

## **PROBABILIDADES MENSAIS DE CHUVA PARA A REGIÃO DE BARREIRAS-BA**

## **MONTHLY RAINFALL PROBABILITIES FOR THE REGION OF BARREIRAS-BA**

Joaquim Pedro Soares Neto<sup>1</sup> e Marcos Antonio Vanderlei Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Foram estimadas probabilidades mensais de chuva para a Região de Barreiras, Estado da Bahia, por meio das distribuições Empírica e Gama Incompleta utilizando os dados da Estação Agrometeorológica da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola. Os resultados indicaram que apenas em cinco meses (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) as quantidades de chuva esperada, a nível de 75% de probabilidade, ultrapassaram 50 mm. Tanto a distribuição de probabilidade Gama Incompleta como a distribuição Empírica se mostraram representativas para o cálculo de probabilidade de chuva em Barreiras.

**Palavras-chave:** agroclimatologia, distribuição de probabilidade Gama, probabilidade de chuva.

### **SUMMARY**

Estimation of monthly probabilities of rainfall in Barreiras, State of Bahia, were done according to the incomplete Gamma and Empirical distribution using the data from Agrometeorological Stations of EBDA. The results point out that at 75% of probability, there are only five months, from November to March, that rainfall at higher point than 50mm. As Gamma as Empirical showed significatives to calculate the probabilities of rainfall in Barreiras.

**Key words:** agroclimatology, Gamma distribution probability, rainfall probability.

---

<sup>1</sup>Engº Agrícola; Prof. da UNEB/CESB, Rua das Várzeas s/n, Barreiras-BA CEP 47.800-000.

<sup>2</sup>Engº Agrônomo; Agrometeorologista, Pesquisador EBDA, cx. postal 024, Barreiras-BA CEP 47.800-000.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das disponibilidades climáticas de uma região é fundamental para o planejamento da agricultura irrigada ou de sequeiro, sendo que a chuva é uma das variáveis que mais limita a produção agrícola. Nas zonas áridas e semi-áridas, os períodos chuvosos são geralmente irregulares, o que dificulta as tomadas de decisões com respeito ao suprimento de água às culturas (VALDIVIESO-SALAZAR, 1985). Segundo BENEVIDES *et al.* (1981) a agricultura nessas regiões caracteriza-se, geralmente, por encontrar-se em ecossistemas potencialmente degradados onde há baixa estabilidade produtiva dos solos e alta variação das precipitações pluviais.

Por desconsiderar a precipitação provável, os cálculos de quantidade de água para a irrigação têm geralmente sido superestimado, acarretando superdimensionamento dos projetos de irrigação, onerando os custos com investimentos na aquisição e manutenção dos equipamentos e conseqüentemente, desestimulando os agricultores (CASTRO NETO & SILVEIRA, 1981). Neste sentido, para o desenvolvimento de uma exploração agrícola racional em regime de sequeiro, também se faz necessário uma estimativa das quantidades prováveis de chuvas.

O estudo detalhado das probabilidades de ocorrência dos níveis de precipitação pluvial prefixados e dos níveis de chuva correspondente a uma dada probabilidade é um instrumento de grande utilidade para o planejamento de diversas atividades agrícolas, conforme menciona BENEVIDES (1983). Devido a falta de informações probabilísticas que envolva as características do regime de chuva da Região Oeste da Bahia, torna-se assim de extrema importância um estudo que evidencie os períodos de excesso e escassez de chuva a fim de subsidiar as atividades agrícolas, bem como orientar os programas de pesquisas agrometeorológicas na região. Os objetivos do presente trabalho foram ajustar uma distribuição de probabilidade das chuvas mensais e realizar estimativas probabilísticas destas para a região do município de Barreiras, Estado da Bahia.

## MATERIAL E MÉTODO

Os dados de chuva utilizados para a análise foram provenientes da Estação Agrometeorológica da Unidade Experimental de Pesquisa (EBDA/UEP - São Francisco), Km 27, Barreiras - BA (latitude: 12° 10' S, longitude: 45° 02' WGr e altitude: 479 m).

Segundo Hargreaves (1974) citado por OLIVEIRA & SILVA (1987), o clima da região é do tipo seco-úmido, com temperatura e umidade relativa médias anuais de 24° C e 68%, respectivamente.

