VIII Seminário de Pesquisa e Extensão | 2016
Extremo Sul da Bahia
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA: IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO E PRÁXIS
08 A 11 NOVEMBRO
REALIZAÇÃO: UNEB - CAMPUS X TEIXEIRA DE FREITAS
UNEB

EQUAÇÕES DE INTENSIDADE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DA BACIA DO RIO ITANHÉM

Patrick Gomes Moreira[1]
Amanda Carvalho Augusto Vilas Boas[2]
João Batista Lopes da Silva[3]
Luanna Chácara Pires[4]

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se determinar os parâmetros das equações de intensidade duração e frequência (IDF) das estações pluviométricas para distintas localidades da bacia do rio Itanhém. Inicialmente fez-se a delimitação da área de drenagem da bacia do rio Itanhém pelo Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente. Foram utilizados dados pluviográficos disponíveis no banco da Agência Nacional de Águas, onde foi realizado uma correção e busca por dados inconsistentes nas séries históricas das estações, assim foram selecionadas somente as estações que apresentaram mais de 20 anos de dados consistentes e com séries de dados que apresentassem registros a partir de 1980. Para cada estação foi obtida as séries de precipitação máxima de 1 dia, para os seguintes períodos de retorno (TR): 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, que foram obtidas a partir de distribuições de probabilidade: Gumbel; Log-Normal II; Log-Normal III; Pearson III; e Log-Pearson III. Para cada estação foram selecionadas as precipitações máximas em que os dados da série apresentaram maior aderência ao modelo probabilístico pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e menor erro padrão médio. Em seguida foi realizado a desagregação da precipitação de um dia em intervalos menores de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos. O ajuste dos parâmetros da equação IDF foi realizado por meio de regressão múltipla não linear, pelo método de iteração de Gradação Reduzida Generalizada (GRG) Não Linear, com a avaliação do ajuste realizada pelo Coeficiente de Determinação (R^2). Foram analisadas 9 estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itanhém. Assim, fez-se o ajuste dos dados de 9 estações pluviométricas onde o ajuste dos parâmetros *K*, *a*, *b* e *c* da equação de Intensidade-Duração-Frequência apresentou valores acima do coeficiente de determinação (R^2) 0,9967, demonstrando um ajuste muito bom aos dados observados.

Palavras-chaves: enchentes, precipitação máxima, período de retorno.

[1] Graduando, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências, Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, patrickinho123@gmail.com
[2] Graduanda, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências, Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, amandacarvalhovb@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor da Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, silvajbl@ufsb.edu.br
[4] Zootecnista, Professora da Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, lualu66@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O conhecimento da equação que relaciona intensidade, duração e frequência da precipitação pluvial, apresenta grande interesse de ordem técnica nos projetos de obras hidráulicas, como dimensionamento de vertedores, retificação de cursos de água, galerias de águas pluviais, bueiros, sistemas de drenagem agrícola, urbana e rodoviária, dentre outros. No Estado da Bahia, existem somente 19 equações, ajustadas por Pfafstetter (1957), Denardin e Freitas (1982) e Silva et al., 2002), que relacionam a intensidade-duração e frequência da precipitação, para os seguintes municípios e localidades: Barreiras; Brotas de Macaúbas; Cândido Sales; Carinhanha; Cocos; Ibipeba; Formosa do Rio Preto; Ipiaú; Itamaraju; Itapebi; Ituberá; Juazeiro; Medeiros Neto; Morpará; Salvador; Santa Cruz da Vitória; Santa Maria da Vitória; Rafael Jambeiro; Teodoro Sampaio. Estas equações são utilizadas para o dimensionamento de obras de drenagem, como bueiros e galerias pluviais em rodovias e vias urbanas, como também são muito utilizadas em obras de drenagem agrícola que visem à conservação do solo e da água.

