



PRECIPITAÇÃO DECENAL PROVÁVEL DE LEBON REGIS - SANTA CATARINA

Charles Seidel¹, Juliane Garcia Knapik Justen², Álvaro José Back³

RESUMO: O conhecimento da precipitação provável é importante para o dimensionamento e manejo de projetos de irrigação bem como do uso de recursos hídricos. Este estudo teve como objetivo determinar as precipitações decenais prováveis de Lebon Regis, SC. Com base nas séries de 46 anos de precipitação diária foram determinadas as precipitações decenais e suas estatísticas descritivas. Para cada decênio foi ajustada distribuição Gama Mista com parâmetros estimados pelo método da Máxima Verossimilhança. A aderência das séries às distribuições foi comprovada pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling ao nível de significância de 5%. As séries apresentam grande dispersão, com coeficiente de variação de 62,6 a 130,2%. O coeficiente de assimetria varia de 0,6 a 2,4, com maiores valores nos decênios correspondentes aos meses de inverno. Os parâmetros apresentam variação sazonal, refletindo a variação da precipitação. Os valores de chuva esperada com 75% de probabilidade variam de 0 a 38,9 mm. Os valores de precipitação provável apresentados podem ser usados como referência para a o dimensionamento e manejo dos projetos de irrigação na região de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, hidrologia, probabilidades.

PROBABLE 10-DAY PRECIPITACION IN LEBON REGIS- SANTA CATARINA

ABSTRACT: Knowledge of probable precipitation is important for the design and management of irrigation projects, as well as the use of water resources. This study aimed to determine the probable 10-day precipitation of Lebon Régis, SC. Based on the 46-year series of daily precipitation, the 10-day precipitation and its descriptive statistics were determined.

¹ Eng. Agrônomo, MSc. Enga. Agrícola, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, (Epagri), Escritório municipal de Rio das Antas, CEP 89550-000, Fone (49) 3561-6458, email: seidel@epagri.sc.gov.br

² Eng^a. Florestal, MSc. Ciências Florestais, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, (Epagri), Gerência Regional de Rio do Sul

³ Eng. Agrônomo, MSc. Irrigação e Drenagem, Dr. em Engenharia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Urussanga, Urussanga, Santa Catarina

For each ten-day period, the Mixed Gamma distribution was adjusted with parameters estimated by the Maximum Likelihood method. The adherence of the series to the distributions was confirmed by the Kolmogorov-Smirnov and Anderson-Darling tests at a significance level of 5%. The series show great dispersion, with a coefficient of variation from 62.6 to 130.2%. The asymmetry coefficient ranges from 0.6 to 2.4, with higher values in the ten-day periods corresponding to the winter months. The parameters show seasonal variation, reflecting the variation in precipitation. Expected rainfall values with 75% probability range from 0 to 38.9 mm. The probable precipitation values presented can be used as a reference for the sizing and management of irrigation projects in the study region

KEYWORDS: irrigation, hydrology, probabilities.

INTRODUÇÃO

A precipitação é um dos elementos climáticos e componente do ciclo hidrológico que apresenta grande variação temporal e espacial. A precipitação pluviométrica é um parâmetro de fundamental importância na estimativa da necessidade de água de irrigação para as culturas e, conseqüentemente, para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação (LONGO et al., 2006). Para um adequado planejamento das atividades é necessário conhecer os riscos de ocorrências de períodos com déficit ou excesso hídricos.

Assis et al. (2018) destacam a importância do conhecimento das quantidades de chuva esperada para cada época do ano, e dessa forma, adequar as datas de plantio e práticas de manejo de acordo com o ciclo da cultura. A precipitação provável é definida como a chuva mínima esperada em determinado período do ano, para um determinado nível de probabilidade (FRIZZONE et al., 2005). As estimativas das precipitações prováveis são importantes para o correto dimensionamento das obras de engenharia, como também para o manejo e planejamento de demandas de recursos hídricos. A utilização da precipitação associada a um determinado nível de probabilidade, denominada de precipitação provável, é recomendada por vários autores, uma vez o uso da precipitação média pode resultar em projetos superdimensionados ou também subdimensionados (SOUZA et al., 2013).

