

## ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

Mádilo Lages Vieira Passos<sup>1</sup>, Anselmo Baganha Raposo<sup>2</sup>, Telmo José Mendes<sup>3</sup>

### RESUMO

A distribuição da precipitação pluviométrica é fundamental no dimensionamento dos sistemas de irrigação suplementar, além da viabilização da agricultura de sequeiro, possibilitando o uso racional dos recursos hídricos de determinada região. Desse modo, Objetivou-se estimar a distribuição da precipitação mensal e anual em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência, pelo modelo probabilístico de distribuição Gama incompleta, para os dados de precipitação pluviométrica do município de Chapadinha-MA. Foi utilizada uma série histórica da precipitação pluviométrica de 1976 a 2015. A precipitação mensal e anual provável foi obtida para os níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 e 90% de probabilidade. Para a região em estudo, a média anual da precipitação foi 1610,4 mm, no qual se encontra entre os valores de probabilidade de 40 e 50% com valores de 1681,0 e 1574,8 mm, respectivamente. As médias anuais de chuva esperada para todos os níveis, foram superiores a 1100,0 mm. Os meses de janeiro a maio, possuem 80% de probabilidade de ocorrência de pluviosidade superior a 80,0 mm. Já de junho a dezembro, para a mesma probabilidade, são esperados índices iguais ou acima de 4,0 mm. O teste de aderência não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov mostrou que a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para representar as precipitações mensais e anuais do período estudado para o município de Chapadinha-MA.

**Palavras-chave:** Chuva, Distribuição Gama, Recursos Hídricos.

## ESTIMATION OF THE DISTRIBUTION OF RAINFALL PROBABLE AT DIFFERENT LEVELS OF PROBABILITY OF OCCURRENCE

### ABSTRACT

The distribution of rainfall is fundamental in the dimensioning of supplementary irrigation systems, in addition to the feasibility of dryland agriculture, allowing for the rational use of

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola - CCAA, UFMA, CEP 65500-000, Chapadinha – Maranhão, Brasil, e-mail: madilolages@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Assistente II da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, CEP 65000-000, São Luís – Maranhão, Brasil, e-mail: anselmoraposo@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor Adjunto I do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais – CCAA, UFMA, CEP 65500-000, Chapadinha – Maranhão, Brasil, e-mail: engtelmo@yahoo.com.br.

water resources of particular region. In this way, aimed to estimate the distribution of monthly and annual precipitation at different levels of probability of occurrence, by probabilistic model of incomplete Gama distribution for rainfall data of the municipality of Chapadinha-MA. Was used a historical series of precipitation of 1976 to 2015. The monthly and annual precipitation probable was obtained for the levels of 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 and 90% probability. The grip of the monthly and annual average rainfall data the probability distribution Gama, was evaluated with the Kolmogorov-Smirnov test, the 5% level of significance. For the region under study, the average annual rainfall was 1610.4 mm, in which lies between the probability values of 40 and 50% with 1681.0 values and 1574.8 mm, respectively. The annual averages of rain expected for all levels, were superior to 1100.0 mm. The months from January to may, with 80% probability of occurrence of rainfall greater than 80.0 mm. From June to December, for the same probability, are expected to equal or indexes above 4.0 mm. The non-parametric of Kolmogorov-Smirnov test showed that the probability distribution Gama was adequate to represent the monthly and annual precipitation for the period studied for the municipality of Chapadinha-MA.

**Keywords:** Rain, Gama Distribution, Water Resources.

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos mais influentes sobre as condições ambientais e na maioria das atividades desenvolvidas no campo (COAN et al., 2014). Desse modo, o conhecimento do regime pluviométrico de uma região em relação à duração e o final da estação chuvosa é essencial para a preparação de um calendário agrícola e implementação de projetos agrícolas (SILVA et al., 2011).