Sabe-se que o conhecimento das características da chuva permite a projetar de forma mais segura de estruturas de conservação do solo (terraços, curvas de nível) e de práticas agrícolas que mantenham a sua cobertura, na qual se destacam: barragens; canais escoadouros; e obras de drenagem (Bazzano et al., 2007). Chuvas intensas, também chamadas de chuvas extremas, são aquelas que apresentam grandes lâminas precipitadas em pequenos intervalos de tempo (Araújo et al., 2008; Silva et al., 2003). Segundo Cecílio et al. (2009), por causar grandes escoamentos superficiais, as chuvas intensas são capazes de provocar prejuízos tanto em áreas urbanas quanto em áreas agrícolas, como inundação de terras cultivadas, erosão do solo, perdas de nutrientes e assoreamento de corpos da água, dentre outros.

Nesse sentido, a quantificação dessas chuvas intensas pode ser realizada por meio do emprego de equações de chuvas intensas, também denominadas de curvas intensidade-duração-frequência (IDF), que relacionam a duração, intensidade e frequência de ocorrência de um evento em determinado período de retorno (Damé; Teixeira; Terra, 2008). O ajuste dos parâmetros das curvas IDF é realizado de modo empírico, a partir de dados pluviométricos para cada estação e local. Já os parâmetros das curvas IDF podem ser ajustados por meio do emprego de regressão linear ou de regressão não linear (Aragão et al., 2013; Mello; Oliveira et al., 2005), com base em valores extraídos de séries de dados pluviométricos. Porém, o ajuste dos parâmetros da IDF

apresenta algumas dificuldades, como exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de grande quantidade de dados de pluviogramas. No Brasil, estudos pioneiros foram desenvolvidos por Pfafstetter (1957) e Denardin e Freitas (1982), em que foram ajustadas as equações IDF de 80 estações distribuídas por todo o país. Trabalhos mais recentes foram realizados por Oliveira et al. (2005), onde foram ajustadas as equações de IDF para Goiás e Distrito Federal, por Santos et al. (2009) para o Estado do Mato Grosso do Sul, e por Aragão et al. (2013) para o Estado de Sergipe, para o Estado do Piauí por Campos et al. (2014). Em decorrência da grande dificuldade na obtenção dos dados pluviográficos, a maioria dos estudos de chuvas intensas possui séries inferiores àquela recomendada pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), que é de 30 anos. Entretanto, Aron et al. (1987), objetivando determinar curvas regionais de intensidade, duração e frequência de precipitação pluvial para o Estado da Pennsylvania (EUA) utilizaram séries históricas de 10 anos de duração. Já Button & Ben-Asher (1983) utilizaram séries com oito anos de dados para obtenção da relação entre intensidade, duração e frequência, na região de Avdat, Israel.

Neste contexto, tendo em vista a importância que representa o conhecimento da equação que relaciona intensidade, duração e frequência da precipitação pluvial para a realização de projetos de drenagem, objetivou-se neste trabalho determinar os parâmetros das equações de intensidade duração e frequência (IDF) das estações pluviométricas para distintas localidades da bacia do rio Itanhém.

MATERIAL E MÉTODOS

A área total da bacia do rio Itanhém corresponde a 5.042,43 km^2, situa-se na divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia, abrangendo os municípios de Alcobaça, Carlos Chagas, Itanhém, Medeiros Neto, Montanha, Nanuque, Nova Viçosa, Umburatiba e Vereda. O clima da região é tropical, quente e úmido com cobertura vegetal de floresta, ou seja, as temperaturas médias mensais são superiores a 18°C e não há um só mês com índice pluviométrico médio inferior a 60 mm. Para facilitar o desenvolvimento do trabalho fez-se a divisão do mesmo em diversas etapas de acordo com os objetivos específicos do trabalho.

DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA BACIA DO RIO ITANHÉM

Para esta etapa foram utilizadas imagens raster da base SRTM (USGS, 2015) contendo as

informações de elevação do MDE (Modelo Digital de Elevação), com resolução espacial de 90 m importada no sítio eletrônico da USGS (United States Geological Survey). Porém, para que o MDE represente de forma ideal os processos superficiais do escoamento superficial foram realizados diversas etapas para obtenção do MDEHC (Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente). Primeiro fez-se um mosaico da área de estudo, após o mosaico, reinterpolaram-se os dados de altimetria do MDE para se obter uma resolução espacial de 30 m. Após a reinterpolação foi realizada a remoção de depressões espúrias. Com todas as etapas realizadas ter-se-á o MDHEC, que realizada todos os processos de escoamento superficial de forma fidedigna a escala real. A partir do MDEHC foi obtida a área da bacia hidrográfica. Todas estas etapas foram realizadas no software de SIG ArcGIS10.

