

PROBABILIDADES DE CHUVA NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE MONTE ALEGRE NO MUNICÍPIO DE MONSENHOR GIL, PI

Milcíades Gadelha de LIMA¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste em estimar as probabilidades mensais de chuva para a microbacia hidrográfica do Açude Monte Alegre, por meio das distribuições Empírica e Gama Incompleta, utilizando os dados de chuva do município de Monsenhor Gil, PI. Na distribuição empírica as probabilidades com que serão igualadas ou superadas as precipitações foram calculadas pelo método de Kimbal. Na distribuição gama incompleta, método dos momentos simplificado, obteve-se as probabilidades dos totais mensais de chuva através da função densidade da distribuição Gama, calculando-se a probabilidade de ocorrência de precipitação para 13 níveis. A região tem o período chuvoso concentrado no período de dezembro a maio, onde são registradas chuvas significativas, acima de 50 mm/mês com 75 % de probabilidade de ocorrência, nos meses de janeiro a abril, nos quais recomenda-se a agricultura de sequeiro; as menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm/mês, são registradas nos meses de maio a dezembro, onde deve concentrar-se a agricultura irrigada.

Palavras-chave: Probabilidades de chuva, microbacia hidrográfica.

INTRODUÇÃO

A quantidade e a distribuição da chuva são variáveis no espaço e no tempo; por isso ela é considerada um fenômeno aleatório. O valor médio de precipitação não deve ser utilizado como base na elaboração de projetos agrícolas pois ocorre, geralmente, entre os níveis de 30 e 40 % de probabilidade, (Ribeiro e Lunardi, 1997), ou mesmo entre 30 e 50 % de probabilidade (Cunha et al. 1997). Para períodos decendiais, o valor médio de precipitação ocorreu entre os níveis de 60 e 70 % de probabilidade, subestimando os valores encontrados no nível de 75 %, recomendados para projetos agrícolas (Andrade Júnior e Bastos, 1997). Ao invés de utilizar valores médios de precipitação (significa acreditar que um ano será seco e o outro chuvoso, e que a distribuição é normal) seleciona-se um nível de probabilidade e calcula-se a quantidade de precipitação associada a este nível de probabilidade; isto é, calcula-se a precipitação dependente ou provável.

¹ Dr., Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, UFPI. Campus Agrícola da Socopo, 64049-590, Teresina, PI. E-mail: gadelha@mnet.com.br

Na prática, escolhe-se a quantidade de chuva que é esperada ocorrer, pelo menos 3 vezes em 4 anos, ou pelo menos 4 vezes em 5 anos, isto é, com probabilidades de 75% ou 80%.

O objetivo deste trabalho consiste em estimar as probabilidades mensais de chuva para a microbacia hidrográfica do Açude Monte Alegre, Monsenhor Gil, PI, por meio das distribuições Empírica e Gama Incompleta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos coletados na Estação Climatológica de Teresina, PI (Lat. 05°05' S, Long. 42° 49' W, Alt. 74,375 m), devido à proximidade (52 km) da localidade de Monsenhor Gil (Lat. 05°35' S, Long. 42° 37' W, Alt. 120 m).

Na distribuição empírica as probabilidades com que serão igualadas ou superadas as precipitações foram calculadas pelo método de Kimbal. Esse método possibilita uma estimativa de probabilidade para um período de recorrência menor que o número de anos de observação (Villela e Matos, 1985).

Na distribuição gama incompleta, método dos momentos simplificado (Mood 1974), obteve-se as probabilidades dos totais mensais de chuva através da função densidade da distribuição Gama, calculando-se a probabilidade de ocorrência de precipitação para 13 níveis: 95, 90, 80, 75, 70, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 10 e 5%, usando a expressão:

$$p(x \leq X) = (1 - F_0) \int_0^x f(x) dx \quad (1)$$

onde **F₀** é a probabilidade de ocorrer chuva no período considerado e **f(x)** a função densidade de distribuição Gama (Equação 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostradas as médias mensais de chuva para o período de 34 anos. Observa-se que os meses com valores mais elevados são dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio apresentando médias acima de 95 mm de chuva. Tomando-se o valor de 1 488,6 mm, referente à média anual, nota-se que o período de dezembro a maio representou em torno de 90,3% desse total anual médio. Os coeficientes de variação mês a mês foram bastante elevados, assim como os valores do desvio padrão da média mensal que variaram entre 12,0 e 158,9 mm, sugerindo não serem os valores mensais médios dos meses mais chuvosos um índice confiável de adequação da água para a agricultura de sequeiro.