A distribuição das chuvas em uma determinada localidade depende de fatores estáticos como a latitude, a distância do oceano e os efeitos orográficos, além dos fatores dinâmicos como a movimentação das massas de ar que associadas entre si, caracterizam os índices pluviométricos de uma determinada região (MONTEBELLER, 2007).

De acordo com Uliana et al. (2011) o emprego de modelos probabilísticos na avaliação da precipitação pluviométrica provável de certa localidade são importantes não apenas no planejamento das atividades agropecuárias, mas também de outras atividades como construção civil, turismo e transporte. Nesse sentido, Haan, (2002) define precipitação provável como sendo a precipitação pluviométrica mínima que apresenta probabilidade específica de excedência baseada em uma série histórica de dados, ou seja, é o

valor de precipitação mínimo esperado em determinado local, época do ano e para determinado nível de probabilidade.

Um dos modelos probabilísticos mais utilizados para a estimativa da precipitação provável para diferentes locais e níveis de probabilidades de ocorrência é a distribuição Gama incompleta descrita por Thom, (1958). Diversos estudos indicam a distribuição Gama, como o meio probabilístico mais confiável na determinação de totais mensais de precipitação.

Batistão et al. (2013) utilizaram o modelo para a determinação de diferentes níveis de probabilidade de ocorrência de precipitação para a região de Juína-MT. Já Francisco et al. (2016) analisaram os cenários pluviométricos do estado da Paraíba utilizando a distribuição Gama. E Francisco et al. (2015) caracterizaram a variabilidade dos regimes anual e mensal e definiram níveis de probabilidade de ocorrência da precipitação pelo modelo probabilístico Gama incompleta para o estado da Paraíba.

Com relação ao ajuste das funções de distribuição, Araújo et al. (2001) estimaram a precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, estado de Roraima, nos níveis de 10, 20, 25, 30, 50, 60, 70, 75, 80 e 90% de probabilidade utilizando-se as funções de distribuição normal e Gama e constataram um bom ajuste dos valores mensais principalmente à distribuição Gama. Já Silva et al. (2013) analisaram a distribuição da precipitação mensal

## ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

e anual em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Sapezal-MT com auxílio do modelo probabilístico de distribuição Gama incompleta e com o teste de Kolmogorov-Smirnov, averiguaram que a função de distribuição de probabilidade Gama foi adequada para representar as precipitações para períodos mensais.

Diante de contexto, objetivou-se estimar a distribuição da precipitação pluviométrica mensal e anual em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência, utilizando-se o modelo probabilístico de distribuição Gama incompleta, para os

dados de precipitação pluviométrica do município de Chapadinha-MA.

### MATERIAL E MÉTODOS

O município de Chapadinha-MA, situa-se na Região do Alto Muni, possui coordenadas geográficas de 3°44' S e 43°21' O, e altitude de 105 m (Figura 1). Possui uma área de 3.247 km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2016). As altitudes variam de 100 a 400 m, com relevo ondulado a suave ondulado (MARANHÃO, 2002).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, Chapadinha-MA. Fonte: WIKIMEDIA, (2016).

O clima, segundo Thornthwaite, é do tipo C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>A'a', ou seja, subúmido, megatérmico com grande deficiência hídrica no verão, com temperatura média anual de 27,9 °C sendo mais elevada nos meses de outubro e novembro, ambos com 29,3 °C e mais baixa em junho com média térmica de 26,9 °C; a precipitação pluviométrica atinge valores médios anuais

de 1613,2 mm e elevada variabilidade temporal, caracterizando duas estações, uma chuvosa estendendo-se ao longo dos meses de janeiro a maio, concentrando cerca de 84% do total acumulado com índices acima de 200 mm nestes meses e a estação seca compreendida entre os meses de junho a dezembro e contribui com apenas 16% da

precipitação em relação a total (PASSOS et al., 2016).

Foram utilizados valores mensais de precipitação pluviométrica do município de Chapadinha-MA. Os dados foram obtidos a partir da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) cujo código da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) é 82382. A série histórica compreendeu o período entre os anos de 1976 a 2015, sendo desconsiderados dados que, por alguma razão não foram registrados.

