

ANÁLISE DE EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA-MA

Mádilo Lages Vieira Passos¹, Anselmo Baganha Raposo², Telmo José Mendes³

RESUMO

O conhecimento da precipitação pluviométrica máxima diária anual esperada, é de suma importância no que se refere ao dimensionamento de obras hidráulicas. Objetivou-se com o estudo a caracterização das chuvas intensas em diferentes períodos de retorno para o município de Chapadinha-MA. Foi utilizada a distribuição Gumbel para a estimativa dos valores das precipitações máximas diárias anuais esperadas e assim obteve-se a equação que relaciona a intensidade, duração e frequência. A aderência dos dados ao método Gumbel foi avaliada com o teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância. Os anos com as mais elevadas magnitudes de chuvas intensas foram 1996 e 2005, com 185,0 mm e 166,0 mm, respectivamente. Em 1998 foi registrada a menor precipitação extrema da série, 61,1 mm. Constatou-se tendência de aumento na intensidade pluviométrica em um mesmo período de retorno para baixos valores de duração da chuva. O teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov mostrou que a distribuição probabilística Gumbel adequou-se aos dados de precipitação pluviométrica máxima diária anual do município de Chapadinha-MA. Foi obtido um coeficiente de determinação $R^2 = 97,2\%$, para a equação de intensidade, duração e frequência.

Palavras-chave: chuva intensa, distribuição Gumbel, período de retorno.

ANALYSIS OF EXTREME RAINFALL EVENTS IN THE MUNICIPALITY OF CHAPADINHA-MA

ABSTRACT

Knowledge of annual daily maximum rainfall expected, is of paramount importance as regards the design of hydraulic works. Objected to the study the characterization of heavy rains in different periods of return to the municipality of Chapadinha-MA. Gumbel distribution was used for the estimation of the values of maximum precipitations annual expected daily and so obtained the equation that relates the intensity, duration and frequency. The adherence of the Gumbel method data was evaluated with the Kolmogorov-Smirnov test, the 5% level of

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

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

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

significance. The years with the highest magnitude of heavy rains were 1996 and 2005, with 185.0 mm and 166.0 mm, respectively. In 1998 was registered the lowest extreme precipitation series, 61.1 mm. It has a tendency to increase in rainfall intensity in the same return period for low values of duration of rain. The test of Kolmogorov-Smirnov tack showed that probabilistic distribution Gumbel has adapted itself to the data of annual maximum daily rainfall of the municipality of Chapadinha-MA. Was obtained a coefficient of determination $R^2 = 97.2\%$, for the intensity, duration and frequency equation.

Keywords: intense rain, Gumbel distribution, return period.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica máxima ou extrema pode ser entendida como a ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial crítica para uma determinada área ou bacia hidrográfica (BARRETO et al., 2014).

O conhecimento da chuva máxima diária anual esperada é de particular interesse no que tange ao dimensionamento de obras hidráulicas, tanto urbanas, quanto rurais, de modo que a estrutura planejada destas construções possa resistir adequadamente às precipitações (ALVES et al., 2013).

De acordo com Franco et al. (2014), as distribuições teóricas de probabilidade possibilitam a estimativa de eventos de precipitação máxima diária anual associados às suas frequências de ocorrência.

A distribuição de Gumbel tem sido amplamente empregada na estatística aplicada à análise de fenômenos meteorológicos extremos, destacando-se a precipitação pluviométrica máxima. O método Gumbel, aplicado ao estudo das precipitações máximas, faz-se importante quando se deseja obter os valores máximos diários esperados e para geração de equações que relacionam a intensidade, duração e frequência (MELLO; SILVA, 2013).

Santos et al. (2014) obtiveram as equações de intensidade, duração e frequência para a microrregião de Pau dos Ferros-RN utilizando a distribuição Gumbel para a estimativa da chuva esperada e por meio do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5%, confirmaram que o modelo probabilístico Gumbel ajustou-se

aos dados de precipitação máxima diária anual da microrregião.

Barreto et al. (2015), testaram o ajuste de diferentes funções cumulativas de probabilidade para a precipitação pluviométrica máxima diária anual da cidade de Nepomuceno-MG e constataram que o modelo de Gumbel foi o único que apresentou resultado significativo nos testes de aderência empregados, e assim, utilizado na obtenção da equação de intensidade, duração e frequência.

Objetivou-se com o estudo a caracterização das chuvas intensas em diferentes períodos de retorno para o município de Chapadinha-MA, empregando-se a distribuição Gumbel e a metodologia da desagregação da chuva de 24 horas.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise das chuvas intensas foi realizada para o município de Chapadinha-MA (Figura 1). A localidade de estudo situa-se na Mesorregião do Leste Maranhense. As coordenadas geográficas do município são 3°44' S de latitude, 43°21' O de longitude e altitude média de 105 metros.

