



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**MÁDILO LAGES VIEIRA PASSOS**

**PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL E ANUAL PROVÁVEL PARA O**  
**MUNICÍPIO DE TURIAÇU-MA**

**Chapadina – MA**

**2019**

**MÁDILO LAGES VIEIRA PASSOS**

**PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL E ANUAL PROVÁVEL PARA O  
MUNICÍPIO DE TURIAÇU-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação de Engenharia Agrícola da  
Universidade Federal do Maranhão, como requisito  
parcial para a obtenção do título de Engenheiro  
Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Telmo José Mendes

**Chapadinha – MA**

**2019**

**MÁDILO LAGES VIEIRA PASSOS**

**PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL E ANUAL PROVÁVEL PARA O  
MUNICÍPIO DE TURIAÇU-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação de Engenharia Agrícola da  
Universidade Federal do Maranhão, como requisito  
parcial para a obtenção do título de Engenheiro  
Agrícola.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Telmo José Mendes  
(UFMA/CHAPADINHA)  
(Orientador)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maryzélia Furtado de Farias  
(UFMA/CHAPADINHA)

---

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa  
(UFMA/CHAPADINHA)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por permanecer ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus familiares, especialmente, minha mãe e primeira professora Analí Pereira Lages e meu pai Adail Vieira Passos, pelos valores, princípios e que tão bem souberam incentivar a busca do aprendizado.

Ao meu irmão Ádilo Lages Vieira Passos, por todo suporte e incentivo com referência às minhas escolhas.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em virtude da oportunidade de realização do curso, de forma legítima, gratuita e de qualidade. Serei grato por toda minha vida.

Ao meus orientadores Geraldo Cesar Zambrzycki, Telmo José Mendes, Washington da Silva Sousa e Edmilson Igor Bernardo Almeida, pelas oportunidades, ensinamentos, presteza e paciência. Meus mais sinceros agradecimentos.

Aos meus companheiros de turma, pela boa convivência durante todos esses anos.

Aos grupos de pesquisa que me associei e contribuir, os quais me proporcionaram oportunidades, conhecimento e crescimento imensurável.

A todos que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

As distribuições teóricas de probabilidades são importantes ferramentas na estimativa da precipitação pluviométrica provável, auxiliando no planejamento das atividades agrícolas, principalmente no dimensionamento de sistemas de irrigação. Objetivou-se estimar a precipitação mensal e anual, em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência, através da distribuição teórica de probabilidade Gama, para os dados de precipitação pluviométrica do município de Turiaçu-MA. A precipitação mensal e anual provável foi obtida para os níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 e 90% de probabilidade. Obteve-se, para a precipitação pluviométrica, valores médios anuais de 2.175,3 mm, compreendido entre os níveis de 40 e 50%, com altura pluviométrica de 2.272,0 e 2.129,6 mm, respectivamente. Para o nível de 75%, verificou-se oscilações nas precipitações pluviométricas de 343,8 mm no mês de março a 1,2 mm para o mês de outubro. De acordo com o teste de Qui-quadrado, ao nível de 5% de significância, a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para representar as precipitações pluviométricas mensais e anuais para o município de Turiaçu-MA.

**Palavras-chave:** Hidrologia, Níveis de Ocorrência, Planejamento Agrícola.

## ABSTRACT

Theoretical probability distributions are important tools in the estimation of precipitation probable, assisting in the planning of agricultural activities, mainly in the scaling of irrigation systems. Aimed to estimate the monthly and annual precipitation at different levels of probability of occurrence, through theoretical probability distribution Gama, for precipitation data of the municipality of Turiaçu-MA. The monthly and annual precipitation probable was obtained for the levels of 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 and 90% probability. It was obtained, for the rainfall, annual average values of 2175.3 mm, between the levels of 40 and 50%, with a height of 2272.0 and rainfall 2129.6 mm, respectively. For the level of 75%, it was found oscillations in the rainfall of 343.8 mm in the month of March to 1.2 mm for the month of October. According to the test of Chi-square at the 5% level of significance, the probability distribution Gama was adequate to represent the monthly and annual rainfall for the municipality of Turiaçu-MA.

