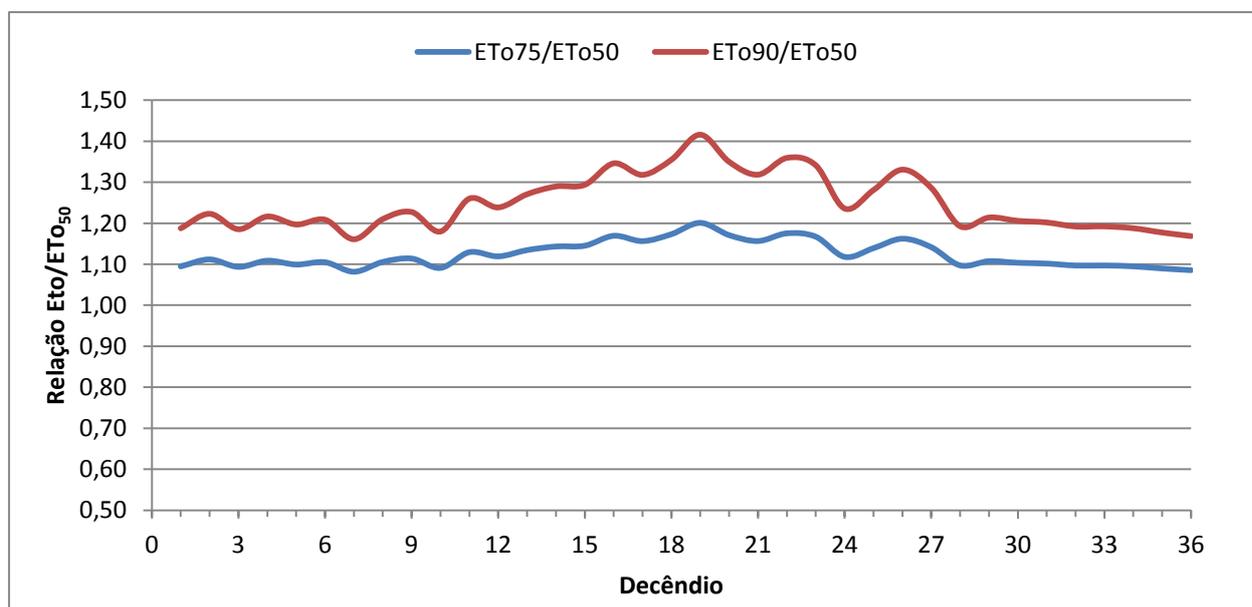


Figura 1. Relação entre a evapotranspiração decendial de 75% (ET_{75}) ou 90% (ET_{90}) com a evapotranspiração de 50% (ET_{50}) de Chapecó, SC.

CONCLUSÕES

Com base em meteorológicos diários de 1976 a 2016 de Chapecó (SC) foi calculada a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith agrupando-se os dados por decêndio. Os resultados obtidos permitiram obter as seguintes conclusões:

- A evapotranspiração decendial apresentou valores médios variando de 1,65 a 4,77 mm dia^{-1} ;
- A maioria das séries decenciais apresentou assimetria positiva;
- Embora as distribuições Normal, Log-Normal, Gama e Beta não serem rejeitadas no teste de aderência, a distribuição Log-Normal apresentou melhor desempenho;
- A evapotranspiração de referência com 75% de probabilidade apresentam valores variando de 8 a 20% superiores aos valores de ET_0 com 50% de probabilidade;
- Para o dimensionamento dos projetos de irrigação recomenda-se usar os valores de ET_0 com 75% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- 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**, v. 9, n. 3, p.58-67, 2014.
- ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P. LIMA, I.R.P.; LINHARES, P.C.F.; MARTINS, W.R.; CARDOSO, E.A.; PEREIRA, J.O.; SOUSA, R.P.; MEDEIROS, A.C.; CUNHA, L.M. M.; SANTOS, M.F.A.; GOMES, G.A.D. SILVA, R.M.P.; VERAS, M.L.M.; SILVA, K.A.; PEREIRA, M.B.B. Goodness-of-fit of reference evapotranspiration to gamma probability distribution. **Journal of Agricultural Science**; v.13, n. 6; p.70-81, 2021.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; HOWELL, T.A.; JENSEN, M. Evapotranspiration information reporting: II. Recommended documentation. **Agricultural Water Management**, v.98, n.6, p.921-929, 2011.
- BERNARDO, S; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- COSTA, N.; THEBALDI, M.S.; RODRIGUES, K.V. Estimativa da evapotranspiração potencial provável em Divinópolis, MG, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v.15, n.3, p.01-14, 2021.
- DENSKI, A.P.; BACK, Á.J. Aderência de distribuições de probabilidades aos dados de evapotranspiração de referencia decennial. **Revista Brasileira de climatologia**, v.17, n.11, p.27-40, 2015.DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v17i0.38683>
- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1984.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310).
- KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. Water Resources publications. Colorado. 1977. 224p.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- PEIXOTO, T.D.C.; LEVIEN, S.L.A.; BEZZERRA, A.H.F. Probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência média em Mossoró-RN, utilizando o modelo de distribuição probabilístico Normal (pp. 85-88). In: II Reunião Sulamericana para Manejo e

Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas, BA. p.88-91. 2011.

PEREIRA, A.S.; FRIZZONE, J.A. **Análise de frequência da evapotranspiração potencial para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação.** Relatório de Pesquisa. Piracicaba: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). 1994. 42p.

PRUITT, W.O; OETTINGEN, S.V.; MORGAN, D.L. Central California evapotranspiration frequencies. **Journal of the Irrigation and Drainage Division.** v.98, p.177-184, 1972.

SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E.J. Frequência de distribuição de evapotranspiração de referência para o dimensionamento de sistemas de irrigação In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 9, 1988, Florianópolis, **Anais...** v.2, p.1037-1052 Florianópolis: ABID.

SAAD, J.C.C.; BISCARO, G.A.; DELMANTO JR, O. Estudo da distribuição de evapotranspiração de referência visando o dimensionamento de sistemas de irrigação. **Irriga**, v.07, n.1, p.10-17, 2002.

SILVA, F.C.; FIETZ, C.R.; FOLEGATTI, M.V.F.A.C. Distribuição e frequência da evapotranspiração de referência de cruz das almas, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.284-286, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p284-286>

SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements.** Rome: FAO, 1991. 54p.

ULIANA, E.M.; SILVA, D.D.; SILVA, J.G.F.; FRAGA, M.S.; LISBOA, L. Estimate of reference evapotranspiration through continuous probability modelling. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.2, p.257-267, 2017.

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, **Anais...** Fortaleza. 2012. 5p.