Para a determinação da precipitação provável deve-se analisar a frequência dos eventos observados nas séries históricas usando uma distribuição de probabilidades adequada. A função de distribuição de probabilidades Gama é normalmente ajustada ao total de chuva em períodos mensais ou menores (RIBEIRO & LUNARDI, 1997; LIMA et al., 2008; PASSOS & MENDES,

2018). No entanto, quando ocorrem valores de precipitação igual a zero (períodos sem ocorrência de chuva), deve-se preferencialmente usar a distribuição Gama mista (VIANA et al., 1991). Longo et al. (2006) avaliaram a distribuição gama e log-normal para dados de chuva em períodos de 10, 15 e 30 dias de 22 estações pluviométricas do Paraná e concluíram que a distribuição gama incompleta ajustou-se melhor para todos os períodos e indiferente do regime de chuvas de da região e das condições pluviométricas.

O município de Lebon Régis, em Santa Catarina tem a economia baseada na agricultura e pecuária, destacando-se na produção de várias culturas, como tomate, cebola, alho e grãos, tendo ainda importantes áreas de plantio de fruticultura, fumo e batata. Na última década ocorreram vários períodos de estiagens, e dessa forma, aumentou a demanda por projetos de irrigação e a necessidade de estudos de frequências de precipitação. Este estudo teve como objetivo determinar a precipitação provável de Lebon Régis, Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de precipitação estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), localizada no município de Lebon Régis (SC). A estação (código 02650019) está localizada nas coordenadas de latitude $-26,9017^\circ$, longitude $-50,6592^\circ$ e altitude de 1000 m. Foram usados os dados diários do período de 07/1976 a 11/2022. Foram determinados os totais de precipitação decendiais bem como suas respectivas estatísticas descritivas. Para cada série decendial foi ajustada a distribuição Gama mista, com parâmetros estimados pelo método da Máxima Verossimilhança (ASSIS, 1996). Como a distribuição gama não admite valores nulos pode se utilizar o modelo misto obtendo como função cumulativa de probabilidade:

$$F(x) = P_0 + (1 - P_0)G(x) \quad (1)$$

Em que;

$P(0)$ é a probabilidade de ocorrência de valores nulos (zeros);

$G(x)$ é a distribuição teórica, onde os parâmetros são estimados na ausência de zeros.

A aderência das séries decendiais às respectivas distribuições ajustadas foram avaliadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling, ao nível de significância de 5%. Com as distribuições ajustadas foram determinadas as precipitações estimadas para os níveis de probabilidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 70, 75, 80, 85, 90 e 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média decendial varia de 27,0 mm no decêndio 11 (mês de abril) a 79,8 mm no decêndio 29 (mês de outubro). Os valores de precipitação decendial apresentam grande dispersão, com coeficiente de variação variando de 62,6 a 130,2%, com maiores valores nos decêndios 12 a 25, correspondendo as estações de outono e inverno (Tabela 1).

Tabela 1. Estatísticas descritivas das precipitações decendiais de Lebon Régis (SC) e parâmetros da distribuição Gama mista ajustados e precipitação esperada para probabilidade de 75% (P75) e 25% (P25).