Na distribuição Empírica as probabilidades com que serão igualadas ou superadas as precipitações

pluviais 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 & MATOS, 1985). As probabilidades Empíricas foram determinadas utilizando a seguinte expressão:

$$F = \frac{M}{N+1} \quad \mathbf{1}$$

onde  $F$  é a frequência,  $M$  o número de ordem e  $N$  o número de anos de observação.

O tempo de recorrência ( $T$ ) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$T = \frac{1}{F} \quad \mathbf{2}$$

A função densidade da distribuição Gama é representada por:

$$f(x) = \frac{1}{b^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-x/b} \quad \mathbf{3}$$

onde para o intervalo  $0 \leq x < \infty$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\beta$  é o parâmetro de escala,  $\alpha$  o parâmetro de forma e  $\Gamma(\alpha)$  a função Gamma de  $\alpha$ , sendo  $\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)!$ . Estes parâmetros foram estimados por:

$$a = \frac{1}{4\Delta} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4\Delta}{3}} \right) \quad \mathbf{4}$$

$$b = \frac{\bar{x}}{a} \quad \mathbf{5}$$

$$\Delta = \ln \bar{x} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \bar{x}_i \quad \mathbf{6}$$

onde  $x$  é a precipitação média do ano  $i$  ( $i= 1, 2, 3 \dots, n$ ).

Através dessa função foi calculada a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial para sete (07) níveis: 95, 90, 75, 50, 25, 10 e 5%, usando a expressão:

$$p(x_X) = (1 - F_0) \int_0^x f(x) dx \quad 7$$

onde  $F_0$  é a probabilidade de ocorrer chuva no período considerado e  $f(x)$  a função densidade de distribuição Gama (Equação 3).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as médias mensais de chuva para o período de 21 anos. Observa-se que os meses com valores mais elevados são outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril apresentando médias acima de 80 mm de chuva. Tomando-se o valor de 1090 mm, referente à média anual, nota-se que o período de outubro a abril representou em torno de 90% desse total anual médio, porém os coeficientes de variação entre os anos de cada mês foram bastante elevados, assim como os desvios-padrões da média mensal que variou entre 150,2 e 67,3, sugerindo não serem os valores mensais médios dos meses mais chuvosos um índice confiável de adequação da água para a agricultura de sequeiro.

Tabela 1.- Média (X), desvio padrão (s), máxima (MX), mínima (MN) e o coeficiente de variação (CV) da precipitação pluvial (mm) na Região de Barreiras, no período de 1972 a 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
X	205,9	147,5	159,9	82,8	20,2	3,0	2,2	4,9	20,6	111,7	164,7	194,9
S	150,2	93,5	91,4	54,9	27,0	6,7	5,5	11,4	25,1	77,6	67,3	106,4
CV	72,9	63,4	57,2	66,3	136,6	223,3	250,0	232,6	121,8	69,5	40,9	94,6
MX	607,6	312,5	357,3	227,4	92,5	26,4	24,4	43,5	109,9	283,7	299,9	469,1
MN	21,4	26,6	2,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	26,4	62,3

Para fins agrícolas a precipitação pluvial média de uma determinada localidade não é um parâmetro adequado que deva ser utilizado, uma vez que a probabilidade de sua ocorrência com valor igual ou

superior à média situa-se em torno de 30%, que é considerado baixo (CASTRO NETO e SILVEIRA, 1981). Godin e Medina (1980) citados por MEDINA e LEITE (1984) recomendam que para minimizar os riscos no planejamento de uma agricultura racional não se deve usar probabilidades de ocorrência de chuva inferior a 0,75. Além disso, uma chuva só deve ser considerada significativa quando acima de 50 mm/mês.

O teste de Kolmogorov-Smirnov mostrou que não há diferença, ao nível de 5% de probabilidade, entre a frequência estimada com a distribuição Gama Incompleta e aquela obtida com a distribuição Empírica.