Para fins agrícolas a precipitação média de uma determinada localidade não é um parâmetro adequado para ser utilizado, uma vez que a probabilidade de sua ocorrência com valor igual ou superior à média, para a região em estudo, situou-se com maior frequência, principalmente, no período chuvoso, entre os níveis de 30 e 50 % (Tabela 2), que são considerados baixos. Medina & Leite (1984) recomendaram que para minimizar os riscos no planejamento de uma agricultura racional não se deve usar probabilidades de ocorrência de chuva inferior a 75%. Por outro lado, uma chuva só deve ser considerada significativa quando acima de 50 mm/mês, Soares Neto e Silva (1996).

Tabela 1 Valores de precipitação média (X), desvio padrão (S), temperatura máxima (MX), temperatura mínima (MN) e o coeficiente de variação (CV) da chuva (mm) no período de 1963 a 1996. Monsenhor Gil, PI, 1999.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
X	213,0	239,5	338,7	292,5	127,5	17,3	7,7	6,6	14,8	38	64,4	134,1
S	111,4	132,5	158,9	174,1	90,6	24,0	14,6	12,0	21,0	36,0	49,7	95,0
MX	631,6	693,8	782	736,4	362,8	110,0	69,2	43,8	72,4	106	196,2	339,2
MN	39,0	24,9	97	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CV	0,52	0,55	0,47	0,6	0,71	1,39	1,89	1,83	1,41	0,95	0,77	0,71

Os valores da distribuição de probabilidade calculada pelo método empírico e o tempo de retorno de uma dada chuva, como também a probabilidade de excedência e da não excedência da altura de chuva são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Probabilidade de ocorrência de chuva na microbacia hidrográfica do Açude Monte Alegre, calculada através da distribuição empírica. Monsenhor Gil, PI, 1999.

