

PRECIPITAÇÕES EFETIVAS PARA O PLANEJAMENTO DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM UBERABA E ARAXÁ

Pamella Elimara Campos de Assis¹, Júlio César Neves dos Santos², Vinicius Ferreira¹, Daniel Alcântara Santos¹, Cleene Agostinho de Lima³, Cláudio Rezende Mendonça Filho¹

RESUMO: A precipitação pluvial é um fator determinante no planejamento agrícola, especialmente no manejo de irrigação. Este estudo teve como objetivo estimar as precipitações efetivas com 75% de probabilidade para as regiões de Uberaba (Triângulo Mineiro) e Araxá (Alto Paranaíba), em Minas Gerais. Foram utilizados dados históricos de precipitação do INMET, aplicando-se a função de distribuição de probabilidade Gama. O ajuste foi avaliado por meio do teste de Qui-Quadrado, ao nível de 5% de significância. Os dados mostraram que, no período chuvoso, os valores médios climatológicos superestimam significativamente a precipitação efetiva ao nível de 75% de probabilidade. Por exemplo, em Araxá, essa superestimação chegou a ultrapassar 300% em determinados meses. Tais discrepâncias evidenciam que o uso da média aritmética pode comprometer a eficiência dos projetos de irrigação, resultando em déficits hídricos ou desperdício de recursos. Conclui-se que os valores de precipitação estimados com base na distribuição Gama são mais apropriados para o dimensionamento de projetos de irrigação suplementar. Esses dados fornecem subsídios técnicos mais precisos e seguros para o manejo hídrico, contribuindo para o uso racional da água e o aumento da sustentabilidade na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: distribuição gama, irrigação suplementar, probabilidade.

EFFECTIVE PRECIPITATION FOR IRRIGATION MANAGEMENT PLANNING IN UBERABA AND ARAXÁ

ABSTRACT: Rainfall is a determining factor in agricultural planning, especially in irrigation management. This study aimed to estimate effective precipitation with a 75% probability for

¹ Discente de Agronomia, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM-Campus Uberlândia-MG.

² Prof. Doutor em Eng. Agrícola, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM-Campus Uberlândia-MG, e-mail: juliosantos@iftm.edu.br

³ Profa. Doutora em Eng. Agrícola, Centro Universitário do Triângulo, UNITRI-Campus Uberlândia-MG.

the regions of Uberaba (Triângulo Mineiro) and Araxá (Alto Paranaíba), in Minas Gerais, Brazil. Historical rainfall data from INMET were used, applying the Gamma probability distribution function. The fit was evaluated using the Chi-Square test at a 5% significance level. The results showed that, during the rainy season, climatological mean values significantly overestimate effective precipitation at the 75% probability level. For example, in Araxá, this overestimation exceeded 300% in certain months. Such discrepancies demonstrate that the use of the arithmetic mean can compromise the efficiency of irrigation projects, leading to water deficits or resource waste. It is concluded that precipitation values estimated based on the Gamma distribution are more suitable for designing supplemental irrigation projects. These data provide more accurate and reliable technical support for water management, contributing to the rational use of water and increased sustainability in agriculture.

KEYWORDS: gamma distribution, supplemental irrigation, probability.

INTRODUÇÃO

A principal fonte de água para o setor agrícola é a precipitação pluviométrica, sendo ela responsável por mudanças significativas na produção das culturas, devido à sua variação temporal e espacial (OLIVEIRA et al., 2010). Para deduzir seu comportamento, em termos de probabilidade, é necessário a investigação dos registros de precipitações anteriores da região, por ser um fenômeno aleatório.

Conhecer a distribuição dos regimes pluviométricos é de grande importância para o planejamento correto das atividades agrícolas, fornecendo informações para determinação de períodos críticos e reduzindo os problemas causados pela variação de chuva (JUNQUEIRA JUNIOR et al., 2007; ARRAES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010).

A elaboração em termos de irrigação total para projetos que visam a suplementação da precipitação, faz com que os sistemas fiquem superdimensionados (SOCCOL et al., 2010). É recomendado pela literatura que em casos como esse seja adotado o critério de precipitação provável, sendo assim necessário definir para cada região os valores prováveis em diferentes níveis de probabilidade (SOCCOL et al., 2010).

Diversas são as metodologias que estimam a precipitação provável ou dependente, e dentre elas a distribuição Gama e Log-Normal segundo Lanna (2001) são as mais utilizadas para estimar a precipitação, e não somente pelo estudo da distribuição de tal, mas também no

de outras variáveis meteorológicas por apresentar zero como limite inferior e assimetria similar a dos dados meteorológicos (SAMPAIO et al., 2007).