O clima, segundo Thornthwaite, é do tipo $C_2S_2A'a'$, 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; com distribuição irregular da precipitação pluviométrica,



Figura 1. Localização da área de estudo, Chapadinha-MA.

que 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 contribuindo com apenas 16% da precipitação em relação a total (PASSOS et al., 2016).

Foram utilizados valores de precipitação pluviométrica máxima diária anual. 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 1977 a 2015.

Ajustou-se o modelo de distribuição de probabilidades Gumbel para o cálculo das precipitações máximas diárias anuais esperadas. A função densidade de probabilidade Gumbel ($f(x)$) é dada pela equação 1 (ASSIS et al., 1996).

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

em que: y - variável reduzida de Gumbel.

A variável reduzida Gumbel (y) foi calculada a partir da equação 2.

$$y = \frac{x - a}{\beta} \quad (2)$$

em que: α - parâmetro de posição; β - parâmetro de escala.

A função cumulativa de probabilidade Gumbel foi determinada conforme equação 3.

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-y}} \quad (3)$$

Os parâmetros α e β da distribuição Gumbel foram obtidos pelas equações 4 e 5, método dos momentos.

$$E(X) = \alpha + 0,5775\beta \quad (4)$$

$$VAR(X) = 1,645\beta^2 \quad (5)$$

em que: $E(X)$ - valor esperado pela média dos valores máximos anuais; $VAR(X)$ - variância.

Explicitando-se a variável reduzida (y) na equação 3, obteve-se a equação 6.

$$y[F(x)] = -\ln[-\ln F(x)] \quad (6)$$

A relação entre a probabilidade $P(X \geq x)$ da precipitação pluviométrica ser igualada ou superada e o período de retorno (Tr), é expressa através da equação 7 (TUCCI, 1993).

$$Tr = \frac{1}{P(X \geq x)} \quad (7)$$

Da combinação das equações 2, 6 e 7 obteve-se a altura pluviométrica $x(Tr)$ associada a um período de retorno, equação 8.

$$x(Tr) = \alpha - \beta \ln \left[-\ln \left(\frac{Tr - 1}{Tr} \right) \right] \quad (8)$$

A aderência dos dados ajustados de precipitação máxima diária anual à

**ANÁLISE DE EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS
NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA-MA**

distribuição de probabilidade Gumbel foi avaliada com o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), ao nível de 5% de significância.

Foi realizada a desagregação da chuva de um dia, em chuvas de menor duração, através do emprego dos coeficientes multiplicativos, exibidos na Tabela 1 (DAEE-CETESB, 1979).

A metodologia emprega coeficientes para transformar chuva máxima diária em chuvas de menor duração e baseia-se nas seguintes premissas: a) existe a tendência das curvas de probabilidade, correspondentes às diversas durações, de se manterem paralelas; e b) para locais diferentes, há grande similaridade nas relações entre intensidades médias máximas de diferentes durações (TUCCI, 1993).

Foram determinadas as chuvas máximas para duração de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos. As precipitações máximas diárias anuais foram estimadas para cada duração com os períodos de retorno (Tr) de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 e 100 anos.

A equação de intensidade-duração-frequência (IDF), para utilizar outros períodos de retorno, é dada pela equação 9.

$$i = \frac{C}{(t+b)^n} \quad (9)$$

Tabela 1. Coeficientes de desagregação da chuva de 24 h de duração.

Duração	Coeficientes
24h 24h ⁻¹	1,14
12h 24h ⁻¹	0,85
10h 24h ⁻¹	0,82
8h 24h ⁻¹	0,78
6h 24h ⁻¹	0,72
1h 24h ⁻¹	0,42
30 min h ⁻¹	0,74
25 min h ⁻¹	0,91
20 min h ⁻¹	0,81
15 min h ⁻¹	0,70
10 min h ⁻¹	0,54
5 min h ⁻¹	0,34

Fonte: DAEE-CETESB (1979)

em que: i - intensidade da chuva, mm h⁻¹; C, t, b e n - parâmetros empíricos.