Decêndio	Estatísticas descritivas						Parâmetros da		
	Média (mm)	CV (%)	N	Maior (mm)	Menor (mm)	Coef. de Assimetria	Distribuição Gama Mista		
							α	β	Po
1	50,7	68,9	46	129,1	2,9	0,70	27,17	1,866	0,0434
2	60,4	66,3	46	165,9	0,8	0,89	36,78	1,641	0,0000
3	63,1	71,2	45	190,8	0,5	0,80	44,13	1,430	0,0000
4	50,4	89,8	46	185,8	0,0	1,13	42,40	1,240	0,0435
5	51,0	62,6	44	126,4	3,8	0,66	24,57	2,075	0,0000
6	47,5	80,0	46	139,2	1,4	0,82	37,02	1,283	0,0000
7	39,8	87,6	46	164,9	0,0	1,30	27,58	1,582	0,0870
8	38,6	75,0	46	133,5	0,0	1,02	29,66	1,361	0,0435
9	49,3	96,3	46	207,8	0,0	1,56	41,51	1,271	0,0652
10	34,4	99,4	45	142,0	0,0	1,57	27,42	1,409	0,1111
11	27,0	86,1	44	88,0	0,0	0,70	20,56	1,481	0,1136
12	33,9	116,3	44	174,0	0,0	1,75	56,92	0,926	0,1591
13	35,9	114,7	46	156,8	0,0	1,39	37,79	1,150	0,1739
14	39,1	122,5	46	255,2	0,0	2,43	44,12	1,045	0,1522
15	51,4	114,8	46	301,8	0,0	2,02	63,97	0,947	0,1522
16	30,5	126,3	45	168,2	0,0	2,16	36,81	1,007	0,1778
17	49,2	95,0	45	156,5	0,0	0,89	57,31	0,942	0,0889
18	39,3	109,6	45	212,8	0,0	2,06	33,39	1,359	0,1333
19	48,1	127,6	44	290,1	0,0	2,11	71,12	0,726	0,0682
20	40,6	88,4	45	122,7	0,0	0,74	33,87	1,348	0,1111
21	42,3	97,1	46	193,1	0,0	1,59	37,57	1,205	0,0652
22	34,0	130,2	45	196,6	0,0	1,90	43,49	1,065	0,2667
23	42,8	107,8	45	228,9	0,0	1,68	41,94	1,242	0,1778
24	31,4	106,4	45	145,5	0,0	1,32	31,30	1,178	0,1556
25	38,9	104,0	45	158,8	0,0	1,28	49,24	0,911	0,1333
26	48,1	88,1	45	208,5	0,0	1,62	39,41	1,247	0,0222
27	53,6	88,6	44	189,2	0,0	1,20	46,88	1,170	0,0227
28	62,0	78,4	45	229,4	0,0	1,30	39,25	1,616	0,0222
29	79,8	72,0	45	224,3	0,0	0,93	36,61	2,280	0,0444
30	63,2	73,3	44	188,7	2,3	0,63	45,69	1,382	0,0000
31	51,1	82,3	46	218,6	0,0	1,71	31,29	1,669	0,0217
32	45,8	79,0	46	155,9	0,0	1,11	25,65	1,910	0,0652
33	42,1	78,2	46	139,3	0,0	1,02	23,59	1,911	0,0652
34	44,7	74,0	44	133,9	0,0	0,88	25,47	1,838	0,0455
35	41,3	76,6	44	158,5	0,0	1,45	22,23	1,946	0,0455
36	53,3	80,2	44	170,7	0,0	1,06	34,14	1,539	0,0227

Ocorrem eventos extremos com valores de precipitação decendial acima de 200 mm em 27,8% dos decêndios, sendo o maior valor registrado 301,8 mm. Por outro lado, 83,3% dos

decêndios apresentaram valores nulos de precipitação em algum dos anos analisados. O coeficiente de assimetria varia de 0,6 a 2,4, com maiores valores nos decêndios correspondentes aos meses de inverno. Todos os valores de mediana foram superiores a média, devido à assimetria dos dados, com diferenças de até 150%. Esses resultados estão de acordo com vários trabalhos que evidenciam as assimetrias dos valores de chuva em períodos mensais ou inferiores. Analisando dados de chuva de Bauru (SP), Cunha et al. (1997) concluíram que os valores médios de precipitação pluvial se encontravam entre os níveis de 30 e 50 % de probabilidade, subestimando os valores encontrados no nível de 75%, os quais são recomendados para projetos agrícolas. Viana et al. (1999) observaram que para Pentecostes (CE) o valor médio de precipitação ocorre entre os níveis de 30 e 40% de probabilidade, não devendo ser empregado como base na elaboração de projetos agrícolas. Essas constatações reforçam a indicação do uso da distribuição Gama mista na análise das chuvas decendiais.

Os parâmetros da distribuição Gama Mista são apresentados na Tabela 1. O parâmetro α varia 20,5 a 71,1 e o parâmetro β varia de 0,726 a 2,280. O parâmetro P_0 representa a probabilidade de o decêndio ser seco, e varia de 0,0 a 0,2667, que corresponde a probabilidade de 26,7% de não ocorrer chuva no decêndio 22 (mês de agosto). Para todos os decêndios verificou-se que os valores das estatísticas dos testes KS e AD foram inferiores aos valores críticos, indicando que a distribuição Gama mista se ajustou bem. Esses dados estão de acordo com resultados obtidos por vários autores, que ressaltam o bom ajuste da distribuição Gama aos dados de chuva decendial ou por pentadas (SOUZA et al., 2018).