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 de não excedência da altura de chuva são apresentados na Tabela 2. As chuvas prováveis com probabilidade de excedência confiável (acima de 75%) para cada mês foram: janeiro 73,0 mm, fevereiro 58,0 mm, março 81,6 mm, abril 36,0 mm, maio 0,4 mm, junho 0,0 mm, julho 0,0 mm, agosto 0,0 mm, setembro 1,6 mm, outubro 50,1 mm, novembro 119,0 mm e dezembro 99,0 mm. Ou seja, em uma série de quatro anos espera-se que em três anos ocorra em um determinado mês uma precipitação pluvial maior ou igual 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: 75,1; 66,2; 57,6; 30,2; 1,9; 0,3; 0,7; 0,4; 7,9; 51,9; 99,4 e 118,7mm (Tabela 3). Observando-se as precipitações prováveis, estimadas pela distribuição Empírica, nos três primeiros meses, nota-se um decréscimo no mês de fevereiro, seguido de um aumento em março, indicando a possibilidade de ocorrência de veranicos severos no segundo mês do ano, os quais já foram observados, quando em coletas pluviométricas diárias, através de um período seco geralmente encontrado nos primeiros quinze dias de fevereiro. Os dados resultantes da probabilidade de excedência da Gama Incompleta não apresentaram a mesma tendência, pois a precipitação provável de março apresentou-se inferior à de fevereiro. Esta fato possivelmente será melhor evidenciado ao analisar-se frequências de ocorrências prováveis em períodos menores que um mês. Essas informações mensais, acrescidas do conhecimento do ciclo fenológico das plantas (e dos períodos de maior resposta a baixas precipitações pluviais) 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.

Valendo-se de um sistema de irrigação, o conhecimento mensal do regime pluviométrico levará o agricultor a direcionar o seu planejamento agrícola para períodos em que a chuva em excesso não prejudique atividades como semeadura, evitando-se o carreamento das sementes, e a colheita, para não reduzir a eficiência da colheitadeira.

Tabela 2. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial (mm) em Barreiras-BA, calculada através da distribuição Empírica.

N	P>Pm	P≤Pm	T	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,045	0,954	22,2	607,6	312,5	357,3	227,4	92,5	26,4	24,4	43,5	109,9	283,7	299,9	469,1
2	0,091	0,909	11,0	415,5	298,6	285,5	171,6	88,0	15,5	10,4	26,2	58,0	260,4	283,2	369,4
3	0,136	0,864	7,4	400,5	272,6	272,0	138,5	46,2	10,0	3,7	24,4	36,4	238,6	221,0	338,8
4	0,182	0,818	5,5	377,2	271,3	244,1	135,9	40,5	1,6	3,1	5,1	36,0	193,2	209,6	275,9
5	0,227	0,773	4,4	325,4	241,8	242,4	125,0	36,8	0,0	2,6	3,2	32,9	170,3	199,8	266,0
6	0,273	0,727	3,7	297,7	217,7	241,4	111,5	30,9	0,0	1,4	0,0	27,2	149,0	197,3	259,2
7	0,318	0,682	3,1	264,4	213,8	214,2	106,8	24,4	0,0	0,0	0,0	26,4	145,0	196,4	250,9
8	0,364	0,636	2,8	228,0	201,5	203,1	88,1	17,7	0,0	0,0	0,0	23,7	142,4	195,8	249,7
9	0,409	0,591	2,4	221,1	182,1	172,5	79,5	16,2	0,0	0,0	0,0	20,5	112,3	194,0	215,0
10	0,455	0,545	2,2	205,8	148,6	172,2	79,4	12,7	0,0	0,0	0,0	15,4	87,2	192,3	167,9
11	0,500	0,500	2,0	173,2	117,2	166,8	74,8	9,5	0,0	0,0	0,0	13,6	79,4	179,3	163,7
12	0,545	0,455	1,8	143,3	100,0	135,1	74,1	3,6	0,0	0,0	0,0	7,9	72,2	178,8	162,8
13	0,591	0,409	1,7	135,0	93,0	11,8	73,2	3,2	0,0	0,0	0,0	6,8	70,4	149,8	146,5
14	0,636	0,364	1,6	124,0	87,2	109,1	68,8	0,8	0,0	0,0	0,0	6,2	62,7	140,0	137,3
15	0,682	0,318	1,5	103,2	78,4	107,7	57,3	0,4	0,0	0,0	0,0	5,8	61,5	135,5	114,1
16	0,727	0,273	1,4	77,6	58,8	94,0	44,8	0,3	0,0	0,0	0,0	3,9	58,0	123,8	104,7
17	0,773	0,227	1,3	73,2	58,0	81,6	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	50,1	119,0	99,3
18	0,818	0,182	1,2	56,8	43,6	72,8	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	35,8	90,9	82,8
19	0,864	0,136	1,2	41,5	40,3	46,7	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,5	74,4	79,4
20	0,909	0,091	1,1	32,5	33,4	25,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	50,5	78,6
21	0,955	0,045	1,0	21,4	26,6	2,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	26,4	62,3

N: Número de ordem; P>Pm: Probabilidade da precipitação ser maior que a média; P≤Pm: Probabilidade da precipitação ser menor que a média; T: Tempo de retorno.