A estimativa da precipitação pluviométrica mensal e anual provável foi obtida para os níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90% de probabilidade, utilizando-se o modelo probabilístico distribuição Gama incompleta.

Segundo Thom, (1958) a função densidade de probabilidade Gama ( $f(x)$ ) é dada pela equação 1.

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

Onde:

$\alpha$  - parâmetro de forma, adimensional;

$\beta$  - parâmetro de escala, em mm;

$e$  - base do logaritmo neperiano;

$X$  - precipitação, em mm;

$\Gamma$  - função Gama.

A função Gama ( $\Gamma(\alpha)$ ) foi calculada a partir da equação 2.

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty X^{\alpha-1} e^{-X} d(X) \quad (2)$$

Já a distribuição acumulada Gama ( $F(x)$ ) foi determinada conforme equação 3.

$$F(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x X^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} d(X) \quad (3)$$

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama acumulada foram, estimados pelas equações 4, 5 e 6, através do método da máxima verossimilhança conforme Assis et al. (1996).

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (5)$$

$$A = \ln \bar{X} - X_g \quad (6)$$

Onde:

$\bar{X}$  - média aritmética das observações;

$X_g$  - média geométrica das observações.

Para os valores nulos utiliza-se a distribuição cumulativa Gama da seguinte forma (ASSIS et al., 1996) conforme a equação 7.

$$F(X) = P_o + (1 - P_o)F(X) \quad (7)$$

Onde:

$P_o$  - probabilidade de ocorrência de valores nulos;

$F(X)$  - distribuição cumulativa Gama.

Sendo:

$$P_o = \frac{N_o}{(N+1)} \quad (8)$$

Onde:

$N_o$  - número de valores nulos da série.

A aderência dos dados ajustados de precipitação média mensal e anual a distribuição de probabilidade Gama, foi avaliada com o teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são exibidos os resultados das médias mensais, desvio-padrão, coeficiente de variação e os valores extremos da precipitação pluviométrica. Na série climatológica observou-se uma média anual da precipitação de 1610,4 mm, sendo 1985 o ano mais chuvoso, com 2924,5 mm, e 1982 o ano menos chuvoso, com 864,1 mm, com coeficientes de variação dos totais médios mensais e desvio-padrão bem expressivos.

ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

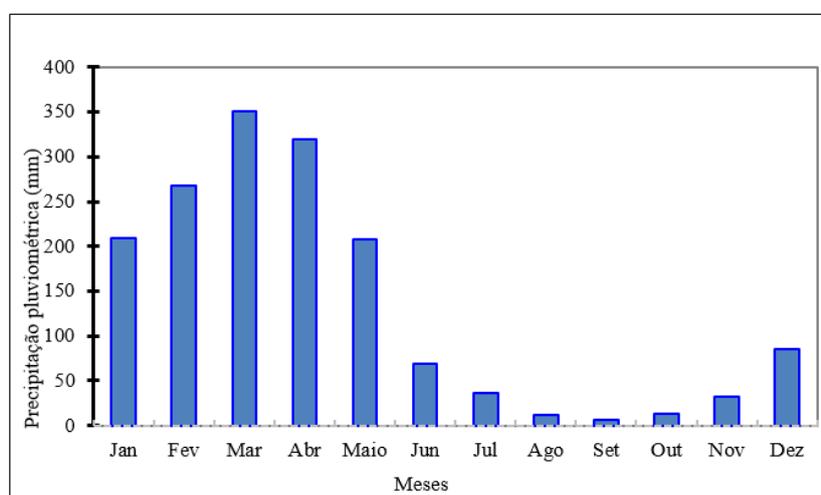
**Tabela 1:** Médias mensais, desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) e valores extremos de precipitação pluviométrica em Chapadinha – MA, para o período de 1976 a 2015.