**Key words:** Hydrology, Levels of Occurrence, Agricultural Planning.

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial corresponde a uma característica meteorológica considerada das mais representativas no que se refere a caracterização do regime pluviométrico de uma região, sendo importante para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (Menezes & Fernandes, 2016). No sistema agrícola, representa o principal meio da entrada de água, sendo fundamental para o entendimento da dinâmica hídrica do meio e pode ser utilizada como um indicador de épocas mais adequadas para a semeadura (Barreto et al., 2014).

Segundo Carvalho et al. (2013), caracterizar a distribuição da pluviosidade é de extrema importância para a agricultura, pois a demanda hídrica de uma planta varia de acordo com a espécie, estágio de desenvolvimento e demanda atmosférica, assim é necessária uma distribuição regular de chuvas durante o desenvolvimento da cultura.

Sendo a chuva uma variável aleatória contínua, pode-se representá-la através de alguma distribuição teórica de probabilidade (Alves et al., 2013). De acordo com Uliana et al. (2013) o emprego de modelos probabilísticos para a determinação da precipitação pluviométrica provável, para uma dada região, é importante não apenas no planejamento das atividades agropecuárias, mas também de outras atividades como construção civil, turismo e transporte. Frizzone (1979) conceitua como precipitação provável a precipitação pluviométrica mínima que tem uma probabilidade específica de ocorrência baseada na análise de uma longa série de dados.

Um modelo probabilístico comumente utilizado para a estimativa da precipitação provável em diferentes níveis de probabilidades de ocorrência, é a distribuição Gama proposta por Thom (1958). A função densidade de probabilidade Gama é normalmente ajustada ao total de chuva em períodos mensais ou menores (Lima et al., 2008).

Na literatura, diversos estudos indicam a distribuição Gama como um método eficaz na estimativa da chuva provável esperada em diferentes níveis de ocorrência, como pode ser verificado em Pizzato et al. (2012), Batistão et al. (2013), Souza et al. (2013), Coan et al. (2014), Francisco et al. (2015) e Francisco et al. (2016).

Objetivou-se, com o estudo, estimar a precipitação pluviométrica mensal e anual em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência, pelo modelo probabilístico de distribuição Gama, para o município de Turiaçu-MA.

## MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa da precipitação pluviométrica provável foi realizada para o município de Turiaçu-MA (Figura 1). As coordenadas geográficas do local são  $01^{\circ} 39'$  de latitude sul e  $45^{\circ} 22'$  de longitude oeste.

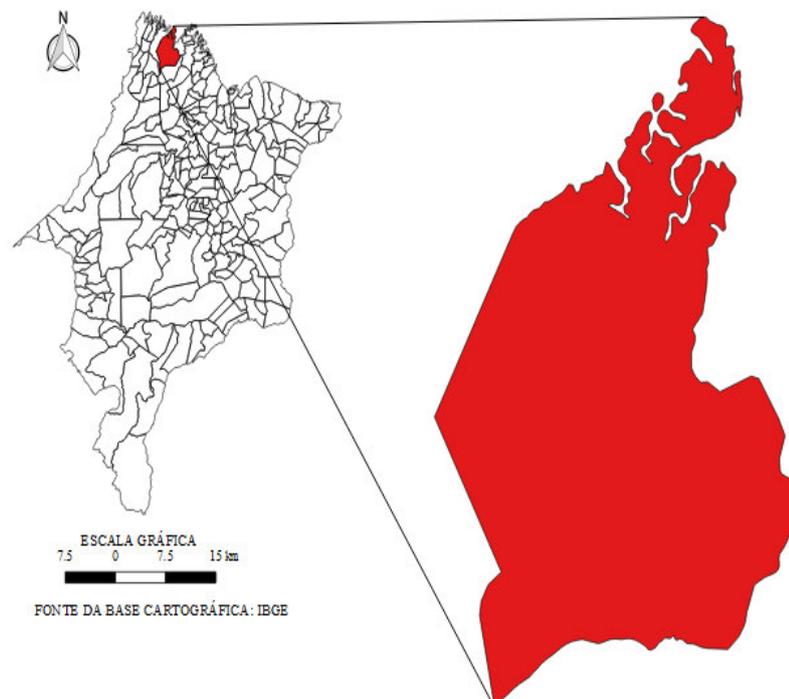


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, Turiaçu-MA. Fonte. Elaborado pelo autor.

