



## Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de São Mateus – ES

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

**RESUMO:** A distribuição da precipitação provável esperada garante uma margem de segurança na produção agrícola e auxilia no dimensionamento da irrigação suplementar. Objetivou-se estimar a precipitação pluviométrica mensal e anual provável em diferentes níveis de ocorrência, através da distribuição teórica de probabilidade Gama, para os dados de precipitação pluviométrica do município de São Mateus - ES. A precipitação mensal e anual provável foi obtida para os níveis de 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 e 90%. Anualmente, a lâmina precipitada atinge valores médios de 1271,3 esse valor encontra-se entre os níveis de probabilidade de 40 a 50%, com intensidade pluviométrica de 1328,1 e 1253,1 mm, respectivamente. No nível de maior confiabilidade (75%), verificou-se oscilações nas precipitações de 15,6 mm no mês de agosto a 113,0 mm para o mês de dezembro. De acordo com o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância, a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para representar as precipitações mensais e anuais esperadas para o município de São Mateus - ES.

**Palavras-chave:** distribuição gama, hidrometeorologia, planejamento agrícola.

### Monthly and annual rainfall probable to the municipality of São Mateus – ES

**ABSTRACT:** The distribution of precipitation probable expected ensures a safety margin in agricultural production and assists in the sizing of supplementary irrigation. Was objective estimate the monthly and annual rainfall probable in different levels of occurrence, through theoretical probability distribution Gama, precipitation data of the municipality of São Mateus - ES. The monthly and annual precipitation probable was obtained for the levels of 10, 20, 30, 40, 50, 70, 75, 80 and 90%. Annually, the precipitous blade achieves average values of 1271.3 this value is between levels of probability of 40 to 50%, with rainfall intensity of 1328.1 and 1253.1 mm, respectively. At the level of higher reliability (75%), it was found fluctuations in the precipitations 15.6 mm in the month of august to 113.0 mm for the month of december. According to the adherence test of Kolmogorov-Smirnov at the 5% level of significance, the probability distribution Gama was adequate to represent the monthly and annual rainfall expected for the municipality of São Mateus-ES.

**Keywords:** gama distribution, hydrometeorology, agricultural planning.

### INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é uma das variáveis meteorológicas mais representativas, pois a caracterização do regime pluviométrico de uma localidade, auxilia no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (MENEZES, FERNANDES, 2016). Moura et al. (2015), ressaltam que a precipitação é o elemento mais influente nas condições ambientais.

Sendo a precipitação uma variável aleatória contínua, pode-se estimar a precipitação provável por alguma distribuição teórica de probabilidade (ALVES et al., 2013). A precipitação provável pode ser entendida como a precipitação pluviométrica mínima que tem uma probabilidade específica de ocorrência baseada na análise de uma longa série de dados (FRIZZONE, 1979; HAAN, 2002).

Segundo Garcia et al. (2013), a estimativa da lâmina mínima a precipitar permite um melhor planejamento agrícola, auxiliando no dimensionamento de sistemas de irrigação e na determinação de épocas de semeadura, impedindo perdas na produtividade.

A distribuição teórica de probabilidade normalmente utilizada para a estimativa da precipitação provável em escala mensal e anual em diferentes níveis de probabilidades de ocorrência, é a distribuição Gama proposta por Thom (1958).

Na literatura, verificam-se diversos estudos realizados através da distribuição Gama na estimativa da chuva provável esperada em diferentes níveis de ocorrência, como pode ser verificado em Araújo et al. (2001), Pizzato et al. (2012), Batistão et al. (2013), Souza et al. (2013), Coan et al. (2014), Francisco et al. (2015),

Francisco et al. (2016), Mossini Junior et al. (2016) e Passos et al. (2017).

Objetivou-se estimar a precipitação pluviométrica mensal e anual provável em diferentes níveis de ocorrência, pelo modelo probabilístico Gama, para o município de São Mateus - ES.

## MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa da precipitação pluviométrica em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência foi realizada para o município de São Mateus – ES (Figura 1). A localidade de estudo situa-se na mesorregião Litoral Norte Espírito-Santense. O município possui coordenadas geográficas de 18° 4' S de latitude, 39° 49' O de longitude e altitude média de 25 metros.

