

## FUNÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE CHUVAS NO MUNICÍPIO DE IRECÊ- BAHIA

Ícaro Monteiro Galvão<sup>1</sup>, Caique Carvalho Medauar<sup>2</sup>, Alberto Mario Arroyo Avilez<sup>3</sup>, Luciano Alves de Oliveira<sup>4</sup>, Jarbas Honório de Miranda<sup>5</sup>

**RESUMO:** O conhecimento da distribuição das chuvas em níveis de probabilidade de uma região é de grande importância para o dimensionamento de projetos agrícolas. Diante disso, o objetivo da presente pesquisa foi determinar os valores acumulados de chuva mensal em níveis de probabilidade de ocorrência para o município de Irecê-Bahia. Para tal, foram utilizados dados de chuva de uma série histórica de 30 anos (1990- 2019) obtidos das estações meteorológicas do INMET e ANA. Para a base de dados determinou-se os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama pelo método dos momentos. Os níveis de probabilidade de ocorrências das chuvas foram 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90 %. O município de Irecê apresenta estações chuvosas e secas bem definidas, sendo os meses chuvosos os que apresentaram maior variabilidade entre os anos. A função Gama permitiu estratificar a precipitação pluviométrica em níveis de probabilidade e esses resultados poderão auxiliar técnicos e produtores no planejamento e dimensionamento de projetos de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** distribuição Gama, projetos de irrigação, estatística climatológica

## RAINFALL DISTRIBUTION FUNCTIONS FOR IRECE MUNICIPALITY, BAHIA STATE, BRAZIL

**ABSTRACT:** Rainfall probability distribution in a given region has shown great importance for dimensioning agricultural projects. Therefore, the objective of this research was to determine the occurrence probabilities of accumulated monthly rainfall for Irece-BA. For such, rain data was obtained from INMET and ANA weather stations in a 30-year historical series (1990-2019) and fitted to Gamma distribution. The parameters  $\alpha$  and  $\beta$  were determined by the moments method and levels of probabilities ranged from 10 to 90% every 10%. Irece has well

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone (73) 99124-4802. e-mail: icaro.monteiro@usp.br

<sup>2</sup> Doutorando em Produção Vegetal, Depto de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA.

<sup>3</sup> Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Depto Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

<sup>4</sup> Doutor, Pesquisador, University of Illinois at Urbana-Champaign, EUA.

<sup>5</sup> Professor Doutor, Depto Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

defined wet and dry seasons and the highest variability a wet-season characteristic. The Gamma distribution stratified rainfall in levels of probability and that can assist technicians and producers in planning irrigation problems.

**KEYWORDS:** Gamma distribution, irrigation projects, climatological statistics

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é um dos principais elementos meteorológicos que influenciam nas atividades agrícolas. O conhecimento do regime das chuvas e de como ocorre sua distribuição no tempo e no espaço, em uma determinada região é de grande importância no planejamento agrícola, urbano e ambiental (MEDAUAR et al., 2020).

Para muitas atividades agrícolas é comum adotar a precipitação média de um período específico no dimensionamento de projetos, no entanto esses valores não correspondem à realidade de todos os anos, uma vez que a sua probabilidade de ocorrência fica em torno de 50 % (ALVARENGA et al., 2018; PASSOS et al., 2017). Em um projeto de irrigação por exemplo, considerar os valores médios das chuvas mensais pode não ser adequado e dessa maneira, em algum período do ciclo, o sistema de irrigação poderá estar subdimensionado, não atendendo à demanda hídrica da cultura, causando prejuízos aos produtores.

Sendo assim a análise da ocorrência das chuvas em níveis de probabilidade ao longo do ano é de extrema importância para auxiliar os técnicos e produtores na tomada de decisão (ASSIS et al., 2018). A literatura mostra que a distribuição Gama possibilita um bom ajuste para dados de precipitação e permite uma confiável estimativa dos níveis de probabilidade (ASSIS et al., 1996). Essa técnica tem sido largamente utilizada para diversas regiões no Brasil (ASSIS et al., 2018; ALVARENGA et al., 2018; PASSOS et al., 2017; MOREIRA et al., 2010; MURTA et al., 2005). Diante da importância dessa ferramenta, o presente estudo teve como objetivo determinar a precipitação pluviométrica provável em diferentes níveis de probabilidade através da função Gama para o município de Irecê no estado da Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados da precipitação pluviométrica para o município de Irecê no estado da Bahia foram obtidos a partir das estações meteorológicas convencionais e automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município (Latitude -11,3113°, Longitude -41,8586°, Altitude 747,22 m), diante de uma série de 30 anos de dados, iniciando em

01/01/1990 até 31/12/2019. As falhas na série histórica foram preenchidas com dados oriundos das estações da Agência Nacional das Águas localizadas (ANA). A partir desses dados foi feita uma avaliação descritiva e determinou-se as médias, os valores máximos e mínimos da precipitação para cada mês do ano.