A localidade de estudo situa-se na Mesorregião do Oeste Maranhense dentro da Microrregião do Gurupi e está inserido na área da Amazônia Maranhense. A população estimada do município é de 34.949,0 habitantes e uma área de unidade territorial de 2578,5 km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2017).

O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo Aw', semiúmido, com temperatura média anual de 26,4°C e umidade relativa do ar de 82%. A precipitação total anual alcança 2.196 mm, sendo 92% das chuvas distribuídas de janeiro a julho.

O município de Turiaçu possui importância socioeconômica focada no cultivo do abacaxi, sendo essa a principal fonte de renda local. A exploração da cultivar 'Turiaçu', concentrada no município de Turiaçu, tem crescido consideravelmente com área atual de 149 ha (12,0% do total), sendo este o segundo maior produtor estadual (Araujo et al., 2012). De tal modo, também depende economicamente das condições climáticas, especialmente do regime pluviométrico.

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos a partir da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O código da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) da estação é 82198. A estação localiza-se nas coordenadas 01° 33' de latitude sul, 45° 21' de longitude oeste e altitude de 44,06 m. A série histórica compreendeu o período entre os anos de 1961 a 2016. Foi observada a ausência de registros em 13 anos da série, desta forma restaram 43 valores de precipitação pluviométrica.

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.

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

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

Em que:

$\alpha$  - 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 Eq. 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 Eq. 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 foram estimados pelas Eqs. 4 e 5, através do método dos momentos.

$$\alpha = \frac{\bar{X}^2}{S^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{S^2}{\bar{X}} \quad (5)$$

Em que:

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

$S^2$  - variância.

A aderência dos dados ajustados de precipitação mensal e anual a distribuição de probabilidade Gama, foi avaliada pelo teste de Qui-quadrado ( $X^2$ ), a 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.

Tabela 1. Médias mensais, desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) e valores extremos de precipitação pluviométrica em Turiaçu-MA, para o período de 1961 a 2016.

Meses	Média (mm)	S (mm)	CV (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Jan	202,8	118,6	58,5	534,9	7,0
Fev	324,8	177,0	54,5	905,5	68,3
Mar	449,5	146,7	32,6	799,8	160,1
Abr	408,3	149,3	36,6	739,8	103,1
Mai	299,3	130,6	43,6	545,3	80,6
Jun	202,8	96,0	47,4	446,2	0,0
Jul	153,6	70,2	45,7	305,2	12,6
Ago	48,8	29,1	59,6	122,7	4,7
Set	13,6	19,6	144,7	86,1	0,0
Out	11,5	21,4	186,4	104,8	0,0
Nov	10,9	16,7	153,7	69,1	0,0
Dez	49,6	66,1	133,2	291,6	0,0

A partir do estudo da série climatológica de precipitação pluviométrica do município de Turiaçu-MA, observou-se que a maior lâmina precipitada foi registrada no ano de 1985, com 3.579,2 mm, e a menor no ano de 1983, com 733,8 mm.

Resultados semelhantes foram observados por Passos et al. (2017a) para o município de Chapadinha no estado do Maranhão, os autores verificaram o ano de 1985 como o mais chuvoso, com 2.924,5 mm, 1982 o ano menos chuvoso, com 864,1 mm. Passos et al. (2017b) verificaram para o município de Balsa-MA, que 1985 foi o ano mais chuvoso, com 1.999 mm, e 1982 o ano menos chuvoso, com 566,5 mm.

Para Montebeller (2007), a distribuição das chuvas em certa região é condicionada por 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.

