

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DECENAL NA REGIÃO DE DOURADOS-MS

Carlos Ricardo FIETZ¹, Claudio LAZZAROTTO², Mário Artemio URCHÉI³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar a distribuição de frequência e determinar a precipitação decenal esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados-MS. O estudo foi realizado para períodos decenais e baseou-se em uma série de 27 anos de dados diários. Cada período foi ajustado a uma distribuição Mista utilizando a distribuição Gama incompleta, sendo a aderência dos dados verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os parâmetros da distribuição Gama foram estimados pelo método da máxima verossimilhança. Todas as séries de precipitação ajustaram-se à distribuição teórica. Os modelos gerados permitem que se adotem valores criteriosos de precipitação no planejamento agrícola na região de Dourados. O uso da precipitação média para este fim não é recomendado, pois pode resultar no subdimensionamento de projetos e na definição incorreta de atividades.

INTRODUÇÃO

O comportamento da precipitação pluviométrica de um determinado local pode ser definido em termos probabilísticos, através de modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados. Os modelos gerados, após a comprovação da aderência dos dados à distribuição teórica, podem fornecer informações úteis para o planejamento de muitas atividades. Na agricultura, por exemplo, podem ser utilizados para definir as necessidades de irrigação e as épocas de semeadura e de colheita das culturas.

Vários trabalhos realizados no Brasil demonstram que a distribuição de frequência da precipitação de períodos decenais se ajusta satisfatoriamente à distribuição Gama incompleta (Frizzone, 1979; Frizzone et al., 1985; Fietz et al., 1998 e Saad & Frizzone, 1998). No entanto, em séries com valores nulos ou entre zero e 1,0mm, a distribuição Gama incompleta apresenta uma limitação, a de que seus parâmetros não podem ser estimados pelo método da máxima verossimilhança, o mais geral e recomendado. Para resolver essa dificuldade, pode-se utilizar o conceito de distribuição Mista introduzida por Thom (1951). A função cumulativa de probabilidade da distribuição Mista é composta de duas partes: (1) a probabilidade de ocorrência de valores iguais a zero e (2) uma distribuição contínua que, no caso de precipitação pluviométrica, é geralmente utilizada a Gama incompleta aplicada aos dados de precipitação não nulos.

O objetivo deste trabalho foi definir a distribuição de frequência e determinar a precipitação decenal esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados-MS.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970, Dourados, MS. E-mail: crfietz@cpao.embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: claudio@cpao.embrapa.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: urchei@cpao.embrapa.br.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se em dados diários de precipitação pluviométrica de uma série de 27 anos (1971/97), coletada na Fazenda Aquarius, localizada no distrito de Panambi, município de Dourados-MS, cujas coordenadas são: latitude de 22° 08'S e longitude 54° 38'W.

A análise foi realizada para períodos decendiais, sendo cada ano dividido em 36 períodos discretos. As séries foram ajustadas à distribuição gama incompleta, cuja função cumulativa de probabilidade é expressa por:

$$G(y') = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^{y'} e^{(-y'/\beta)} y'^{(\alpha-1)} dy' \quad (1)$$

em que $G(y')$ é a distribuição gama incompleta para valores não nulos (y'), α e β são, respectivamente, os parâmetros de forma e de escala da distribuição gama, Γ é o símbolo da função e e é a base do logaritmo neperiano.

Os parâmetros da distribuição foram estimados pelo método da máxima verossimilhança (Assis et al., 1996):

$$\hat{\beta} = \frac{Y_m}{\alpha} \quad (2)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{1 + [1 + (4A/3)]^{1/2}}{4A} \quad (3)$$

$$A = \ln(Y_m) - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \ln(Y_k) \quad (4)$$

em que Y_m é a precipitação média do período, Y_k é a precipitação acumulada, n é o número de dados e \ln é o operador do logaritmo neperiano. Foram consideradas nulas as precipitações inferiores a 0,5mm e como 1,0mm os valores do intervalo $0,5\text{mm} \leq y < 1,0\text{mm}$.

A probabilidade da precipitação de um período não exceder a um determinado valor y foi estimada pela distribuição Mista (Thom, 1951), utilizando a distribuição Gama incompleta:

$$M(y) = k + (1 - k)G(y') \quad (5)$$

sendo

$$k = \frac{j}{n} \quad (6)$$

em que $M(y)$ é a distribuição acumulada Mista, k é a probabilidade de não ocorrer precipitação no período, j é o número de valores nulos e n é o tamanho da série.

A aderência dos dados de precipitação à distribuição teórica foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Assis et al., 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os valores de máxima divergência do teste Kolmogorov-Smirnov foram inferiores ao nível crítico em 5% de significância. Portanto, todas as séries de precipitação decendial ajustaram-se à distribuição Mista utilizando a distribuição Gama incompleta. Resultados similares com séries decendiais de precipitação foram obtidos por Fietz et al. (1998) e Saad & Frizzone (1998).