Segundo Castro et al. (2011), alguns autores relacionam C com o período de retorno (Tr) por meio de uma equação do tipo $C = kTr^m$, deste modo obtém-se a equação 10:

$$i = \frac{kTr^m}{(t+b)^n} \quad (10)$$

Os parâmetros da equação 10 foram calculados pela regressão não linear, usando o método dos mínimos quadrados, a partir dos dados pluviométricos desagregados. O desempenho da equação de intensidade, duração e frequência foi avaliado por meio do coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos valores de precipitação máxima diária anual entre os anos de 1977 a 2015 do município de Chapadinha-MA, verificou-se que os anos com as maiores magnitudes de chuvas intensas foram 1996 e 2005, com altura precipitada de 185 mm e 166 mm, respectivamente, sendo a frequência de retorno de excedência, pela distribuição de Gumbel, destes fenômenos estimada em aproximadamente 75 e 33 anos, respectivamente.

No ano de 1998 foi registrada a menor precipitação máxima diária anual da série histórica, sendo a mesma de 61,1 mm e frequência de retorno de excedência de aproximadamente 1 ano.

Diversos sistemas meteorológicos ocasionam alterações no regime pluviométrico da região Nordeste do Brasil, assim como na Mesorregião do Leste Maranhense, sendo os principais atuantes na localidade de estudo, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os fenômenos do tipo EL Niño e La Niña (PASSOS et al., 2017).

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é caracterizado por anomalias,

positivas (El Niño) ou negativas (La Niña), de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial (CPTEC/INPE, 2016). A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT é o principal sistema meteorológico que condiciona o quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil (FUCEME, 2017). A mudança da estação chuvosa para a seca em todo o Estado do Maranhão, coincide com o posicionamento da ZCIT (mais para sul) (NOGUEIRA et al., 2012).

O fenômeno El niño foi observado em diversos anos da série histórica da área de estudo. Houve El niño em 1998, ano no qual observou-se o menor índice pluviométrico, no entanto em 1996 onde registrou-se o maior volume de chuva, ocorreu o evento La niña.

Para o período avaliado, observou-se uma média de precipitação pluviométrica diária anual de 100,69 mm, desvio padrão de 28,96 mm e um coeficiente de variação de 28,76 %. Souza et al. (2011) encontraram resultados semelhantes na caracterização das chuvas intensas para o município Ji-Paraná-RO, obtendo uma média de 100,56 mm e desvio padrão de 25,91 mm.

Por meio da aplicação da distribuição probabilística Gumbel, foram estimados os valores de precipitações máximas diárias anuais esperadas para os períodos de retorno 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, assim como por meio da desagregação a intensidade máxima diária anual, com duração 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos, conforme Tabela 2.

Observou-se que, com o aumento da duração da chuva há uma tendência na diminuição dos valores da lâmina precipitada máxima diária anual total esperada. Esse comportamento é característico das chuvas, pois a intensidade das precipitações pluviais tende a decrescer com o aumento da duração (VILLELA; MATTOS, 1975). Esta tendência também foi verificada pelos autores Silva Neto et al. (2016) na relação intensidade, duração e frequência para precipitação extrema em Guaraí-TO, por Castro et al. (2011) para o município de Cuiabá-MT e Barreto et al. (2014) para precipitação extrema de Mossoró-RN.

A Figura 2, mostra as distribuições de frequência das precipitações máximas diárias anuais observadas e estimadas através da distribuição Gumbel, para

Tabela 2. Valores de chuva máxima diária anual (mm) gerada com o método de Gumbel para diferentes períodos de retorno (T_r) e intensidade máxima esperada (mm h^{-1}) para diferentes durações (minutos) e períodos de retorno (T_r em anos), município de Chapadinha-MA.

Duração em minutos	Tempo de retorno (anos)							
	5	10	15	20	25	30	50	100
Intensidade da precipitação (mm h^{-1})								
5	19,16	21,83	23,34	24,39	25,20	25,87	27,71	30,19
10	28,17	32,10	34,32	35,87	37,07	38,04	40,75	44,40
15	34,78	39,63	42,37	44,28	45,76	46,96	50,31	54,82
20	37,27	42,46	45,39	47,45	49,03	50,31	53,90	58,73
25	36,8	41,94	44,83	46,86	48,42	49,69	53,23	58,01
30	33,70	38,40	41,06	42,91	44,34	45,51	48,75	53,12
60	22,77	25,95	27,74	28,99	29,96	30,75	32,94	35,89
360	9,04	10,30	11,01	11,51	11,89	12,20	13,01	14,24
480	9,41	10,73	11,47	11,98	12,38	12,71	13,61	14,84
600	9,65	11,00	11,76	12,29	12,70	13,04	13,96	15,22
720	9,81	11,18	11,95	12,49	12,91	13,25	14,19	15,46
1440	5,77	6,58	7,03	7,35	7,59	7,79	8,35	9,09
Precipitação provável (mm)	121,51	138,46	148,02	154,71	159,87	164,06	175,75	191,51