Assim, o presente estudo teve como objetivo gerar os valores de precipitações efetivas, à 75% de probabilidade para duas mesorregiões de Minas Gérias, sendo elas o Triângulo Mineiro (representado pela estação Uberaba) e Alto Paranaíba (Estação de Araxá).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dados históricos de precipitação pluviométrica de dois municípios (Tabela 1), sendo os dados de Uberaba representativos do Triângulo Mineiro e de Araxá para a mesorregião do Alto Paranaíba. Os dados foram obtidos no banco de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponíveis no portal BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa).

Tabela 1 - Cidades monitoradas, localização geográfica e período da série de dados

Município	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude Média (m)	Período da Base de Dados
Uberaba	19° 44' 54"	47° 55' 55"	801	1971 a 2016
Araxá	19°35'36''	45°56'26''	997	1971 a 2016

A estimativa da precipitação pluviométrica provável foi realizada utilizando-se a função de distribuição de probabilidade Gama para os seguintes níveis de probabilidade: 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90%. Destaca-se que o nível de 75% de probabilidade é o recomendado para uso em manejo de irrigações suplementares.

Os meses que apresentaram valores de precipitação iguais a zero foram alterados para 0,1 mm, pois o modelo de distribuição não permite valores nulos. Os anos que não apresentaram dados de três meses ou mais foram excluídos da análise. Já aqueles que não apresentaram dados de um ou dois meses, foi excluído apenas o respectivo mês e mantido o ano para análise.

O modelo de distribuição de probabilidade gama é apropriado para modelar a chuva para períodos chuvosos. Por não admitir valores nulos (zeros) foi utilizado um modelo misto para estimativa das quantidades mensais de precipitação provável, escrito, segundo Assis et al. (1996):

$$G(X) = P_0 + (1 - P_0)F(X)$$

Em que:

$$P_0 = \frac{N_0}{(N + 1)}$$

Onde: P_0 é a probabilidade de ocorrência de valores nulos; $G(X)$ é a distribuição cumulativa Gama; N_0 é o número de valores nulos da série; N é o número total de dados analisados.

Sua função cumulativa de distribuição de probabilidade Gama tem a seguinte forma, conforme Assis et al. (1996):

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \cdot \beta^\alpha} \int_0^x X^{(\alpha-1)} \cdot \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) \cdot d(X)$$

Algumas formas de estimar os parâmetros da distribuição gama foram desenvolvidas, contribuindo, junto com a sua flexibilidade de formas, para sua utilização em diversas áreas (HAAN, 1979). Os parâmetros α e β foram calculados pelo método da máxima verossimilhança, como propostas por Thom (1958):

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \cdot \beta^\alpha} \int_0^x X^{(\alpha-1)} \cdot \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) \cdot d(X)$$

$$\beta = \frac{\bar{X}}{\alpha}$$

Onde \bar{X} é a média aritmética e X_g a média geométrica das observações.

Para avaliar o ajuste dos dados pluviométricos mensais da distribuição gama, em todos os períodos estudados, utilizou-se o teste de χ^2 (Qui-Quadrado), ao nível de 5% de significância, considerando como graus de liberdade o número de classes -1 (FERREIRA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados de Uberaba no Triângulo Mineiro, observa-se na Tabela 2 que os valores de precipitação pluvial recomendados no período chuvoso, variam de 86,6 mm em outubro, a 211,1 mm em janeiro a 75% de probabilidade. No período seco com mais de 30% de probabilidade já não é possível um cultivo sem a utilização de sistemas de irrigação suplementar ou total.

Tabela 2 - Precipitação mensal mínima esperada (mm) associada a diferentes níveis de probabilidade segundo o modelo Gama, em Uberaba, MG.

Mês	Probabilidade (mm)									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
Janeiro	442,0	380,3	339,5	307,0	278,6	251,9	225,4	211,1	196,9	161,6
Fevereiro	346,1	287,1	248,8	218,9	193,3	169,7	146,7	134,5	122,6	94,0
Março	371,6	305,0	262,2	228,9	200,4	174,4	149,3	136,0	123,1	92,5
Abril	192,9	149,7	122,8	102,5	85,6	70,8	57,0	49,9	43,3	28,5
Mai	104,2	74,7	57,1	44,5	34,5	26,2	19,0	15,6	12,5	6,5
Junho	74,8	42,9	26,5	16,4	9,8	5,4	2,6	1,6	0,9	0,2
Julho	42,0	23,7	14,5	8,8	5,1	2,8	1,3	0,8	0,4	0,1
Agosto	46,9	26,0	15,5	9,2	5,2	2,7	1,2	0,7	0,4	0,1
Setembro	123,9	85,8	63,6	47,9	35,9	26,1	18,0	14,2	11,0	5,0
Outubro	243,6	199,0	170,4	148,2	129,2	112,0	95,4	86,6	78,2	58,1
Novembro	322,4	269,9	235,7	208,8	185,6	164,2	143,3	132,1	121,1	94,6
Dezembro	408,5	350,2	311,6	281,0	254,3	229,3	204,5	191,1	177,8	145,0

Ainda para Uberaba, na Figura 1 observa-se que durante todo o período, os valores médios normais climatológicos são superiores aos que estão no nível de probabilidade de 75%, o que é desejável para dimensionamento de projetos agrícolas.