Através da equação (5) foram gerados valores de precipitação esperada para períodos de retorno de 2, 4, 5, 10, 15 e 20 anos ou, respectivamente, níveis de probabilidade de 50, 75, 80, 90, 93 e 95% (Tabelas 1 e 2). Nessas tabelas constam as probabilidades da precipitação ser igual ou superior aos valores nelas contidas. Assim, por exemplo, considerando o período de retorno de cinco anos, existe 80% de probabilidade de que a precipitação no terceiro decêndio de janeiro seja de, no mínimo, 14,0mm. Ou ainda, em quatro de cada cinco anos a precipitação nesse decêndio deverá ser igual ou maior que 14,0mm.

Tabela 1. Precipitação pluviométrica decendial esperada na região de Dourados-MS nos meses de janeiro a junho. Observações do período 1971/98.

Decêndio	$\hat{\alpha}^1$	$\hat{\beta}^1$	K^2	D^3	Média (mm)	Pm^4 (%)	Precipitação (mm)					
							Nível de probabilidade (%)					
							95	93	90	80	75	50
Jan												
1-10	1,088	57,115	0,037	0,13	59,9	37,3	1,1	2,7	5,0	12,9	17,0	42,2
11-20	2,166	33,373	0,111	0,09	64,3	42,3	0,0	0,0	0,0	20,7	26,8	54,8
21-31	1,619	40,523	0,111	0,08	58,3	40,2	0,0	0,0	0,0	14,0	19,4	45,9
Fev												
1-10	2,074	28,558	0,037	0,11	57,0	41,3	5,5	9,0	12,8	22,4	26,7	48,3
11-20	1,521	39,982	0,037	0,12	58,6	39,4	3,0	5,6	8,8	18,0	22,4	46,1
21-28	2,128	20,734	0,000	0,11	44,1	40,9	8,5	10,2	12,4	18,9	21,9	37,4
Mar												
1-10	1,708	27,654	0,000	0,11	47,2	39,9	6,8	8,4	10,7	17,5	20,8	38,4
11-20	1,882	27,013	0,037	0,17	49,0	40,7	3,9	6,7	9,8	18,0	21,6	40,6
21-31	1,261	44,405	0,074	0,11	51,9	38,3	0,0	0,0	3,0	11,3	15,3	38,0
Abr												
1-10	0,863	57,138	0,074	0,17	45,7	35,5	0,0	0,0	0,9	5,6	8,5	28,2
11-20	1,793	29,713	0,185	0,06	43,4	41,1	0,0	0,0	0,0	4,5	11,0	34,3
21-30	0,905	35,117	0,296	0,14	22,4	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9
Mai												
1-10	1,115	40,824	0,222	0,07	35,4	35,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	21,6
11-20	2,017	34,427	0,222	0,06	54,0	42,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	43,7
21-31	0,906	51,854	0,111	0,18	41,7	35,8	0,0	0,0	0,0	4,1	6,9	25,6
Jun												
1-10	0,808	51,216	0,148	0,15	35,3	34,5	0,0	0,0	0,0	1,5	3,5	19,2
11-20	1,573	20,938	0,333	0,09	22,0	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7
21-30	1,313	21,679	0,296	0,12	20,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
							20	15	10	5	4	2
Período de retorno (ano)												

¹Parâmetro da distribuição gama incompleta.

²Probabilidade de não ocorrer precipitação.

³Valores de máxima divergência do teste de Kolmogorov-Smirnov. O nível crítico em 5% de significância é 0,26.

⁴Probabilidade de ocorrência da precipitação média.

Analisando-se as precipitações com 75% de probabilidade de ocorrência, o nível mais indicado para ser utilizado no dimensionamento de projetos agrícolas (Matute & Hachem, 1983 e Marouelli & Sedyama, 1987), pode-se observar que os maiores valores ocorrem no terceiro e no primeiro decêndios de dezembro. Pode-se também verificar que o período do segundo decêndio de junho ao primeiro de setembro é o menos chuvoso do ano, devido ao inverno seco que caracteriza o clima da região.

Tabela 2. Precipitação pluviométrica decendial esperada na região de Dourados (MS) nos meses de julho a dezembro. Observações do período 1971/98.