ANÁLISE DE EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS
NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA-MA

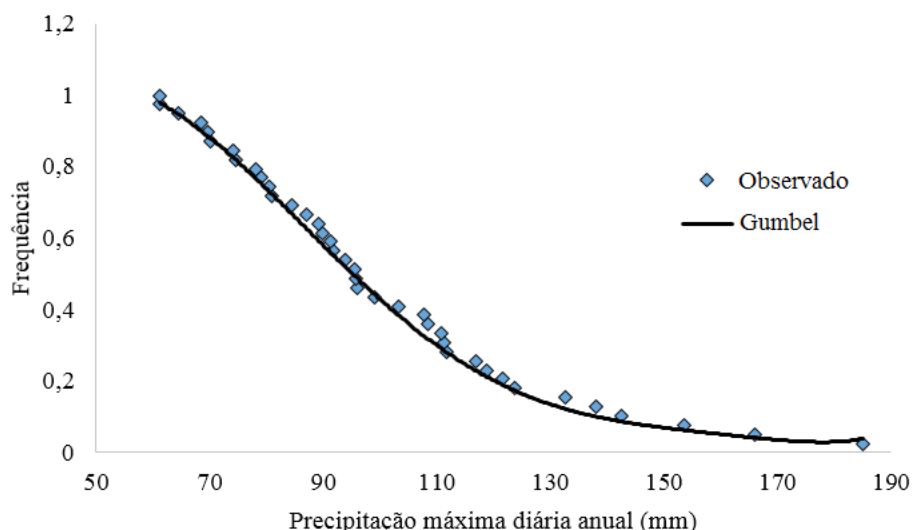


Figura 2. Frequências observadas e estimadas pelo método de Gumbel, da série histórica de precipitação máxima diária anual do município de Chapadinhha-MA.

Chapadinhha-MA. Verifica-se concordância entre as frequências observadas e as obtidas pela distribuição teórica.

De acordo com o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS), a distribuição de probabilidade Gumbel, adequa-se a série histórica utilizada na determinação da precipitação pluviométrica máxima diária anual esperada para o município de Chapadinhha-MA. As estatísticas do teste de KS e os valores dos parâmetros α e β da distribuição Gumbel são exibidos na Tabela 3.

Os autores Borges e Thebaldi (2016), empregaram as funções cumulativas e densidade de probabilidade Gumbel para máximos, Fréchet, Gama, Log-Normal 2 parâmetros e Log-Normal 3 parâmetros,

Tabela 3. Valores dos parâmetros de ajuste e estatísticas do teste de aderência Komolgorov-Smirnov, para a precipitação máxima diária anual do período de 1977 a 2015, Chapadinhha-MA.

Modelo	Teste de aderência	
	$ \Delta F $	KS_{tab}
	0,06291*	0,2127
Distribuição Gumbel	Parâmetros	
	α	β
	87,6466	22,5794

*Significativo ao nível de 5%; $|\Delta F|$ calculado máximo pelo teste de Kolmogorov-Smirnov; KS_{tab} - valor tabelado do teste de Kolmogorov-Smirnov.

para o município de Formiga-MG e também observaram que o método de Gumbel foi apropriado à estimativa das chuvas intensas.

A equação 11 foi a que melhor se ajustou a relação de intensidade, duração e frequência, das precipitações máximas diárias anuais, obtida com base nas durações de 15, 20, 30, 60, 120, 480, 600, 720 e 1440 minutos e os períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, assim pode ser utilizada para obtenção da intensidade pluviométrica em outros períodos de retorno. No entanto, observou-se que a equação possui desvios muito elevados para as durações de 5 e 10 min, assim recomenda-se o emprego da equação 11 apenas para o intervalo de $15 \leq t \leq 1440$ min.

Para $15 \leq t \leq 1440$ min:

$$i = \frac{100,438Tr^{0,1509}}{(t+15)^{0,4134}} \quad (11)$$

A comparação entre os valores de intensidade pluviométrica calculados pela equação 11 e obtidos pelo método Gumbel (Tabela 2), por meio da análise de regressão linear simples, são exibidos na Figura 3.