Para a determinação da distribuição dos diferentes níveis de probabilidade da precipitação, utilizou-se o modelo probabilístico de distribuição Gama (THOM, 1958). A função de densidade de probabilidade é dada pela Equação 1:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (1)$$

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da equação para cada mês foram obtidos pelo método dos momentos (ASSIS et al., 1996), que consiste em igualar a média ( $\bar{x}$ ) e a variância ( $S^2$ ) da amostra à média e a variância da população.

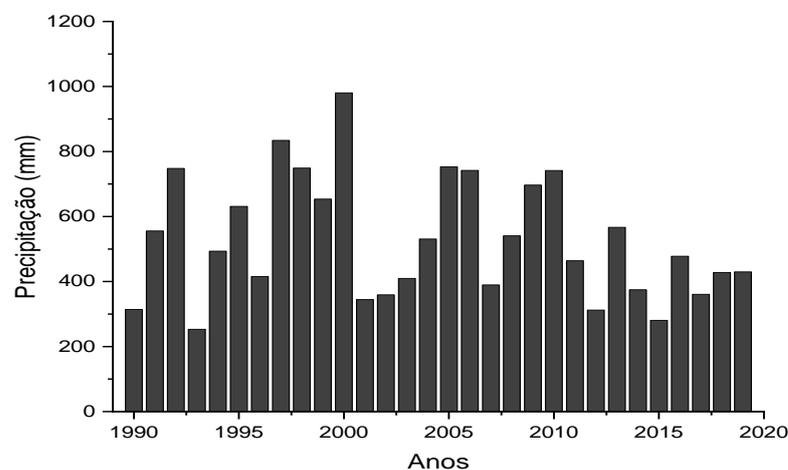
$$\alpha = \bar{x}^2 / S^2 \quad (2)$$

$$\beta = S^2 / \bar{x} \quad (3)$$

Foram determinados os níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90 % de probabilidade para a ocorrência das chuvas.

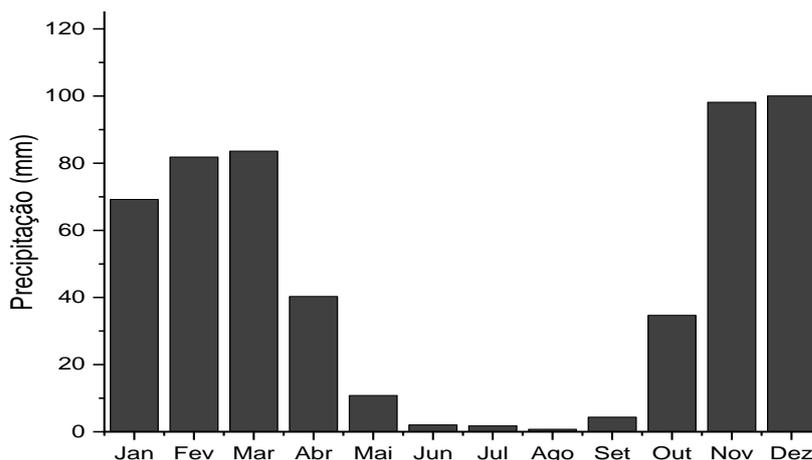
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão apresentadas a distribuição dos totais da precipitação pluviométrica ao longo da série histórica avaliada. É possível observar grande variabilidade anual, sendo o ano de 1993 o que apresentou menor valor, com chuva acumulada de 253,1 mm e o ano de 2000 foi o de maior precipitação com 980,3 mm. O município tem precipitação média de 527 mm, valor baixo e característico de regiões semiáridas.