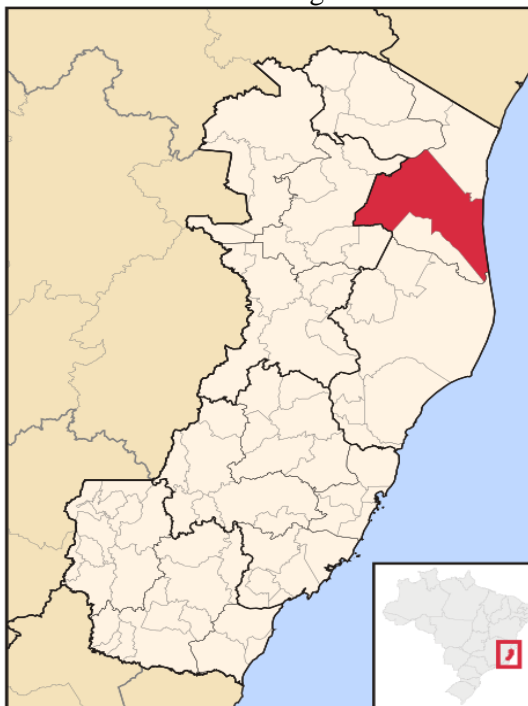


Figura 1. Mapa do estado do Espírito Santo, em destaque a área do município de São Mateus.

A área da unidade territorial do município é 2.338,728 km<sup>2</sup>, a sua população estimada é 126.437 habitantes e a densidade demográfica de 46,62 habitantes por km<sup>2</sup>, segundo dados do IBGE (2017).

O clima da região é tropical úmido (Aw), com inverno seco e chuvas máximas no verão, dada pela temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e a precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm, segundo a classificação climática de Köppen (SALES et al., 2016).

Os dados de precipitação pluviométrica utilizados neste estudo foram obtidos a partir da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) cujo código da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) é 83550. A estação localiza-se nas coordenadas 18° 42' de latitude sul, 39° 51' de longitude oeste e altitude de 25 m. A série histórica compreendeu os anos de 1971 a 2016.

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 Equação 1.

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

em que:  $\alpha$ : parâmetro de forma (adimensional);

$\beta$ : parâmetro de escala (mm); e: base do logaritmo neperiano; X: precipitação (mm); e  $\Gamma$ : função Gama.

A função Gama  $\Gamma(\alpha)$  é determinada a partir da Equação 2.

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

A distribuição acumulada Gama  $F(x)$  é descrita conforme Equação 3.

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

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  foram estimados pelas equações 4 e 5, através do método dos momentos.

$$\alpha = \frac{\overline{X^2}}{S^2} \quad (\text{Equação 4})$$

$$\beta = \frac{S^2}{\overline{X}} \quad (\text{Equação 5})$$

em que:  $\overline{X}$ : média aritmética das observações (mm); e  $S^2$ : variância (mm<sup>2</sup>).

A aderência dos dados ajustados de precipitação mensal e anual a distribuição de probabilidade Gama, foi avaliada com o teste de

Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. O teste de Kolmogorov-Smirnov é baseado no módulo da maior diferença entre a probabilidade observada e a estimada, comparada com um valor crítico tabelado segundo o número de observações (CATALUNHA et al., 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das médias mensais, desvios-padrões, coeficientes de variação e os valores extremos máximo e mínimo, da precipitação pluviométrica. Verifica-se coeficientes de variação dos totais médios mensais e desvios-padrões elevados.

Tabela 1. Médias mensais, desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) e valores extremos de precipitação pluviométrica em São Mateus - ES, para o período de 1971 a 2016.

Meses	Média (mm)	S (mm)	CV (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Jan.	129,3	101,0	78,1	407,8	0,0
Fev.	85,9	67,0	78,0	301,5	0,0
Mar.	137,4	92,4	67,3	389,7	10,7
Abr.	102,4	68,2	66,6	300,9	0,0
Mai	63,9	44,3	69,4	166,3	2,6
Jun.	51,9	41,0	79,1	167,1	2,0
Jul.	71,1	61,1	85,9	264,9	0,0
Ago.	52,0	50,8	97,8	252,7	0,1
Set.	78,6	73,8	93,9	321,7	6,7
Out.	127,6	83,9	65,7	281,0	18,4
Nov.	212,8	135,7	63,8	573,1	20,9
Dez.	158,4	83,3	52,6	344,7	12,3

A partir do estudo da série climatológica de precipitação pluviométrica do município de São Mateus - ES, observou-se que a maior lâmina precipitada foi registrada no ano de 2000, com 2063,2 mm, e a menor no ano de 1972, com 782,6 mm.