Com relação a distribuição da precipitação pluviométrica ao longo dos meses, verificou-se que há concentração de chuvas (Figura 2), definindo assim duas estações. A primeira, estação úmida, ocorre de janeiro a julho com índices pluviométricos mensais oscilando entre 153,6 mm a 449,5 mm e um total de 2.041,0 mm, no qual corresponde a cerca de 94% do precipitado anualmente.

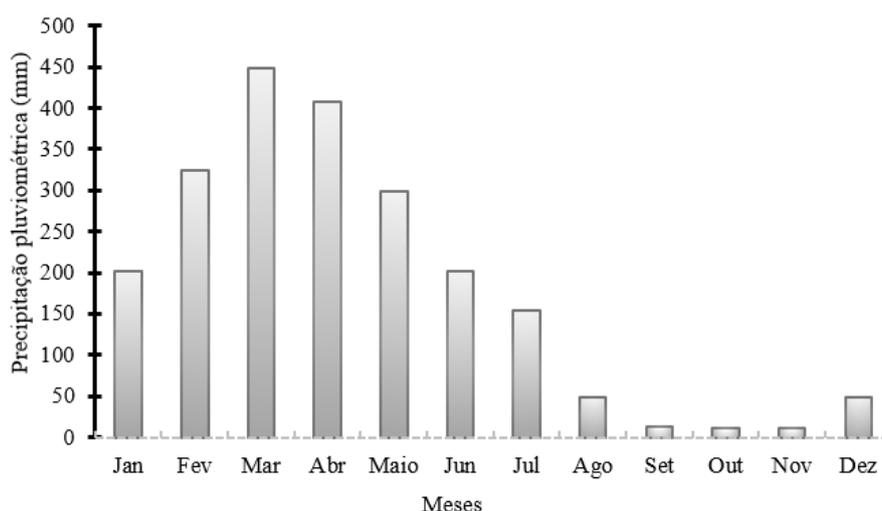


Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal para o município de Turiaçu-MA, de 1961 a 2016.

A segunda, estação seca, estende-se ao longo dos meses de agosto a dezembro, com flutuações na altura pluviométrica de 10,9 mm a 49,6 e um total de 134,3 mm, respondendo por cerca de 16% acumulado. O mês de março teve os maiores valores de precipitação, com um total médio mensal de 449,5 mm e o mês de setembro o menos chuvoso com 10,9 mm.

A região Nordeste, apresenta grandes variações espaciais e temporais de precipitação pluvial ao longo do ano (Nóbrega et al., 2014). Menezes et al. (2010) afirmam que a grande variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica, são características marcantes na região Nordeste do Brasil, provocando prejuízos econômicos e sociais aos Estados.

O clima da Mesorregião do Oeste Maranhense, principalmente a microrregião do Gurupi, que é influenciado pela Amazônia Oriental, possui alto potencial hídrico, em função da floresta, que dá elevada contribuição de umidade para a atmosfera ocasionando os altos índices pluviométricos (Maranhão, 2002).

Passos et al. (2017b), para o município de Balsas-MA localizado na Mesorregião do Sul Maranhense, averiguaram que a lâmina precipitada é mais elevada entre os meses de novembro a abril, concentrando cerca de 85% do total acumulado e entre os meses de maio a outubro concentra-se aproximadamente 15% da precipitação pluvial anual. Os autores observaram para o mês de janeiro o índice médio mais elevado (199 mm) e o mês de julho o menor (2 mm).

Para o município de Chapadinha-MA situado na Mesorregião do leste Maranhense, Passos et al. (2016) também verificaram duas estações bem definidas, a estação úmida ocorre de janeiro a maio, respondendo por cerca de 84% do total precipitado e a estação seca, de junho a dezembro respondendo por cerca de 16% do total acumulado. Também verificaram o mês de março com a maior média mensal (350,9 mm) e o mês de setembro o menos chuvoso com 6,4 mm.

Matos et al. (2015) encontraram para Alhandra-PB, os maiores índices pluviométricos entre os meses de fevereiro e agosto, oscilando de 113,4 a 319,5mm e os mínimos valores de precipitação nos meses de setembro a janeiro, com variação de 37,5 a 76,5 mm.