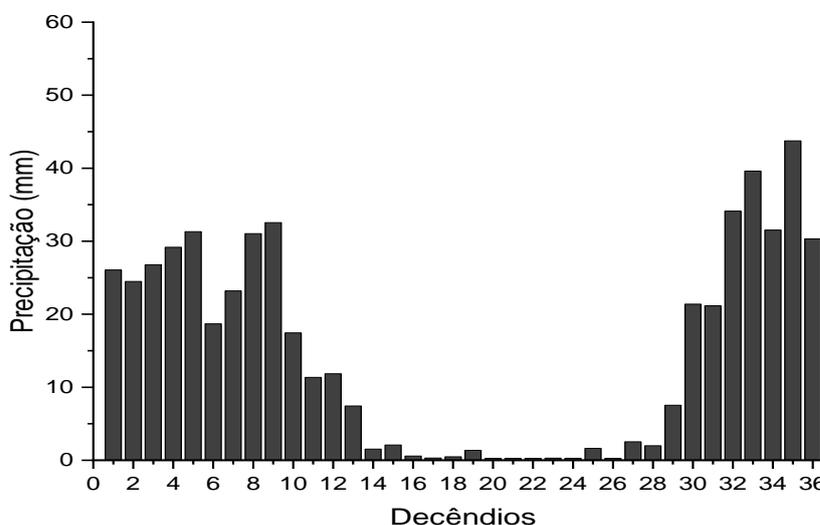
**Figura 1.** Precipitação pluviométrica anual para o município de Irecê-Bahia no o período de 1990 até 2019.

A região apresenta estações de chuva e seca bem definidas, conforme observado nas médias mensais (Figura 2), com as chuvas concentradas principalmente nas estações de primavera-verão, sendo os meses de Novembro (98,2 mm) e Dezembro (100,1 mm) são os que apresentam maiores médias mensais de precipitação. O entendimento da distribuição mensal das chuvas ao longo do ano é de grande importância para o planejamento agrícola, ambiental e urbano da região.



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica anual e médias mensais para o município de Irecê-Bahia no período de 1990 até 2019.

Além das avaliações da variabilidade mensal das chuvas, para o planejamento das safras a avaliação da distribuição dessas chuvas em decêndios é de grande importância. Na figura 3 observa-se as médias das chuvas para os 36 decêndios. A partir do 30º decêndio que as chuvas começam a aumentar e se acumular no município, sendo o 35º decêndio do ano apresenta maior média. Em cultivos anuais, principalmente os de sequeiro esse tipo de análise ajuda a definir a melhor época de plantio por exemplo.



**Figura 3.** Médias dos decêndios da precipitação pluviométrica no município de Irecê-Bahia, para o período de 1990 até 2019.

Para os valores mensais da série histórica de 30 anos analisados, observa-se que em todos os meses do ano a chuva mínima é de 0 mm e os valores máximos são bastante acima da média (Tabela 1). Os valores do desvio padrão apresentados (S) confirmam a ocorrência de elevada variabilidade anual da precipitação para a maioria dos meses chuvosos.

De uma maneira geral os menores valores de  $\alpha$  foram obtidos para os meses mais secos e os maiores valores para os meses mais chuvosos. Para o parâmetro  $\beta$  os maiores valores foram para os meses com chuvas mais intensas e com maior valor de desvio padrão, como os meses de Janeiro e Março. Esses resultados evidenciam a elevada variabilidade nos dados para os meses com elevados valores de  $\beta$ . Murta et al. (2005) fizeram a mesma observação para os valores de  $\beta$  em duas localidades na Bahia, no entanto para  $\alpha$  encontraram valores diferentes dessa pesquisa, sendo os maiores valores para os meses mais secos do ano. Já Moreira et al. (2010) e Passos et al. (2017) encontraram maiores valores de  $\alpha$  para os meses mais chuvosos, corroborando com a presente pesquisa.

**Tabela 1.** Parâmetros alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) da distribuição gama, médias mensais, valores máximos, mínimos e desvio padrão da precipitação pluviométrica (mm) para o município de Irecê-Bahia, período de 1990 até 2019.

	Média	Máximo	Mínimo	S	$\alpha$	$\beta$
Janeiro	69,2	330,7	0	78,6	0,78	88,93
Fevereiro	81,9	191	0	56,2	2,10	38,91
Março	83,6	392,7	0	90,9	0,89	93,70
Abril	40,3	157,4	0	44,2	0,85	47,23
Mai	10,8	143	0	26,0	0,17	64,41
Junho	2,0	12,6	0	3,6	0,35	5,85
Julho	1,8	14,8	0	3,5	0,26	7,00
Agosto	0,8	7,6	0	1,6	0,22	3,49
Setembro	4,3	48,9	0	9,9	0,19	22,55
Outubro	34,7	152,8	0	43,5	0,64	54,49
Novembro	98,2	279,1	0,2	71,2	1,90	51,59
Dezembro	100,1	263,2	0,2	73,3	1,86	53,66
Total	527					

S- desvio padrão.