N	P>Pm	P≤Pm	T	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,03	0,97	35,0	631,6	693,8	782,0	736,4	362,8	110,0	69,2	43,8	72,4	106,0	196,2	339,2
2	0,06	0,94	17,5	385,0	452,4	639,1	729,2	289,1	55,4	37,6	34,8	61,4	103,8	156,7	327,4
3	0,09	0,91	11,7	360,6	432	552,5	618,4	255,4	55,3	32,8	31,6	57,0	99,4	132,2	310,0
4	0,11	0,89	8,8	331,8	409,8	529,2	499,0	243,8	55,2	30,2	30,0	52,2	94,0	116,4	268,2
5	0,14	0,86	7,0	299,4	377,3	505,8	467,1	227,8	37,8	15,0	20,4	50,8	82,7	110,1	260,8
6	0,17	0,83	5,8	299,0	359,7	496,0	432,0	220,2	30,7	12,4	17,4	34,4	82,5	109,4	252,8
7	0,20	0,80	5,0	288,1	343,8	480,2	422,1	217,5	30,0	12,2	16,2	25,0	73,0	108,0	243,9
8	0,23	0,77	4,4	287,0	297,8	462,2	410,7	214,8	30,0	9,6	8,3	24,7	71,0	106,2	209,2
9	0,26	0,74	3,9	263,2	294,7	450,0	407,6	212,9	29,5	8,4	5,7	24,5	67,3	102,4	170,2
10	0,29	0,71	3,5	255,2	278,4	419,6	387,0	179,2	27,3	7,2	5,7	20,6	65,6	90,5	159,9
11	0,31	0,69	3,2	254,8	272	391,9	342,2	167,0	26,7	7,1	5,4	17,7	55,4	90,0	157,6
12	0,34	0,66	2,9	225,5	254,1	374,0	323,9	166,0	21,5	6,1	3,6	15,6	34,2	77,2	147,0
13	0,37	0,63	2,7	219,8	251,6	372,8	310,6	149,0	21,2	5,4	0,0	14,0	30,6	75,8	137,8
14	0,40	0,60	2,5	213,8	246,5	372,5	297,2	128,5	12,2	4,2	0,0	8,2	30,0	70,4	137,0
15	0,43	0,57	2,3	207,4	239,5	363,4	290,5	126,0	9,4	3,1	0,0	7,8	29,1	68,6	136,0
16	0,46	0,54	2,2	202,0	233,1	362,2	287,4	124,7	9,2	2,5	0,0	6,4	28,0	67,6	119,4
17	0,49	0,51	2,1	201,6	232,3	349,5	282,8	114,0	8,5	0,0	0,0	5,5	26,7	67,4	119,0
18	0,51	0,49	1,9	198,3	228	310,4	254,5	110,0	7,4	0,0	0,0	3,8	26,2	66,4	114,2
19	0,54	0,46	1,8	189,0	217,5	298,0	243,5	106,6	6,2	0,0	0,0	2,8	23,6	51,4	109,0
20	0,57	0,43	1,8	178,6	208,2	292,5	212,4	97,0	3,0	0,0	0,0	0,0	23,0	49,8	107,4
21	0,60	0,40	1,7	178,4	195	292,4	210,9	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	49,0	101,0
22	0,63	0,37	1,6	172,8	170	261,9	199,4	83,2	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	39,4	90,8
23	0,66	0,34	1,5	165,2	170	257,8	182,5	82,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	37,0	75,0
24	0,69	0,31	1,5	155,2	169,4	250,6	175,2	66,8	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	28,2	64,0
25	0,71	0,29	1,4	152,6	168,5	229,0	167,0	66,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	23,6	59,5
26	0,74	0,26	1,3	152,3	165,9	216,6	161,5	59,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	23,0	58,4
27	0,77	0,23	1,3	136,1	155,9	216,0	145,2	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	57,8
28	0,80	0,20	1,3	134,9	142,7	208,0	141,8	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	53,2
29	0,83	0,17	1,2	128,0	127,1	155,0	135,1	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	49,6
30	0,86	0,14	1,2	112,2	121,9	148,2	134,8	24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,7
31	0,89	0,11	1,1	93,6	119,3	128,3	134,2	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6
32	0,91	0,09	1,1	88,0	46	125,5	90,5	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33	0,94	0,06	1,1	42,0	43	124,2	77,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34	0,97	0,03	1,0	39,0	24,9	97,0	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

N: N° de ordem; P>Pm: Prob. da precipitação ser maior que a média; P≤Pm: Prob. da precipitação ser menor ou igual a média; T: Tempo de retorno

As chuvas prováveis com probabilidade de excedência (acima de 75%) para cada mês foram: janeiro 136,1 mm, fevereiro 155,9 mm, março 216,0 mm, abril 145,2 mm, maio 49,0 mm, junho 0,0 mm, julho 0,0 mm, agosto 0,0 mm, setembro 0,0 mm, outubro 0,0 mm, novembro 11,2 mm e dezembro 57,8 mm. Isto significa que em uma série de quatro anos espera-se que em três deles ocorram em um determinado mês precipitações maiores ou iguais aos valores apresentados. Ao utilizar a distribuição gama incompleta, com uma probabilidade de excedência de 75%, para os meses de janeiro a dezembro, foram encontrados os seguintes resultados: 146,0 mm; 142,0 mm;

264,0 mm; 161,0 mm; 45,0 mm; 0,0 mm; 0,0 mm; 0,0 mm; 0,0 mm; 0,0 mm; 0,0 mm e 32,0 mm (Tabela 3). Essas informações mensais, acrescidas do conhecimento da fenologia das plantas, e dos períodos de maior resposta a baixas precipitações constituem bases fundamentais para um manejo mais eficiente de culturas, especialmente no que se refere a uma possível recomendação das épocas favoráveis de semeadura, a fim de reduzir a possibilidade do déficit hídrico do solo atingir os estádios mais críticos do ciclo da cultura.