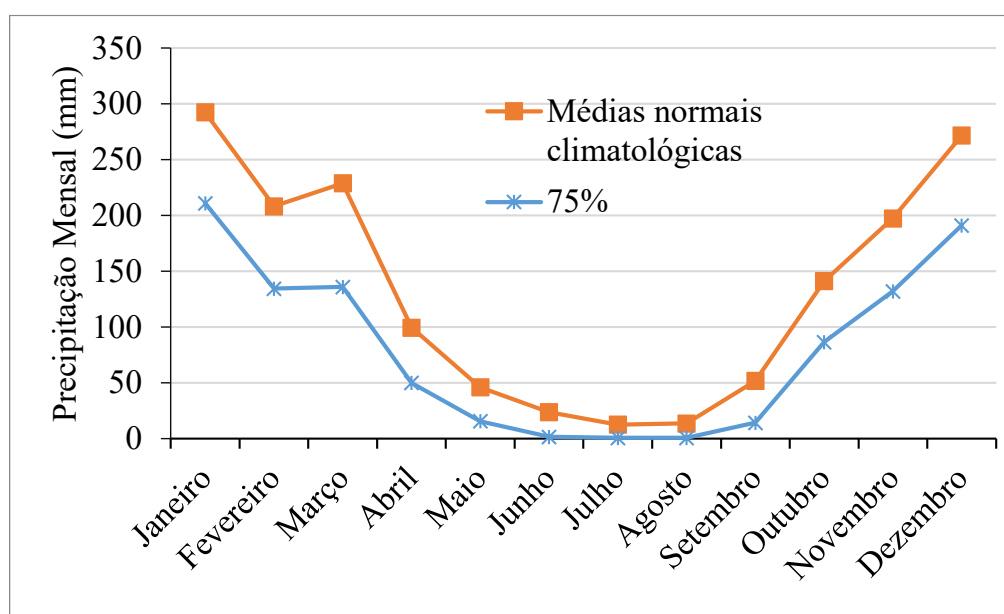


Figura 1: Variação ao longo da estação chuvosa das precipitações normais (média aritmética) e com 75% de probabilidade (distribuição Gama) para Uberaba, MG.

Para o município de Araxá (Tabela 3), se comparado os valores das médias climatológicas mensais de chuva com os valores de precipitação associados a diferentes níveis de probabilidades, a média só apresenta níveis de probabilidade em torno de 40 a 50%. Assim, caso fossem usados para dimensionamento de projetos de irrigação, esses valores superestimariam a precipitação provável a nível de 75%, podendo causar déficit hídrico na cultura instalada. Observa-se na Tabela 3 que os valores de precipitação provável recomendada para uso em projetos de irrigação suplementar ao nível de 75% de probabilidade variaram de 0,8 mm no mês de agosto (estação seca) a 189,6 no mês de janeiro (estação chuvosa).

Tabela 3 - Precipitação mensal mínima esperada (mm) associada a diferentes níveis de probabilidade segundo o modelo Gama, em Araxá-MG.

Mês	Probabilidade (mm)									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
Janeiro	467,7	390,8	340,8	301,5	267,6	236,4	205,9	189,6	173,7	135,2
Fevereiro	499,5	353,6	267,6	206,1	158,0	118,3	84,2	68,2	54,1	26,8
Março	243,0	221,2	206,4	194,2	183,3	172,7	161,9	155,9	149,9	134,2
Abril	172,5	132,5	107,7	89,1	73,8	60,4	48,0	41,7	35,9	23,0
Mai	106,0	74,1	55,5	42,3	32,0	23,6	16,5	13,2	10,4	4,9
Junho	53,8	31,7	20,1	12,8	7,9	4,5	2,3	1,5	0,9	0,2
Julho	44,2	25,2	15,5	9,5	5,6	3,1	1,5	0,9	0,5	0,1
Agosto	47,5	26,8	16,2	9,8	5,7	3,1	1,4	0,8	0,5	0,1
Setembro	138,9	97,6	73,3	56,1	42,6	31,6	22,2	17,9	14,1	6,8
Outubro	224,2	185,4	160,4	140,8	124,0	108,6	93,7	85,7	78,0	59,5
Novembro	312,5	268,8	239,8	216,8	196,6	177,8	159,0	148,8	138,8	113,8
Dezembro	500,0	400,9	337,9	289,6	248,8	212,0	177,0	158,8	141,4	100,9