Tabela 3. Precipitação Provável (mm) para períodos mensais em Barreiras-BA com sete níveis de probabilidade, com base na distribuição de probabilidade Gama Incompleta.

Mês	Precipitação provável (%)						
	95	90	75	50	25	10	5
JAN	22,0	36,5	75,1	143,1	256,9	390,5	488,1
FEV	24,5	36,6	66,2	115,9	185,9	268,3	327,2
MAR	16,8	27,8	57,6	112,9	195,7	297,6	371,2
ABR	8,8	14,6	30,2	59,2	102,8	156,2	195,2
MAI	0,1	0,3	1,9	8,6	24,9	51,1	72,4
JUN	0,0	0,0	0,3	1,2	3,4	7,0	9,9
JUL	0,0	0,3	0,7	1,8	3,5	5,8	7,6
AGO	0,0	0,0	0,4	1,8	5,1	10,5	14,9
SET	1,4	2,9	7,9	19,0	37,9	63,2	82,0
OUT	10,2	28,6	51,9	90,8	145,7	210,3	256,5
NOV	53,5	68,4	99,4	143,9	200,0	262,7	303,9
DEZ	60,3	78,6	118,0	176,4	251,1	333,3	391,7

Comparando-se os valores da precipitação confiável da distribuição Gama Incompleta com os da distribuição Empírica obteve-se, de janeiro a dezembro, os seguinte desvios: +2,1; +8,2; -2,4; -5,8; +1,5; +0,3; +0,7; +0,4; +6,3; +1,8; -19,6; -19,7mm. Nota-se que para a probabilidade de uma determinada precipitação ser igual ou superior, para as duas distribuições, as diferenças não foram muito discrepantes para 80% dos meses, ou seja, a distribuição Gama Incompleta se aproxima da distribuição

Empírica.

## CONCLUSÕES

- Apesar do período chuvoso da Região ser de outubro a abril, só são registradas chuvas significativas, acima de 50mm/mês com 75% de probabilidade de ocorrência, nos meses de novembro a março, nos quais recomenda-se a prática da agricultura de sequeiro;
- As menores precipitações prováveis, abaixo de 50 mm/mês, são registradas nos meses de junho, julho e agosto, onde deve concentrar-se a agricultura irrigada, recomendando espécies e cultivares de ciclo curto para semeaduras em junho, e **de** ciclo longo para maio a fim de evitar prejuízos na colheita;
- Os valores das probabilidades obtidos com a distribuição Gama Incompleta e com a Empírica são semelhantes. Porém, para o cálculo de probabilidade de ocorrência de chuva na Região de Barreiras recomenda-se o uso da distribuição Empírica, por ser mais simples, em termos de cálculo, que a Gama incompleta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENEVIDES, J.C. Una metodología para la estimación de probabilidad del lluvia por procedimientos cuantitativos, en puntos carentes de registros, sin el analisis especial tradicional, estudio de un caso: Estado Felcon, Venezuela. **Turrialba**, Turrialba, v. 33, n. 2, p. 129-142, 1983.
- BENAVIDES, J.C., GARDUNO, M. A., VELAZCO, E. R. Uma metodologia para la estación-simulación de áreas de captación de lluvia in sito que optimicen el aproveitamento de las precipitaciones en agricultura de secano. **Turrialba**, Turrialba, v. 31, n. 4, p. 331-341, 1981.
- CASTRO NETO, P., SILVEIRA, J.V. Precipitação provável para Lavras, região sul de Minas Gerais baseada na função de distribuição de probabilidade Gama. I. Períodos mensais. **Ciência Prática**, Lavras, n. 5, v. 2, p. 144-151, 1981.
- MEDINA, B. F., LEITE, J. A. Probabilidade de chuva em Boa Vista-RR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 12, p. 1437-1441, 1984.
- OLIVEIRA, F.A., SILVA, J.J.S. **Efeito da última irrigação e número de colheita na cultura do algodão**. Salvador, EPABA/UEP São Francisco, 1987, 27 p.(Boletim de Pesquisa,7).
- VALDIVIESO-SALAZAR, C.R. **Distribuição de probabilidades das chuvas mensais registradas na estação do perímetro irrigado de Bebedouro, Petrolina-PE**. Petrolina. EMBRAPA-CPATSA, 1985. 24 p. ( Boletim de Pesquisa,26).
- VILELA, S.M., MATOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, Mc Graw-hill, 1985 . 245 p.