Os valores estimados de precipitação para diversos níveis de probabilidade são apresentados na Tabela 2. Somente o decêndio 22 apresentou valores nulos de precipitação ocorrem com probabilidade superior a 85%, como indicado pelo maior valor do parâmetro $p_0 = 0,2667$. Para o nível de probabilidade de 25% observa-se que os valores de precipitação esperada variam de 38,7 mm a 108,9 mm. Observa-se que apenas em sete decêndios o valor médio de precipitação ficou entre os níveis de 40 e 50% de probabilidade, estando nos demais decêndios entre os níveis de 30 e 40%, concordando com os trabalhos de Cunha et al. (1997) e Viana et al. (1999).

Para o nível de probabilidade de 75% observa-se que os valores variam de 0 a 38,9 mm. Esses dados podem ser usados para o planejamento do sistema de irrigação, reforçando a contribuição da precipitação natural não atendimento da demanda de água, e a caracterização da irrigação como medida suplementar. Para que haja minimização dos riscos, Jensen (1974) recomenda que não se trabalhe com probabilidades de ocorrência de precipitação menores que 80 e 90%, enquanto Doorenbos & Pruitt (1977) sugerem probabilidades entre 75 e 80%.

Tabela 2. Chuvas decendiais (mm) com diferentes níveis de probabilidade estimada para Lebon Régis, Santa Catarina.

Decêndio	Probabilidade											
	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,50	0,30	0,25	0,20	0,10	0,05
1	2,7	9,1	13,5	17,4	21,1	24,7	40,1	60,2	66,9	74,9	98,7	121,5
2	8,2	13,1	17,5	21,7	25,9	30,1	48,6	73,8	82,3	92,5	123,1	152,6
3	6,8	11,6	16,0	20,3	24,7	29,1	49,2	77,1	86,6	98,2	133,1	167,1
4	0,8	5,0	8,7	12,3	16,0	19,8	37,1	61,9	70,5	80,9	112,8	144,1
5	9,5	14,0	17,9	21,5	25,0	28,4	43,1	62,1	68,5	76,0	98,3	119,5
6	4,2	7,5	10,7	13,9	17,1	20,5	35,9	57,9	65,5	74,7	102,8	130,4
7	0,0	2,4	7,0	10,6	14,0	17,3	31,4	50,1	56,5	64,1	86,8	108,8
8	0,9	4,6	7,6	10,4	13,3	16,2	29,4	47,7	54,0	61,6	84,7	107,2
9	0,0	3,6	7,6	11,3	15,1	18,9	36,4	61,1	69,6	80,0	111,5	142,4
10	0,0	0,0	3,7	7,0	10,0	12,9	25,8	43,3	49,3	56,4	78,1	99,2
11	0,0	0,0	3,0	5,7	8,2	10,5	20,6	34,2	38,7	44,2	60,8	76,9
12	0,0	0,0	0,0	2,1	5,2	8,7	26,1	53,6	63,6	75,8	114,1	152,6
13	0,0	0,0	0,0	2,0	5,4	8,7	23,6	44,9	52,4	61,4	89,1	116,5
14	0,0	0,0	0,0	3,0	6,1	9,4	25,0	48,2	56,5	66,5	97,6	128,6
15	0,0	0,0	0,0	3,1	6,7	10,8	31,0	62,4	73,7	87,6	131,0	174,6
16	0,0	0,0	0,0	1,0	3,5	6,0	18,5	37,4	44,1	52,4	78,0	103,5
17	0,0	0,5	3,3	6,3	9,7	13,3	31,4	59,5	69,7	82,1	120,9	160,0
18	0,0	0,0	2,2	6,3	9,9	13,5	28,8	49,7	56,9	65,5	91,6	117,0
19	0,0	0,6	2,2	4,4	7,0	10,0	26,9	55,9	66,8	80,4	124,0	168,8
20	0,0	0,0	4,0	7,7	11,2	14,7	30,0	51,0	58,2	66,9	93,3	119,0
21	0,0	2,7	6,0	9,1	12,3	15,6	30,6	52,3	59,8	68,9	96,9	124,4
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	18,6	42,0	50,2	60,3	91,2	122,0
23	0,0	0,0	0,0	2,6	7,0	11,2	29,2	54,2	62,8	73,2	104,9	136,0
24	0,0	0,0	0,0	2,9	5,7	8,5	21,1	39,0	45,2	52,8	75,9	98,8
25	0,0	0,0	0,6	2,9	5,6	8,5	23,4	46,9	55,5	66,0	98,9	132,0
26	2,6	6,1	9,4	12,8	16,1	19,6	35,8	58,8	66,8	76,6	106,2	135,4
27	2,4	6,1	9,7	13,3	17,0	20,9	39,0	65,4	74,7	85,9	120,3	154,4
28	5,8	11,5	16,4	20,9	25,4	29,9	49,7	76,4	85,4	96,2	128,8	160,2
29	6,2	18,7	26,4	32,9	38,9	44,8	68,7	99,0	108,9	120,7	155,3	188,0
30	6,4	11,1	15,4	19,7	24,1	28,5	48,7	77,0	86,8	98,6	134,2	169,1
31	5,1	9,9	13,9	17,7	21,4	25,1	41,3	62,9	70,2	79,0	105,2	130,5
32	0,0	6,9	11,7	15,7	19,4	23,0	38,0	57,4	63,8	71,5	94,2	115,8
33	0,0	6,4	10,8	14,5	17,9	21,2	35,0	52,8	58,7	65,8	86,6	106,6
34	1,9	8,1	12,1	15,8	19,2	22,6	36,8	55,6	61,8	69,2	91,4	112,7
35	2,0	8,0	11,9	15,2	18,4	21,5	34,5	51,3	56,9	63,6	83,4	102,3
36	4,3	8,9	12,9	16,6	20,3	24,1	40,6	63,2	70,9	80,1	107,9	134,8