Observa-se na Figura 2 que a variação da precipitação média normal climatológica durante a estação chuvosa está acima das precipitações prováveis ao nível de 75% de probabilidade. Dessa forma, a utilização do valor médio superestimaria em 153,05% a precipitação provável ao nível de 75% para o mês de janeiro; em 300,19% para o mês de fevereiro; em 123% para o mês de março; em 84,94% para o mês de outubro; em 137,46% para o mês de novembro e 175,18% para o mês de dezembro. Moreira et al (2003) encontrou valores semelhantes de superestimativas para a região de Russas-CE.

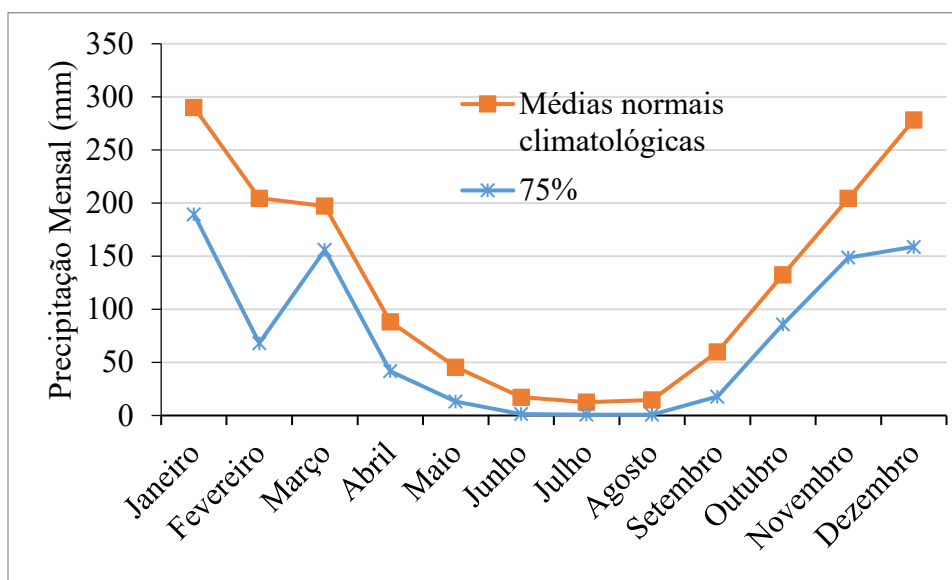


Figura 2: Variação ao longo da estação chuvosa das precipitações normais (média aritmética) e com 75% de probabilidade (distribuição Gama) para Araxá, MG.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que o uso de valores médios climatológicos para dimensionamento de irrigação suplementar em Uberaba e Araxá pode levar a superdimensionamentos ou falhas no fornecimento hídrico. A aplicação da distribuição Gama com 75% de probabilidade apresentou maior confiabilidade para estimar precipitações efetivas. Os resultados confirmam que esses valores são mais adequados para o planejamento agrícola sustentável, proporcionando maior segurança no manejo da irrigação em ambas as regiões analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAES, F.D.D.; LOPES, F.F.; SOUZA, F.; OLIVEIRA J.B. Estimativa do balanço hídrico para as condições climáticas Iguatu, Ceará, usando modelo estocástico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.3, n.2, p.78–87, 2009.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2005. 654 p.

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**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 842-850, maio/jun., 2007.

LANNA, A.E. Elementos de estatística e probabilidades. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2001. p. 79-176.

MOREIRA, L.G; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; JUNIOR, A.S.A.; COSTA, S.C.; Valores recomendáveis de precipitação pluvial para uso no manejo da irrigação em Russas, CE. **Revista Ciência Agronômica**, 2003. 241-245p.

OLIVEIRA, J. P. B.; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C.; JASPER, A.P.S.; OLIVEIRA, L.B. Precipitação provável para Alegre-ES através da distribuição de probabilidade gama. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p.204-211, 2010.

OLIVEIRA, J. P. B.; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C.; JASPER, A.P.S.; OLIVEIRA, L.B. Precipitação provável para Alegre-ES através da distribuição de probabilidade gama. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p.204-211, 2010.

SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F. de; FRIGO, E. P.; LONGO, A. J; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná. **Irriga**, v.12, n.1, p.38-53, 2007.

SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração: Necessidade de água para as plantas cultivadas. In: **Curso de Engenharia e Manejo da Irrigação**. Brasília: ABEAS, 1992. 143p.

SOCCOL, O. J. et al. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.569–574, 2010.