Pela Tabela 2 podem ser conferidos os valores de probabilidade nos níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 90 % para a ocorrência de uma precipitação mínima. Por exemplo para o mês de Janeiro, existe a probabilidade de 20 % da precipitação acumulada seja igual ou superior 113,3 mm e 75 % de probabilidade de ocorrer uma chuva de no mínimo 14,9 mm. Observa-se que a probabilidade para ocorrência dos valores médios das chuvas é sempre entre 30 e 50 %, dessa forma a adoção desses valores para planejamento agrícola não é adequado.

Com esse tipo de análise foi possível notar que ao considerar a média da precipitação para fins de dimensionamento de projetos, especialmente de irrigação, pode acarretar em subdimensionamento, uma vez que esses valores podem não ocorrer todos os anos, devendo então o técnico partir para avaliação da probabilidade de ocorrência das chuvas na região. É recomendável considerar a probabilidade de 75 % de ocorrência das chuvas para elaboração de

projetos (ALVARENGA et al., 2018; PASSOS et al., 2017; Moreira et al., 2010; MURTA et al., 2005). Passos et al. (2017) dizem ainda que para culturas com maior susceptibilidade ao déficit hídrico a precipitação mensal provável com 90 % de probabilidade pode ser utilizada no dimensionamento de projetos de irrigação.

**Tabela 2.** Níveis de probabilidade de precipitação pluviométrica mensal para o município de Irecê-Bahia, período de 1990 até 2019.

Mês	Níveis de probabilidade (%)							
	90	75	60	50	40	30	20	10
Janeiro	4,3	14,9	29,8	42,8	59,3	81,3	113,3	169,4
Fevereiro	22,8	40,4	57,2	69,3	83,1	99,7	121,8	157,3
Março	7,0	21,3	39,7	55,2	74,5	99,7	135,7	198,0
Abril	3,1	9,7	18,6	26,1	35,5	47,9	65,6	96,5
Maio	0	0,0	0,2	0,7	2,0	5,3	12,8	32,5
Junho	0	0,1	0,3	0,6	1,1	1,9	3,2	5,9
Julho	0	0	0,1	0,3	0,7	1,4	2,6	5,4
Agosto	0	0	0	0,1	0,2	0,5	1,0	2,3
Setembro	0	0	0,1	0,4	1,1	2,5	5,6	13,1
Outubro	1,3	5,5	12,5	19,0	27,6	39,5	57,1	89,0
Novembro	24,9	45,9	66,5	81,6	98,9	119,8	147,8	193,2
Dezembro	24,8	46,3	67,4	82,8	100,6	122,2	151,0	197,8

## CONCLUSÕES

A distribuição Gama apresentou bom ajuste da distribuição das chuvas para o município de Irecê/Ba e permitiu a determinação dos níveis de probabilidade de ocorrência. Nos meses chuvosos é maior a variabilidade temporal das chuvas acumuladas, sendo importante o estudo da probabilidade de ocorrência das chuvas para o dimensionamento de projetos de irrigação nessa região. Os valores médios de precipitação mensal ficaram entre os níveis de 30 e 50 % de probabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, J. S.; THEBALDI, M. S.; FERNANDES, L. R. Precipitação mensal provável do município de Formiga–Mg. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 5, p. 2823-2833, 2018.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: UFPel, 1996. 161 p.
- ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P.; BATISTA, B. D. O.; LINHARES, P. C. F. Probabilidade de chuva em Piracicaba, SP, através da distribuição densidade de probabilidade Gama. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 814-825, 2018.

- MEDAUAR, C. C.; SILVA, S. A.; CARVALHO, L. C. C.; GALVAO, I. M.; MACÊDO, P. V. Spatial-temporal variability of rainfall and mean air temperature for the state of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 1, 2020.
- MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. D.; MARTINS, J. A. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, p. 9-20, 2010.
- MURTA, R. M.; TEODORO, S. M.; BONOMO, P.; CHAVES, M. A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 988-994, 2005.
- PASSOS, M. L. V.; RAPOSO, A. B.; MENDES, T. J. Estimativa da distribuição da precipitação pluviométrica provável em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, p. 1106, 2017.
- THOM, H. C. S. **A note on the gama distribution**. Monthly Weather Review, Washington, v. 86, p. 117-22, 1958.