Decêndio	$\hat{\alpha}^1$	$\hat{\beta}^1$	K^2	D^3	Média (mm)	Pm ⁴ (%)	Precipitação (mm)					
							Nível de probabilidade (%)					
							95	93	90	80	75	50
Jul												
1-10	2,341	12,600	0,481	0,07	15,3	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
11-20	1,771	12,988	0,407	0,11	13,6	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
21-31	1,129	18,263	0,519	0,05	9,9	30,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago												
1-10	1,494	10,160	0,370	0,15	9,6	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
11-20	1,086	25,206	0,407	0,08	16,2	33,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
21-31	0,746	58,941	0,370	0,09	27,7	30,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Set												
1-10	1,057	45,145	0,370	0,09	30,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7
11-20	1,246	35,082	0,185	0,18	35,6	38,0	0,0	0,0	0,0	1,6	5,4	24,2
21-30	2,925	13,552	0,074	0,11	36,7	43,8	0,0	0,0	8,3	16,5	19,5	33,1
Out												
1-10	1,286	38,483	0,000	0,10	49,5	38,3	4,4	5,8	7,9	14,5	17,8	37,4
11-20	2,136	26,808	0,037	0,08	55,1	41,5	5,6	9,0	12,8	22,1	26,2	46,9
21-31	1,124	52,438	0,037	0,11	56,8	37,5	1,2	2,8	5,1	12,7	16,7	40,5
Nov												
1-10	2,693	21,538	0,037	0,11	55,9	42,6	8,2	12,1	16,2	25,8	29,8	49,4
11-20	1,761	35,649	0,037	0,11	60,4	40,4	4,2	7,4	11,1	21,1	25,6	49,4
21-30	1,306	41,243	0,000	0,07	53,9	38,4	4,9	6,5	8,7	16,0	19,7	40,9
Dez												
1-10	2,470	25,884	0,037	0,14	61,6	42,2	7,9	12,1	16,5	27,0	31,6	53,7
11-20	1,419	51,550	0,000	0,12	73,1	38,9	7,8	10,1	13,3	23,4	28,4	56,9
21-31	3,650	19,634	0,000	0,11	71,7	43,0	22,9	25,9	29,7	39,8	44,2	65,2
							20	15	10	5	4	2
Período de retorno (ano)												

¹Parâmetro da distribuição gama incompleta.

²Probabilidade de não ocorrer precipitação.

³Valores de máxima divergência do teste de Kolmogorov-Smirnov. O nível crítico em 5% de significância é 0,26.

⁴Probabilidade de ocorrência da precipitação média.

As precipitações médias de todos os decêndios apresentaram probabilidades de ocorrência inferiores a 50%, portanto muito abaixo do nível geralmente recomendado para o dimensionamento de projetos agrícolas (75%). Esse comportamento também foi verificado por Fietz et al. (1998) e pode ser atribuído ao ajuste satisfatório dos dados à distribuição Mista utilizando a distribuição Gama que apresenta assimetria positiva. Portanto, o uso de valores médios de precipitação

decendial não é recomendado para o planejamento agrícola na região de Dourados, pois pode acarretar no subdimensionamento de projetos e na definição incorreta de atividades.

CONCLUSÕES

A distribuição Mista, utilizando a distribuição Gama incompleta, apresentou-se adequada para estimar a precipitação pluviométrica decendial esperada para a região de Dourados. Os modelos gerados possibilitam a adoção de valores criteriosos de precipitação para o planejamento de várias atividades agrícolas. O uso da precipitação média para este fim não é recomendado pois pode resultar no subdimensionamento de projetos e na definição incorreta de atividades agrícolas.

BIBLIOGRAFIA

- ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R. **Aplicações de estatística à climatologia.** Pelotas: UFPel-Editora Universitária, 1996. 161 p.
- FIETZ, C.R.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; URCHEI, M.A. Precipitação esperada, em diferentes níveis de probabilidade, na região de Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n. 1, p. 29-34, jan./mar. 1998.
- FRIZZONE, J.A. **Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição e frequência de precipitações na região de Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 1979. Tese Mestrado.
- FRIZZONE, J.A.; RETTORE, P.R.; PEREIRA, G.T. Análise da distribuição e frequência das precipitações em períodos de 5 e 10 dias, na região de Pereira Barreto (SP), utilizando a distribuição Gama incompleta. **ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 22, p.2-4, set. 1985.
- MAROUELLI, W.A.; SEDIYAMA, G.C. Balanço hídrico visando ao máximo a precipitação natural. In: SEDIYAMA, G.C. **Necessidade de água para os cultivos.** Brasília: ABEAS, 1987. p. 86-127.
- MATUTE, E.; HACHEM, A.M. **Necessidade de água para irrigação.** Brasília: PROVÁRZEAS/PROFIR, 1983. 24 p.
- SAAD, J.C.C.; FRIZZONE, J.A. Estudo da distribuição de frequência da precipitação pluvial visando o dimensionamento de sistemas de irrigação. **IRRIGA**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 35-46, 1998.
- THOM, H.C.S. A frequency distribution for precipitation. **Bulletin of American Meteorological Society**, Boston, v. 32, n. 10, p. 117-122, 1951.