Lucena et al. (2016), para o estado do Piauí, obtiveram as maiores precipitações para os meses de janeiro e abril, oscilando de 124,8 a 169,9 mm e os menores índices pluviométricos nos meses de junho a outubro, com oscilações de 1,6 a 17,2 mm.

Passos et al. (2017a) ressaltam que diversos sistemas meteorológicos ocasionam alterações no regime pluviométrico da região Nordeste do Brasil, sendo os principais atuantes a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os fenômenos do tipo EL Niño e La Niña.

Para Silva et al. (2011) a estação chuvosa em todos os estados da região Nordeste do Brasil coincide com a época do ano em que 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).

As estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama, para os dados da precipitação pluviométrica do município de Turiaçu-MA, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama calculados pelo método dos momentos para a precipitação pluviométrica mensal de Turiaçu-MA.

Meses	Parâmetros	
	$\alpha$	B
Jan	2,9229	69,3654
Fev	3,3691	96,4080
Mar	9,3841	47,9000
Abr	7,4744	54,6216
Mai	5,2551	56,9493
Jun	4,4593	45,4682
Jul	4,7932	32,0471
Ago	2,8155	17,3269
Set	0,6003	26,2655
Out	0,3378	38,4355
Nov	0,5300	23,8992
Dez	0,6321	84,4276

Observou-se que os valores do parâmetro  $\beta$  não excederam o valor 100 em nenhum mês, possibilitando assim a utilização na distribuição gama (Arraes et al., 2009). De acordo com Thom (1958), para valores  $\alpha$  superiores a 100 não se utiliza a distribuição gama incompleta.

Os valores de  $\beta$  flutuam de 17,3269 em setembro a 96,4080 em fevereiro. Mostrou tendência em apresentar valores mais elevados no período de chuvas mais intensas. Sendo um indicador da variabilidade dos dados.

Pelas estimativas, o parâmetro  $\alpha$  oscila entre 0,3378 no mês de outubro a 9,3841 no mês de abril. Averiguou-se que os valores de  $\alpha$  apresentaram valores mais elevados nos meses mais chuvosos, que nos mais secos. De acordo com Botelho & Morais (1999), isso pode ser explicado pela pronunciada assimetria nos períodos dos meses mais secos, visto que a assimetria é inversamente proporcional a  $\alpha$ .

Castro & Leopoldo (1995), afirmam que no Brasil geralmente utiliza-se, para dimensionamento de sistemas de irrigação, a média da precipitação pluviométrica, porém ressaltam que a utilização desse parâmetro subestima valores de 50% de probabilidade e recomendam para elaboração de projetos de irrigação a precipitação deve estar entre os níveis de 75 e 80% de probabilidade. De acordo com 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.

Os totais prováveis de precipitações mensais e anuais associadas aos níveis de ocorrência de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90% estão apresentadas na Tabela 3. Estes níveis representam a ocorrência da precipitação de excedência. Observou-se que o aumento no nível de probabilidade diminui a precipitação provável. O aumento na confiabilidade da estimativa resulta no decréscimo da lâmina mínima a precipitar.

Tabela 3. Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de Turiaçu-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	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
90	73,2	128,5	274,7	232,4	148,8	93,5	73,3	17,2	2,2	0,3	1,4	4,3	1.500,3
80	102,5	174,7	323,7	280,3	187,7	120,8	93,7	24,2	3,7	0,8	2,5	8,9	1.699,6
75	115,6	194,9	343,8	300,2	204,1	132,6	102,4	27,4	4,6	1,2	3,2	11,8	1.779,8
70	128,3	214,5	362,6	318,9	219,7	143,7	110,6	30,5	5,6	1,7	4,0	15,1	1.854,0
60	153,6	253,1	398,3	354,5	249,9	165,5	126,7	36,7	8,1	3,3	5,9	23,2	1.993,3
50	180,2	293,3	433,6	390,2	280,5	187,8	143,1	43,1	11,3	5,6	8,5	33,5	2.129,6
40	209,7	337,6	471,1	428,2	313,6	212,0	160,8	50,4	15,5	9,1	11,9	47,1	2.272,0
30	244,6	389,6	513,4	471,5	351,7	240,2	181,3	58,9	21,2	14,6	16,7	65,7	2.431,3
20	290,1	456,9	566,1	525,8	400,1	276,1	207,5	70,1	29,6	23,6	24,0	93,2	2.626,8
10	361,7	562,1	644,8	607,5	474,0	331,4	247,6	87,8	44,8	41,4	37,2	142,7	2.914,6