Meses	Média (mm)	S (mm)	CV (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Jan	209,3	120,7	57,7	615,7	27,8
Fev	267,8	97,2	36,3	530,9	96,6
Mar	350,9	140,4	40,0	751,0	89,3
Abr	319,9	159,4	49,8	743,1	35,0
Mai	208,0	118,9	57,2	463,9	0,6
Jun	68,7	52,3	76,1	193,5	0,2
Jul	36,4	46,9	128,8	206,7	0,0
Ago	11,4	17,3	151,7	82,6	0,0
Set	6,2	11,5	185,5	58,8	0,0
Out	13,5	24,3	180,0	133,0	0,0
Nov	32,7	33,7	103,0	112,0	0,0
Dez	85,6	71,8	83,9	310,5	0,1

Araújo et al. (2001) observou, para Boa Vista, RR, uma precipitação anual média de 1688,4 mm, sendo 1945 o ano mais chuvoso, com 2554,6 mm, e 1983 o ano menos chuvoso, com 994,7 mm e também coeficientes de variação das médias mensais e o desvio-padrão elevados.

Com relação a distribuição sazonal da precipitação pluviométrica, podemos observar na Figura 2 duas estações bem definidas. A primeira uma estação úmida que ocorre de

janeiro a maio com oscilações mensais fluando entre 208,0 a 350,9 mm com um total de 1355,9 mm, no qual corresponde a cerca de 84% do total precipitado e a segunda uma estação seca, que estende-se ao longo dos meses de junho a dezembro com um total de 254,5 mm, respondendo por cerca de 16% do total. O mês de março teve maiores valores de precipitação, com um total médio mensal de 350,9 mm e o mês de setembro o menos chuvoso com 6,2 mm.



**Figura 2.** Distribuição sazonal da precipitação pluviométrica média mensal para o município de Chapadinha-MA, de 1976 a 2015.

Diversos sistemas meteorológicos ocasionam alterações no regime pluviométrico da região Nordeste do Brasil, assim como na Mesorregião do Leste Maranhense a qual Chapadinha faz parte, sendo os principais atuantes na localidade de estudo, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os fenômenos do tipo EL Niño e La Niña.

Silva et al. (2011) afirmam que a estação chuvosa em todos os estados da região Nordeste do Brasil coincide com a época do ano em que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está mais ao Sul, que corresponde aos meses de março, abril e maio (trimestre chuvoso). A ZCIT é mais significativa sobre os Oceanos e por isso, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é um dos fatores determinantes na sua posição e intensidade (FUCEME, 2017).

Estudando o impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura da cidade de Chapadinha-MA, Nogueira et al. (2012), verificaram que mudança da estação chuvosa para a seca em todo o Estado do Maranhão, realmente coincide com o posicionamento da ZCIT (mais para sul) e esta não possui simetria em seu tempo de permanência em ambos os hemisférios. Os autores observaram ainda que as anomalias negativas de precipitação pluviométrica dão indícios que em anos com eventos de El Niño a estação chuvosa é mais curta e os índices pluviométricos ficam abaixo da normal climatológica. Em contrapartida constataram que em anos de La Niña, as anomalias são positivas, mantendo lâmina precipitada acima da normal climatológica.

Os autores Pizzato et al. (2012) estimaram a distribuição e probabilidade de ocorrência da precipitação pluviométrica em Cáceres-MT pela distribuição Gama incompleta e averiguaram que as médias mensais da série avaliada caracterizaram duas estações bem definidas na região: uma seca de maio a setembro e a outra chuvosa de outubro a abril. Os mesmos autores verificaram a ocorrência da maior média de precipitação no mês de janeiro (243,58 mm) e a menor em junho (16,59 mm).

Para o município de Barbalha-CE, Medeiros et al. (2013a) observaram uma média anual da precipitação de 1075,8 mm e que o município possui duas estações uma chuvosa, que responde por 89,46% do total precipitado e outra seca com apenas 10,53% do total. Os mesmos autores ainda observaram o mês de março como o mais chuvoso para o período estudado com 227,1mm e o mês de agosto o menos chuvoso com apenas 5,8 mm. Já Medeiros et al. (2013b) verificaram que para o município de Amarante-PI o mês de março também possui o índice pluviométrico médio mensal mais elevado com 281,4 mm e o mês de agosto o menor apenas 3,6 mm.