Montebeller (2007) afirma que 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, verifica-se que há concentração de chuvas (Figura 2). De outubro a abril os índices pluviométricos mensais oscilam de 85,9 mm a 212,8 mm, concentrando, nesse período, 953,8 mm o qual corresponde a cerca de 75% da precipitação total anual. De maio a setembro, as intensidades pluviométricas flutuam de 51,9 a 78,6 mm acumulando 317,5 mm, que representa aproximadamente 25 % do total precipitado. A lâmina precipitada é mais elevada em novembro com 212,8 mm e menos intensa nos meses de junho e agosto com 51,9 e 52,0 mm, respectivamente.

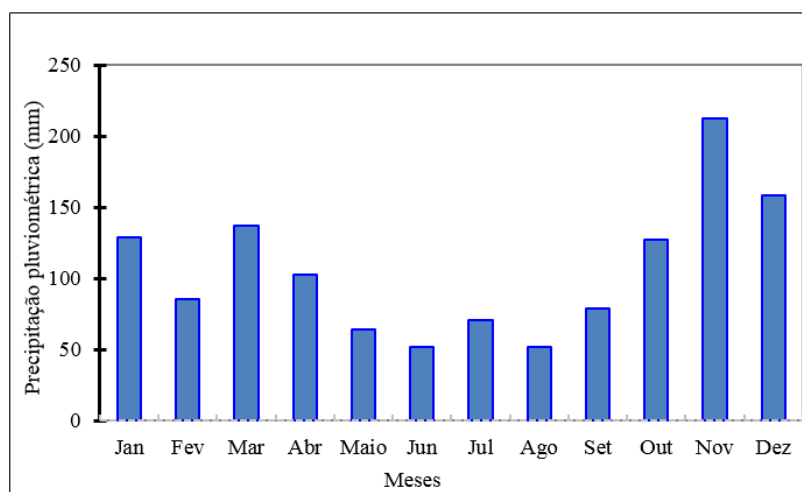


Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal para o município de São Mateus-ES, de 1971 a 2016.

Estão apresentados na Tabela 2, as estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição Gama pelo método dos momentos para os dados de

precipitação pluviométrica do município de São Mateus - ES.

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

Meses	Parâmetros	
	$\alpha$	$\beta$
Jan	1,6383	78,9250
Fev	1,6450	52,2280
Mar	2,2079	62,2168
Abr	2,2553	45,3989
Mai	2,0755	30,7676
Jun	1,5977	32,4617
Jul	1,3543	52,5240
Ago	1,0458	49,6872
Set	1,1336	69,3065
Out	2,3146	55,1450
Nov	2,4586	86,5615
Dez	3,6150	43,8092
Anual	18,8980	67,4959

Nota-se que o parâmetro  $\alpha$  oscila entre 1,0458 no mês de agosto a 3,6150 no mês de dezembro. De acordo com Botelho e Morais (1999), a variação do parâmetro  $\alpha$  relaciona-se com a assimetria dos meses, sendo a assimetria inversamente proporcional a  $\alpha$ . O parâmetro  $\beta$  apresentou flutuações de 30,7676 a 86,5615. O maior valor mensal do parâmetro  $\beta$  foi verificado em novembro, mês que apresentou precipitações mais intensas e maior desvio-padrão, com 212,8 135,7 mm, respectivamente, sendo um indicador da variabilidade dos dados.

Pizzato et al. (2012), para Cáceres-MT, averiguaram para o parâmetro  $\alpha$  valores variando de 0,9, em junho e agosto, a 13,4, em março e os valores do parâmetro  $\beta$  variações de 17,1 a 33,1

sendo o maior valor de  $\beta$  encontrado em janeiro, mês de intensidade pluviométrica mais elevada e maior desvio-padrão.

Para o município de Sapezal – MT, Silva et al. (2013) obtiveram, para as estimativas do parâmetro  $\alpha$ , flutuações de 0,01 no mês de julho a 7,57 no mês de novembro e para  $\beta$  oscilações de 23,45 a 194,47 mm.