Obteve-se, para a precipitação pluviométrica, valores médios anuais de 2.175,3 mm. Esse valor encontra-se entre os níveis de probabilidade de 40 a 50%, com altura pluviométrica de 2.272,0 e 2.129,6 mm, respectivamente. As médias anuais de chuva esperadas, para todos os níveis, foram superiores 1.400,0 mm.

Passos et al. (2017a) verificaram para Chapadinha-MA, que a precipitação anual média encontra-se entre os valores de probabilidade de 40 a 50% e com valores de 1.681,0 e 1.574,8 mm, respectivamente. Silva et al. (2013), para o município de Sapezal-MT, observaram a média anual da precipitação pluviométrica de 2.014,3 mm, entre os níveis de 25 a 40% de probabilidade sendo 2.370,7 e 2.107,2 mm, respectivamente.

Constatou-se que a região apresenta nas intensidades pluviométricas anuais flutuações de 1500,3 a 2914,6 mm, para os níveis de 90 e 10%, respectivamente. Para 75% de

probabilidade, verificou-se que a precipitação pluviométrica anualmente provável é de 1779,8 mm.

Para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho e agosto, a média manteve-se entre níveis de 40 a 50% de probabilidade. Nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro a média reduziu-se entre 30 a 40%.

Tomando-se o nível de 75% como referência, não recomenda-se a utilização do valor médio da precipitação pluviométrica como parâmetro de planejamento de sistema de irrigação, pois ocasionaria um subdimensionamento do sistema.

Dentro do período chuvoso (janeiro a julho), há 80% de probabilidade de ocorrência de pluviosidade superior a 90,0 mm. Já no período seco (agosto a dezembro), para a mesma probabilidade, são esperados índices pluviométricos iguais ou acima de 0,8 mm.

Para o nível de probabilidade de 75% no mês de janeiro espera-se precipitações de 115,6 mm, ou seja, a cada quatro anos, em três, estima-se que a precipitação seja igual ou superior a 115,6 mm. Os outros 25% representam a probabilidade de que o total precipitado não ultrapasse esse valor.

As estatísticas do teste de Qui-quadrado, ao nível de 5% de significância, são exibidas na Tabela 4. Verificou-se que a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para a estimativa das precipitações mensais e anuais prováveis esperadas do município de Turiaçu-MA.

Tabela 4. Estatísticas do teste de aderência Qui-quadrado, para a precipitação mensal e anual do período de 1961 a 2016, Turiaçu-MA.

Mês	Qui-quadrado ( $X^2$ )		Adequabilidade
	$X^2$ - Calculado	$X^2$ - Crítico	
Jan	2,68	11,07	Adequado
Fev	7,05	11,07	Adequado
Mar	0,13	11,07	Adequado
Abr	3,14	9,49	Adequado
Maio	1,19	9,49	Adequado
Jun	2,50	11,07	Adequado
Jul	2,09	11,07	Adequado
Ago	1,62	11,07	Adequado
Set	4,39	7,81	Adequado
Out	8,21	9,49	Adequado
Nov	6,09	9,49	Adequado
Dez	2,41	11,07	Adequado
Anual	3,42	9,49	Adequado

Sampaio et al. (2013) também verificaram, a partir do teste de Qui-quadrado, que a função de probabilidade Gama ajustou-se aos de precipitações pluviométricas em períodos mensais para o Estado do Paraná.

## CONCLUSÕES

1. O modelo probabilístico Gama adequou-se a precipitação pluviométrica mensal e anual do município de Turiaçu-MA.
2. Para o nível de 75%, verificou-se oscilações nas precipitações pluviométricas de 343,8 mm no mês de março a 1,2 mm para o mês de outubro.
3. A lâmina precipitada total anual média ficou entre os níveis de 40 a 50%, subestimando valores estimados a 75% de probabilidade.