Obteve-se, para o ajuste, um coeficiente de determinação de 97,2% mostrando uma boa adequação da equação para a estimativa da intensidade pluviométrica para o município de Chapadinhha-MA. Silva Neto et al. (2016) obtiveram um coeficiente

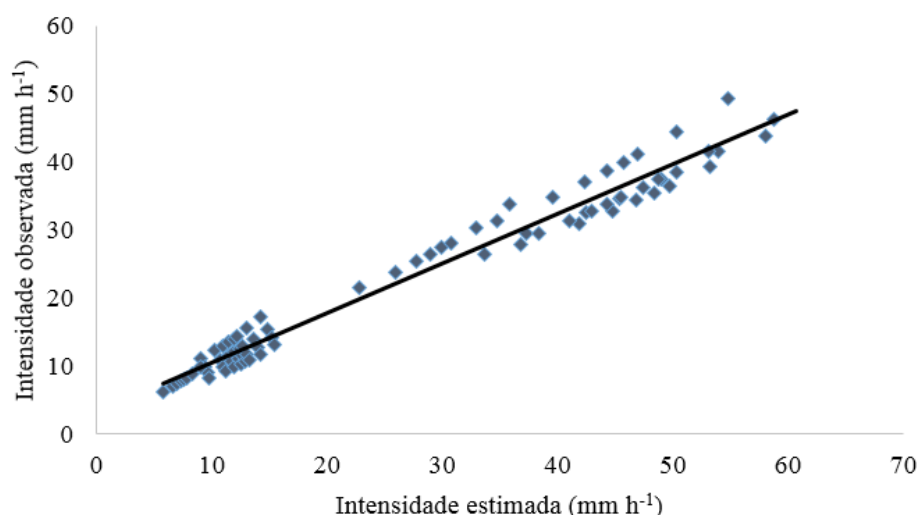


Figura 3. Verificação do ajuste dos valores observados e estimados para o município de Chapadinhama.

de determinação igual a 93,08% para a equação de chuvas intensas do município de Guaraí-TO.

CONCLUSÃO

Pelo modelo probabilístico Gumbel, obteve-se as intensidades das precipitações máximas diárias anuais esperadas. Os resultados indicaram que quanto menor a duração da chuva, há tendência de aumento na intensidade pluviométrica, para um mesmo período de retorno. A equação que relaciona a intensidade, duração e frequência apresentou um coeficiente de determinação de 97,2%, demonstrando boa precisão na estimativa da intensidade da precipitação pluviométrica máxima diária anual esperada.

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.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à**

climatologia: teoria e prática. Pelotas: UFPel, 1996. 161p.

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.

BARRETO, H.B.F.; PEREIRA, G.M.; SANTOS, W.O.; FREIRE, F.G.C.; MAIA, P.M.E. Avaliação de funções de probabilidade e relação-intensidade de duração-frequência para precipitação extrema em Nepomuceno – MG. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.8, n.2, p.118-127, 2015.

BORGES, G.M.R.; THEBALDI, M.S. Estimativa da precipitação máxima diária anual e equação de chuvas intensas para o município de Formiga, MG, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v.11, n.4, p. 892-902, 2016.

CASTRO, A.L.P.; SILVA, C.N.P.; SILVEIRA, A. Curvas Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT). **Ambiência Guarapuava (PR)**, v.7, n.2, p.305-315, 2011.

ANÁLISE DE EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS
NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA-MA

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - DAEE-CETESB. **Drenagem urbana: manual de projeto**. São Paulo: DAEE-CETESB, 1979. 476 p.

CPTEC/INPE. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 03/09/2016.

FRANCO, C.S.; MARQUES, R.F.P.V.; OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, L.F.C. Distribuição de probabilidades para precipitação máxima diária na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.7, p.735-741, 2014.

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>. Acesso em: 17/03/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210320&search=maranhão|chapadinha>>. Acesso em: 03/09/2016.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Ed. UFLA, 2013.

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, 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.

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.

SANTOS, W. O.; FEITOSA, A. P.; VALE, H. S. M.; COSTA, D. O.; BRITO, R. F.; QUEIROZ, R. F.; SOBRINHO, J. E.; LEMOS FILHO, L. C. A. Chuvas Intensas para a Microrregião de Pau dos Ferros-RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.7, n.6, p.1093-1099, 2014.

SILVA NETO, V.L.; VIOLA, M.R.; RÊGO, P.L.; OLIVEIRA, A.L.; SILVA, L.L. Relação intensidade-duração-frequência (IDF) para precipitação extrema em Guaraí-TO. **Enciclopédia Biosfera-Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.13 n.23, p.1146-1154, 2016.

SOUZA, V.A.S.; NASCIMENTO, R.K.; FURTADO, R.S.; ROSA, A.L.D. Análise de eventos pluviométricos extremos no município de Jiparaná, Rondônia. **Revista Pesquisa & Criação**, v.10, n.2, p.139-151, 2011.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia, ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS. EDUSP/ABRH, 1993. 943p.

VILLELA, S.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245p.