Com base nos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  (Tabela 2), estimados pelo método da verossimilhança, verificou-se a possibilidade do uso da probabilidade, segundo a função de distribuição Gama, pois os valores de  $\alpha$  não excederam o valor de 100 em nenhum mês. Pois, segundo Thom, (1958) valores de  $\alpha$  superiores a 100, indicam que a distribuição Gama incompleta não deve ser utilizada.

**Tabela 2:** Parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama calculados pelo método da máxima verossimilhança para a precipitação pluviométrica mensal, Chapadinha-MA.

Meses	Parâmetros	
	$\alpha$	$\beta$
<b>Jan</b>	3,2272	64,8551
<b>Fev</b>	6,9138	38,7340
<b>Mar</b>	6,0792	57,7212
<b>Abr</b>	3,5152	91,0000
<b>Mai</b>	1,8603	111,8043
<b>Jun</b>	1,0178	67,4977
<b>Jul</b>	1,0933	33,2922
<b>Ago</b>	0,6850	16,6422
<b>Set</b>	1,0286	6,0528

**ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA**

<b>Out</b>	0,8042	16,7873
<b>Nov</b>	0,5592	58,4758
<b>Dez</b>	1,1391	75,1479

Segundo Castro e Leopoldo (1995), no Brasil o parâmetro geralmente utilizado para dimensionamento de sistemas de irrigação é a média da precipitação pluviométrica, porém afirmam que a utilização desse parâmetro subestima valores de 50% de probabilidade e recomendam que para elaboração de projetos de irrigação a precipitação deve estar entre os níveis de 75 e 80% de probabilidade.

A utilização da média como parâmetro de dimensionamento pode gerar subdimensionamento de sistemas de irrigações ocasionando prejuízos ao agricultor (COAN et al., 2014). Segundo Silva et al. (2013), na maioria dos casos, o valor médio da precipitação está entre 40 e 50% de probabilidade de ocorrência; esse valor está abaixo dos indicados para uso em planejamento de sistemas de irrigação (CASTRO; LEOPOLDO, 1995). A precipitação mensal provável ao nível de probabilidade de 90% pode ser utilizada no dimensionamento dos sistemas de irrigação, onde a cultura possui maior suscetibilidade ao déficit hídrico.

As precipitações prováveis mensais associadas aos níveis de probabilidade de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90% são mostrados na Tabela 3. Estes níveis representam à

ocorrência da precipitação de excedência. Em que o aumento no nível de probabilidade diminui a precipitação provável. O aumento na confiabilidade da estimativa da lâmina mínima a precipitar em uma certa região implica na redução do seu valor estimado.

Para a região em estudo, a média anual da precipitação pluviométrica foi 1610,4 mm, no qual encontra-se entre os valores de probabilidade de 40 a 50% e com valores de 1681,0 e 1574,8 mm, respectivamente. As médias anuais de chuva esperadas, para todos os níveis, foram superiores 1100,0 mm.

Moreira et al. (2010) observaram que a média anual da precipitação pluviométrica (1664 mm) do município de Nova Maringá-MT também encontrou-se entre os valores de 40 a 50% de probabilidade (1636 e 1707 mm, respectivamente). Batistão et al. (2013) verificaram para o município de Juína-MT, que a média anual da precipitação pluviométrica permaneceu entre 45 a 50% de ocorrência. Para o município de Sapezal-MT, Silva et al. (2013) observaram a média anual da precipitação pluviométrica de 2014,3 mm, entre os níveis de 25 a 40% de probabilidade sendo 2370,7 e 2107,2 mm, respectivamente.