Comparando-se os valores da precipitação confiável da distribuição Gama incompleta com os da distribuição Empírica obteve-se, de janeiro a dezembro, os seguintes desvios: + 9,9; -13,9; +48; +15,8; -4,0; 0,0; 0,0; 0,0; 0,0; 0,0; -11,2; -25,8. Nota-se que para a probabilidade de uma determinada precipitação ser igual ou superior, para as duas distribuições, as diferenças mais discrepantes foram observadas exatamente no período chuvoso que se estende de dezembro a maio.

Tabela 3 Precipitação provável (mm) na região da microbacia hidrográfica do Açude Monte Alegre, com treze níveis de probabilidade, com base na distribuição Gama Incompleta. Monsenhor Gil, PI, 1999.

Mês	Precipitação provável (%)												
	95	90	80	75	70	60	50	40	30	25	20	10	5
JAN	73	93	122	146	147	170	194	220	251	269	290	351	407
FEV	63	109	147	142	180	212	246	282	325	351	351	468	548
MAR	181	213	257	264	293	326	358	393	433	456	483	558	626
ABR	111	139	180	161	214	247	280	316	358	363	411	494	569
MAI	8	15	30	45	45	62	82	106	137	156	180	251	322
JUN	0	1	3	0	6	10	15	21	31	37	44	70	96
JUL	0	0	0	0	0	1	2	6	7	10	14	27	42
AGO	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	8	19	31
SET	0	0	1	0	2	4	7	12	16	20	25	42	60
OUT	0	0	1	0	2	5	9	15	25	33	42	76	113
NOV	0	1	4	0	8	14	22	32	46	56	68	106	147
DEZ	8	14	26	32	39	52	68	80	109	124	141	194	247

CONCLUSÕES

A região compreendida pela microbacia hidrográfica do açude Monte Alegre, Monsenhor Gil, PI, tem o período chuvoso concentrado no período de dezembro a maio, onde são registradas chuvas significativas, acima de 50 mm/mês com 75 % de probabilidade de ocorrência, nos meses de janeiro a abril, nos quais recomenda-se a agricultura de sequeiro;

As menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm/mês, são registradas nos meses de maio a dezembro, onde deve concentrar-se a agricultura irrigada;

Para o cálculo de probabilidade de ocorrência de chuva nessa microbacia hidrográfica, recomenda-se o uso da distribuição empírica, por ser mais simples, em termos de cálculo, que a gama incompleta.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE JÚNIOR, A. S., BASTOS, E. A. Precipitação provável para o município de Uruçuí, no cerrado piauiense, utilizando a função de distribuição gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10. 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.110-112, 1997.
- CUNHA, A. R., MARTINS, D., PASSOS, J. R. S. O modelo gama de probabilidade aplicado ao estudo da distribuição da chuva na região administrativa de Bauru, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10. 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.107-109, 1997.
- MARQUES, J. C. J. Normais Climatológicas (1961-1990) . DNMET, Brasília, 1992. 84 p.
- MEDINA, B. F., LEITE, J. A. Probabilidade de chuva em Boa Vista, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 12. p. 1437-1441, 1984.
- MOOD, A. M., GRAYBILL, F. A.; BOES, D. C. **Introduction to the theory of statistics**. 3. ed. São Paulo, McGraw-Hill, 1974. n. p.
- RIBEIRO, A. M. A., LUNARDI, D. M. C. A precipitação quinzenal provável para Londrina, PR, através da função gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10. 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.95-97, 1997.
- SOARES NETO, J. P., SILVA, M. A. V. Probabilidades mensais de chuva para a região de Barreiras, BA. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 91-94, 1996.
- VILLELA, S. M., MATOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, Mc Graw-hill, 1985. 245 p.