Para Mello et al. (2001), o conhecimento prévio da lâmina provável a precipitar, garante maior segurança no planejamento de sistemas de irrigação suplementar e na expansão da produção agrícola, possibilitando eficiência no uso de recursos hídricos.

Castro e Leopoldo (1995), afirmam que o uso da média da precipitação como parâmetro para

dimensionamento de sistemas de irrigação, subestima valores de 50% de probabilidade. Segundo Silva et al. (2013), geralmente, o valor médio da precipitação está entre 40 e 50% de probabilidade de ocorrência. Nesse sentido, Jensen (1974) recomenda que não se trabalhe com níveis de ocorrência de precipitação menores que 80 e 90%, já Doorenbos e Pruitt (1977) indicam probabilidades entre 75 e 80%. De acordo com Frizzone et al. (2005), a probabilidade de 75% é adequada no âmbito agropecuário.

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. Observa-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 estimada.

Tabela 3. Precipitação pluviométrica mensal e anual provável para o município de São Mateus - ES, 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	36,9	18,7	39,9	30,3	17,6	10,9	17,0	5,9	10,3	38,6	67,7	65,3	916,9
80	54,0	31,0	60,1	45,4	26,9	18,3	26,2	12,2	20,2	57,4	98,8	87,6	1024,4
75	62,5	36,9	69,4	52,3	31,3	21,9	30,9	15,6	25,5	66,0	113,0	97,3	1067,3
70	71,2	42,9	78,6	59,1	35,6	25,5	35,8	19,2	31,0	74,4	126,9	106,6	1106,9
60	89,6	55,4	97,3	72,9	44,4	33,1	46,3	27,2	43,1	91,5	155,0	125,0	1181,0
50	110,1	69,3	117,3	87,7	53,9	41,5	58,3	36,6	57,0	109,8	184,8	144,0	1253,1
40	134,0	85,3	139,9	104,4	64,8	51,3	72,5	48,1	73,9	130,4	218,2	164,9	1328,1
30	163,5	105,0	167,2	124,5	77,8	63,4	90,3	62,7	95,3	155,2	258,3	189,4	1411,6
20	203,3	131,6	203,3	151,1	95,2	79,7	114,7	83,3	125,1	187,8	310,9	221,0	1513,7
10	268,7	175,1	261,1	193,6	123,1	106,4	155,3	118,3	175,4	240,0	394,6	270,1	1663,0

A precipitação pluviométrica média anual encontrada para a série avaliada foi de 1271,3 mm. Esse valor encontra-se entre os níveis de probabilidade de 40 a 50%, com altura pluviométrica de 1328,1 e 1253,1 mm, respectivamente. As médias anuais de chuva esperadas, tiveram variações de 1663,0 mm para o nível de 10% a 916,9 mm para a probabilidade de 90%.

Silva et al. (2013), para o município de Sapezal-MT, 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.

Batistão et al. (2013), para o município de Juína-MT, averiguaram que a média anual da precipitação pluviométrica permaneceu entre 45 a 50% de ocorrência.

Para os meses de janeiro, março, abril, maio, julho, outubro, novembro e dezembro, a média manteve-se entre níveis de 40 a 50% de

probabilidade. Para os meses de fevereiro, junho, agosto e setembro a média reduziu-se entre 30 a 40%.

Araújo et al. (2001) constataram, para Boa Vista, RR que, no geral, o valor médio mensal de precipitação pluviométrica ocorreu entre os níveis de 30 e 40% de probabilidade, exceto para os meses de maio a agosto cujos níveis ficaram entre 40 e 50%.

Para Nova Maringá – MT, Moreira et al. (2010) observaram que nos meses de outubro a janeiro, a média pluviométrica manteve-se entre níveis de 40 e 50% de probabilidade, enquanto que nos demais meses, a probabilidade de ocorrência média reduziu entre 25 e 40%.

Passos et al. (2017) verificaram para Chapadinha-MA que nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, agosto e outubro, a média situou-se entre os níveis de 40 a 50% de probabilidade e nos meses de junho, julho, novembro e dezembro a média reduziu-se entre 30 a 40%.

Para o mês de janeiro, existe a probabilidade de que 10% da precipitação seja igual ou superior a 268,7 mm, isto é, espera-se que, em média, a cada 10 anos em um ano ocorra pelo menos 268,7 mm. Oliveira et al. (2010) estimaram, para Alegre – ES, que para o mês de janeiro, existe a probabilidade de que 10% da precipitação seja igual ou superior a 346,1 mm.