**Tabela 3:** Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de Chapadinha-MA, em diferentes níveis de probabilidade, segundo a função de distribuição Gama.

Nível (%)	Precipitação Mensal e Anual Provável (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	Anual
<b>90</b>	80,6	148,3	185,3	129,8	51,5	7,5	7,8	3,1	4,8	5,1	1,6	11,3	1106,2
<b>80</b>	110,6	180,6	229,1	175,0	81,8	15,7	12,2	4,4	5,5	6,7	4,0	22,2	1254,5
<b>75</b>	123,7	194,0	247,5	194,7	96,1	20,1	14,5	5,1	5,9	7,6	5,5	27,9	1314,2
<b>70</b>	136,5	206,6	264,8	213,7	110,4	24,9	17,1	6,0	6,3	8,6	7,4	33,9	1369,5
<b>60</b>	161,8	230,8	298,2	251,2	140,0	35,5	22,6	7,8	7,3	10,8	12,0	47,0	1473,2

<b>50</b>	188, 1	255, 0	331, 9	290, 1	172, 1	47,9	29, 1	10, 2	8,4	13, 4	18, 3	62,3	1574, 8
<b>40</b>	217, 2	280, 9	368, 0	332, 9	209, 0	63,2	37, 0	13, 1	9,8	16, 8	26, 7	80,6	1681, 0
<b>30</b>	251, 5	310, 5	409, 4	383, 0	253, 9	82,8	47, 0	17, 1	11, 5	21, 1	38, 5	103, 8	1799, 8
<b>20</b>	295, 9	347, 6	461, 7	447, 8	314, 0	110, 4	61, 1	22, 9	14, 0	27, 3	56, 4	136, 2	1945, 6
<b>10</b>	365, 5	403, 8	541, 1	548, 7	411, 5	157, 5	84, 9	33, 0	18, 2	38, 2	89, 1	190, 9	2160, 5

Para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, agosto e outubro, a média manteve-se entre níveis de 40 a 50% de probabilidade. Os meses de junho, julho, novembro e dezembro a média reduziu-se entre 30 a 40%. A média do mês de setembro ficou entre os níveis de probabilidade de 70 a 75%. Assim sendo, constata-se que o valor médio da precipitação pluviométrica não deve ser adotado como parâmetro para o planejamento de sistema de irrigação suplementar, pois fariam com que o sistema fosse subdimensionado em relação ao nível de maior confiabilidade (75%).

Os meses de janeiro a maio, possuem 80% de probabilidade de ocorrência de pluviosidade superior a 80,0 mm. Já de junho a dezembro, para a mesma probabilidade, são esperados índices pluviométricos iguais ou acima de 4,0 mm.

A chuva provável para o nível de probabilidade de 75% para o mês de janeiro é de 123,7 mm, deste modo, espera-se que em média, a cada quatro anos em três ocorra no mês de janeiro precipitação igual ou superior a 123,7 mm. Em contrapartida, existem 25% de chances que o total pluviométrica não ultrapasse esse valor.

O teste de aderência não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância, mostrou que a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para representar as precipitações mensais e anuais do período estudado para o município de Chapadinha-MA.

## CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que a distribuição Gama ajustou-se a série de dados de precipitação pluviométrica mensal e anual do município de Chapadinha-MA. Considerando-se o nível de maior confiabilidade (75%), verificou-se que os índices pluviométricos flutuaram entre os valores de 247,5 mm no mês de março e 5,1 mm para o mês de agosto. Ressalta-se, ainda, que a média anual ficou compreendida entre os níveis de probabilidade de 40 a 50%, mostrando uma subestimativa em relação ao nível recomendado (75%).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W.F.; ADRADE-JUNIOR, A.S.; MEDEIROS, R.S.; SAMPAIO, R.A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: UFPel, 1996. 161 p.

BATISTÃO, A.C.; LAVEZO, A.; PESSOA, M.J.G.; DELLACORT, R.; CARVALHO, M.A.C. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE JUÍNA (MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, n.9, p.258-270, 2013.