Segundo Frizzone et al. (2005), a probabilidade de 75% é considerada adequada para fins agropecuários. A probabilidade de 75% refere-se ao valor de precipitação que tenha 75% de probabilidade de ser igualado ou superado. Junqueira Junior et al. (2007) destacam que a consideração da irrigação como única fonte de suprir a demanda de água para as plantas pode acarretar sistemas superdimensionados, o que contribui para elevar seu custo de implantação. Com os valores dos parâmetros da distribuição de probabilidades é possível obter estimativa da

chuva para qualquer nível de probabilidade, e dessa forma adequar a chuva de acordo com o risco aceito para o projeto

CONCLUSÕES

A precipitação decendial de Lebon Régis (SC) tem grande dispersão, forte assimetria positiva, e grande variação sazonal. A distribuição Gama Mista se ajustou bem a todas as séries decendiais e os valores de precipitação provável apresentados no estudo podem ser usados para o manejo e dimensionamento de projetos de irrigação suplementar na região de estudo. Os valores de precipitação decendial com 75% de probabilidade apresentados podem ser usados como referência para os projetos de irrigação na região de Lebon Régis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de Estatística à Climatologia - teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.
- ASSIS, J. P. DE; SOUZA, R. P. DE; BATISTA, B. D. O.; LINHARES, P. C. F. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.03. p.814-825, 2018.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).
- FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, J. L. M.; ZOCOLER, J. L. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio Norte, 2005. 627p.
- JENSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. New York: American Society of Agricultural Engineers, 1974. 829p.
- JUNQUEIRA JUNIOR, 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**, v. 31, n. 3, p. 842-850, 2007.

LIMA, J. S. DE S.; SILVA, S. DE A.; OLIVEIRA, R. B. DE; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, p. 327-332, 2008.

LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M. Modelo computacional para estimativa das precipitações prováveis utilizando as distribuições de probabilidades Gama e Log-Normal. **Varia Scientia**, v. 6, n. 11, p. 141-148., 2006.

PASSOS, M. L. V.; MENDES, T. J. Precipitação Pluviométrica Mensal e Anual Provável para o Município de Turiaçu-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada -RBAI**, v. 2, n. 1, p. 2283-2292, 2018.

RIBEIRO, A. M. A.; LUNARDI, D. M. C. A precipitação mensal provável para Londrina-PR, através da função Gama. **Revista Energia na Agricultura**, v. 12, n. 4, p. 37-44, 1997.

SOUZA, J. L. M.; JERSZURKIM D.; DAMAZIO, E.C.; Relações funcionais entre precipitação provável e média em regiões e climas brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 693-702, 2013.

SOUZA, J. L. M.; JERSZURKIM D.; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D. DAMAZIO, E. C.; Decomposição e valores prováveis da série de precipitação pluviométrica de Goiânia, Estado de Goiás. Convibra. **Congresso Virtual de Agronomia**. 2018. p.1-9.

VIANA, T. V. A.; ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JUNIOR, A. S. AZEVEDO, B. M.; CRISSÓSTOMO JUNIOR, R. R. Precipitação decendial provável para Pentecoste-CE através da distribuição gama In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 1 CD-ROM.