## REFERÊNCIAS

Alves, A.V.P.; Santos, G.B.S.; Menezes Filho, F. C. M.; Sanches, L. Análise dos métodos de estimativa para os parâmetros das distribuições de Gumbel e GEV em eventos de precipitações máximas na cidade de Cuiabá-MT. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v.6, n.1, p.32-43, 2013.

Araujo, J.R.G.; Aguiar Júnior, R.A.; Chaves, A.M.S.; Reis, F.O.; Martins, M.R. Abacaxi 'turiacu': cultivar tradicional nativa do Maranhão. *Revista brasileira de fruticultura, Maranhão*, v.34, n.4, p.112-126, 2012.

Arraes, F. D. D.; Lopes, F. B.; 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.

Barreto, H.B.F.; Pereira, G.M.; Barreto, F.P.; Freire, F.G.C.; Maia, P.M.E. Relação intensidade-duração-frequência para precipitação extrema em Mossoró-RN. *Global Science and Technology, Rio Verde*, v.7, n.3, p.103-109, 2014.

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.

Botelho, V. A.; Morais, A. R. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do Município de Lavras, Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.23, n.3, p.697-706, 1999.

Carvalho. A. L.; Souza, J. L.; Lyra, G. B.; Porfirio, A. C. S.; Ferreira Junior R. A. Ocorrência de períodos secos na região de Rio Largo, Alagoas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, n.2, p.173-180, 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 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.

Frizzone, J. A. Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição e frequência de precipitação na região de Viçosa-MG. 1979. 100 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

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: 27/04/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=211240>>. Acesso em: 27/04/2017.

LIMA, J.S. de S.; SILVA, S. de A.; OLIVEIRA, R.B. de; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. *Revista Ciência Agronômica*, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

Lucena, D.B.; Medeiros, R.M.; Saboya, L.M.F.; Nascimento, P.L. Aptidão e zoneamento agroclimático da palma forrageira para o Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.10, n.4, p. 809-819, 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.

Matos, R.M.; Medeiros, R.M.; Francisco, P.R.M.; Silva, P.F.; Santos, D. Caracterização e aptidão climática de culturas para o município de Alhandra - PB, Brasil. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, n.3, p.183-192, 2015.

Menezes, H. E. A.; De Brito, J. I. B.; Lima, R. A. F. A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.2, p.181-186, 2010.

Menezes, F.P.; Fernandes, L.L. Análise de tendência e variabilidade da precipitação no Estado do Pará. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13, n.24, p.1580-1591, 2016.

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.

Nóbrega, J. N.; Santos, C. A. C.; Gomes, O. M.; Bezerra, B. G.; Brito, J. I. B. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29, n.2, p.197-208, 2014.

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, n.1, p.1106-1115, 2017a.

Passos, M.L.V.; Zambrzycki, G.C.; Pereira, R.S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas-MA. *REVISTA SCIENTIA AGRARIA*, v.18, n.1, p.83-89, 2017b.

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.; Cremon, 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.

Sampaio, S.C.; Longo, A.J.; Queiroz, M.M.F.; Gomes, B.M.; Boas, M.A.V.; Suszek, M. Estimativa e distribuição da precipitação mensal provável no Estado do Paraná. *Acta Sci. Human Soc. Sci.*, Maringá, v.28, n.2, p.267-272, 2006.

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.

Souza, J.L.M.; Jerszurki, D.; Damazio, E.C. Relações funcionais entre precipitação provável e média em regiões e climas brasileiros. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.48, n.7, p.693-702, 2013.

Thom, H. C. S. A Note On The Gamma Distribution. *Monthly Weaher Review*, Washington, v.86, n.4, p.117-122, 1958.

Uliana, E.M.; Reis, E.F.; Silva, J.G.F.; Xavier, A.C. Precipitação mensal e anual provável para o estado do Espírito Santo. *Irriga*, Botucatu, v.18, n.1, p.139-147, 2013.