CASTRO, R.; LEOPOLDO, P. R. Ajuste da distribuição gama incompleta na estimativa da precipitação pluviométrica provável para os períodos de 15 e 10 dias da cidade de São

ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA PROVÁVEL EM DIFERENTES NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

- Manuel (SP). **Energia na Agricultura, Botucatu**, v.10, n.1, p.20- 28, 1995.
- COAN, B.P.; BACK, A.J.; BONETTI, A.V. PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL PROVÁVEL NO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.15, n.10, p.122-142, 2014.
- FRANCISCO, P.R.M.; MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D. OSCILAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DENTRE OS REGIMES DIFERENCIADOS DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.6, p.360-371, 2015.
- FRANCISCO, P.R.M.; MELLO, V.S.; BANDEIRA, M.M.; MACEDO, F.L.; SANTOS, D. Discriminação de cenários pluviométricos do estado da Paraíba utilizando distribuição Gama Incompleta e Teste Kolmogorov-Smirnov. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.1, p.47-61, 2016.
- FUCEME. SISTEMAS METEOROLÓGICOS CAUSADORES DE CHUVA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL. Disponível em: <[http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico\\_chuvas\\_postos\\_pluviometricos/entender/entender2.htm](http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/entender/entender2.htm)>. Acesso em: 05/03/2017.
- HAAN, C. T. **Statistical Methods in Hydrology**. Ames: The Iowa State University Press. 2002. 377p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=210320>>. Acesso em: 14/09/2016.
- MARANHÃO - GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN**. Atlas do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 39 p. 2002.
- MEDEIROS, R. M.; SILVA, J.A.S.; SILVA, A.O.; MATOS, R.M.; BALBINO, D.P. BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA A ÁREA PRODUTORA DA BANANA DO MUNICÍPIO DE BARBALHA, CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.4, p.258-268, 2013a.
- MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA O MUNICÍPIO DE AMARANTE – PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.170-180, 2013b.
- MONTEBELLER, C.A.; CEDDIA, M.B.; CARVALHO, D.F.; VIEIRA, S.R.; FRANCO, E.M. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no Estado do Rio de Janeiro. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.27, n.2, p.426-435, 2007.
- MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. J. da; MARTINS, J. A. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro Ambientais**, v.8, n.1, p.9-20, 2010.
- NOGUEIRA, V.F.B.; CORREIA, M.F.; NOGUEIRA, V.S. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, n.3, p.708-724, 2012.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. BALANÇO HÍDRICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA UMA DETERMINADA REGIÃO DE CHAPADINHA-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.758-766, 2016.
- PIZZATO, J.A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R.C.; MODOLO, A.J.; CREMOM, C.; MOREIRA, P.S.P. DISTRIBUIÇÃO E

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO EM CÁCERES (MT). **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 42, n.2, p.137-142, 2012.

SANTIAGO, F. dos S.; FREITAS, R. R. L.; GOMES-SILVA, N. C.; BLACKBURN, R. M. Variabilidade de precipitação em assentamentos no Ceará. In: Encontro Internacional das Águas, 7, Recife, 2013.

SILVA, E. S.; ZAVISLAK, F. D.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C.; ARAUJO, D. V. Distribuição de probabilidade de chuva no município de Sapezal, MT. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.1112-1122, 2013.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na

região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.131-138, 2011.

SILVA, V.P.R.; PEREIRA, E.R.R.; AZEVEDO, P.V.; SOUSA, F.A.S.; SOUSA, I.F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.131-138, 2011.

THOM, H. C. S. A NOTE ON THE GAMMA DISTRIBUTION. **Monthly Weather Review**, Washington, v.86, n.4, p.117-122, 1958.

ULIANA, E.M.; REIS, E.F.; SILVA, J.G.F.; XAVER, A.C. PRECIPITAÇÃO MENSAL ANUAL PROVÁVEL PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Irriga, Botucatu**, v.18, n.1, p.139-147, 2013.