Tomando-se o nível de maior confiabilidade (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.

As estatísticas do teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância, são exibidas na Tabela 4. Verifica-se que a distribuição de probabilidade Gama foi adequada para a estimativa das precipitações mensais e anuais prováveis esperadas do município de São Mateus – ES.

Tabela 4. Estatísticas do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, para a precipitação mensal e anual do período de 1971 a 2016, São Mateus - ES.

Mês	Kolmogorov-Smirnov		Adequabilidade
	D - Calculado	D - Tabelado	
Jan	0,1098	0,2127	Adequado
Fev	0,1074	0,2154	Adequado
Mar	0,1260	0,2154	Adequado
Abr	0,0770	0,2154	Adequado
Mai	0,0976	0,2183	Adequado
Jun	0,0924	0,2154	Adequado
Jul	0,0816	0,2183	Adequado
Ago	0,1183	0,2183	Adequado
Set	0,0911	0,2242	Adequado
Out	0,1333	0,2183	Adequado
Nov	0,0733	0,2154	Adequado
Dez	0,1157	0,2154	Adequado
Anual	0,0906	0,2183	Adequado

Passos et al. (2017) para Chapadinha-MA e Mossini Junior et al. (2016) para Nova Mutum – MT, também verificaram, a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov, que a função de distribuição de probabilidade Gama ajustou-se aos dados de precipitações.

## CONCLUSÕES

1. O modelo probabilístico Gama adequou-se aos dados de precipitação pluviométrica mensal e anual do município de São Mateus – ES.
2. No nível de maior confiabilidade (75%), verificou-se oscilações nas intensidades pluviométricas de 15,6 mm no mês de agosto a 113,0 mm para o mês de dezembro.
3. Enfatiza-se que a lâmina precipitada total anual média ficou entre os níveis de 40 a 50%, subestimando valores de 75% de probabilidade de ocorrência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

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.

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.

CATALUNHA, M. J., SEDIYAMA, G. C., LEAL, B. G., SOARES, C. P., RIBEIRO, A. B. Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.1, p.153-162, 2002.

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.

- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).
- 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 de precipitação na região de Viçosa – MG**. 1979. p 1979 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1979.
- FRIZZONE, J.A., ANDRADE JÚNIOR, A.S., SOUZA, J.L.M., ZOCOLER, J.L. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Teresina: Embrapa Meio Norte, 2005. 627p.
- HAAN, C. T. **Statistical Methods in Hydrology**. Ames: The Iowa State University Press. 2002. 377p.
- GARCIA, R. G., DALLACORT, R., KRAUSE, W., SERIGATTO, E. M., FARIA JUNIOR, C. A. Calendário agrícola para o cultivo de milho em Sinop-MT. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.2, p. 218-222, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=320490>>. Acesso em: 02/05/2017.
- JENSEN, M.E. **Design and operation of farm irrigation systems**. New York: American Society of Agricultural Engineers, 1974. 829p.
- MENEZES, F.P., FERNANDES, L.L. ANÁLISE DE TENDÊNCIA E VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.24, p.1580-1591, 2016.
- MELLO, C.R., FERREIRA, D.F., SILVA, A.M., LIMA, J.M. Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.693-698,2001.
- 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 AgroAmbientais**, v.8, n.1, p.9-20, 2010.
- MOSSINI JUNIOR, D., RAMOS, H.C., DALLACORT, R., SILVA, F.S. DISTRIBUIÇÃO E PROBABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO PARA NOVA MUTUM, MATO GROSSO, BRASIL. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.24, p.435-447, 2016.
- MOURA, Q. L., RUIVO, M. L. P., RODRIGUES, H. J. B. Variação sazonal da população de bactérias e fungos e dos teores de nitrato de amônio do solo nos sítios do LPA e PPBIO na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.30, n.3, p.265-274, 2015.
- 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**, v.7, n.2, p.204-211, 2010.
- 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, 2017.
- 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.
- SALES, R.A., LOUZADA, J.M., OLIVEIRA, E.C., PINHEIRO, M.A.B., SALES, R.A. ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES HÍDRICAS DO MILHO CULTIVADO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE SÃO MATEUS – ES. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.23, p.598-609, 2016.
- 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.