ANÁLISE HIDROLÓGICA

Foram utilizados dados pluviográficos disponíveis no banco da Agência Nacional de Águas, onde foi realizado uma correção e busca por dados inconsistentes nas séries históricas das estações, assim foram selecionadas somente as estações que apresentaram mais de 20 anos de dados consistentes e com séries de dados que apresentassem registros a partir de 1980.

Nesse trabalho, para cada estação foi obtida as séries de precipitação máxima de 1 dia, para os seguintes períodos de retorno (TR): 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, que foram obtidas a partir de distribuições de probabilidade: Gumbel; Log-Normal II; Log-Normal III; Pearson III; Log-Pearson III (Kite, 1988; Naghettini e Pinto, 2007). Para cada estação foram selecionadas as precipitações máximas em que os dados da série apresentaram aderência ao modelo probabilístico pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e menor erro padrão médio apresentado. Todas estas etapas foram realizadas com auxílio do software SisCAH (Sousa et al. 2009). Em seguida foi realizado a desagregação da precipitação de um dia em intervalos menores de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos utilizando-se o método de desagregação da chuva proposta pela Cetesb (1979), empregando os coeficientes apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficientes de desagregação da precipitação para intervalos de tempo menores

Intervalo de transformação	Coeficientes
1 dia para 24 h	1,14
1 dia para 12 h	0,85
24 h para 10 h	0,82
24 h para 8 h	0,78

24 h para 6 h	0,72
24 h para 1 h	0,42
1 h para 30 min	0,74
1 h para 25 min	0,91
1 h para 20 min	0,81
1 h para 15 min	0,7
1 h para 10 min	0,54
1 h para 5 min	0,34

Fonte: Cetesb (1979)

Após a desagregação da precipitação em intervalos menores foram determinadas para cada estação os parâmetros K, a, b, e c da equação de intensidade-duração-frequência (Equação 1). O ajuste dos parâmetros da equação IDF foi realizado por meio de regressão múltipla não linear, pelo método de iteração de Gradação Reduzida Generalizada (GRG) Não Linear (Solver, 2010), com a avaliação do ajuste realizada pelo Coeficiente de Determinação (R^2). Também foi realizado a avaliação do ajuste dos dados pela equação de regressão dos dados observados em relação aos dados estimados, observando neste caso o coeficiente angular da reta. Todas estas etapas foram realizadas com auxílio do pacote de ferramentas do Solver para o Excel (Solver, 2010).

$$IDF = \frac{K(TR)^a}{(t+b)^c} \qquad \text{(Equação 1)}$$

em que,

IDF – intensidade máxima média de precipitação, mm h^{-1};

TR – período de retorno, anos;

t – duração da precipitação, min; e

K, *a*, *b*, e *c* – parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para delimitação da bacia hidrográfica, foi confeccionado o Modelo Digital de Elevação da bacia do rio Itanhém (Figura 1).

Com a área da bacia delimitada, foram identificadas 9 estações pluviométricas dentro desta área de influência para a bacia hidrográfica do rio Itanhém. Após a seleção das estações a partir da área de influência de precipitação na bacia, fez-se a identificação das 9 estações pluviométricas selecionadas (Tabela 2). Na Tabela 2, encontra-se a lista dos códigos obtidos, nome das cidades

onde se encontra, a estação pluviométrica juntamente com as datas de início e fim das séries para cada uma das 9 estações selecionadas. Com as estações selecionadas (Tabela 2), fez-se a verificação de estações com mais de 20 anos de dados e com dados a partir 1980. Como todas as estações apresentaram mais de 20 anos de dados e a partir de 1980, não se teve estações descartadas, portanto todas as 9 estações foram usadas para estimativa dos parâmetros da IDF.

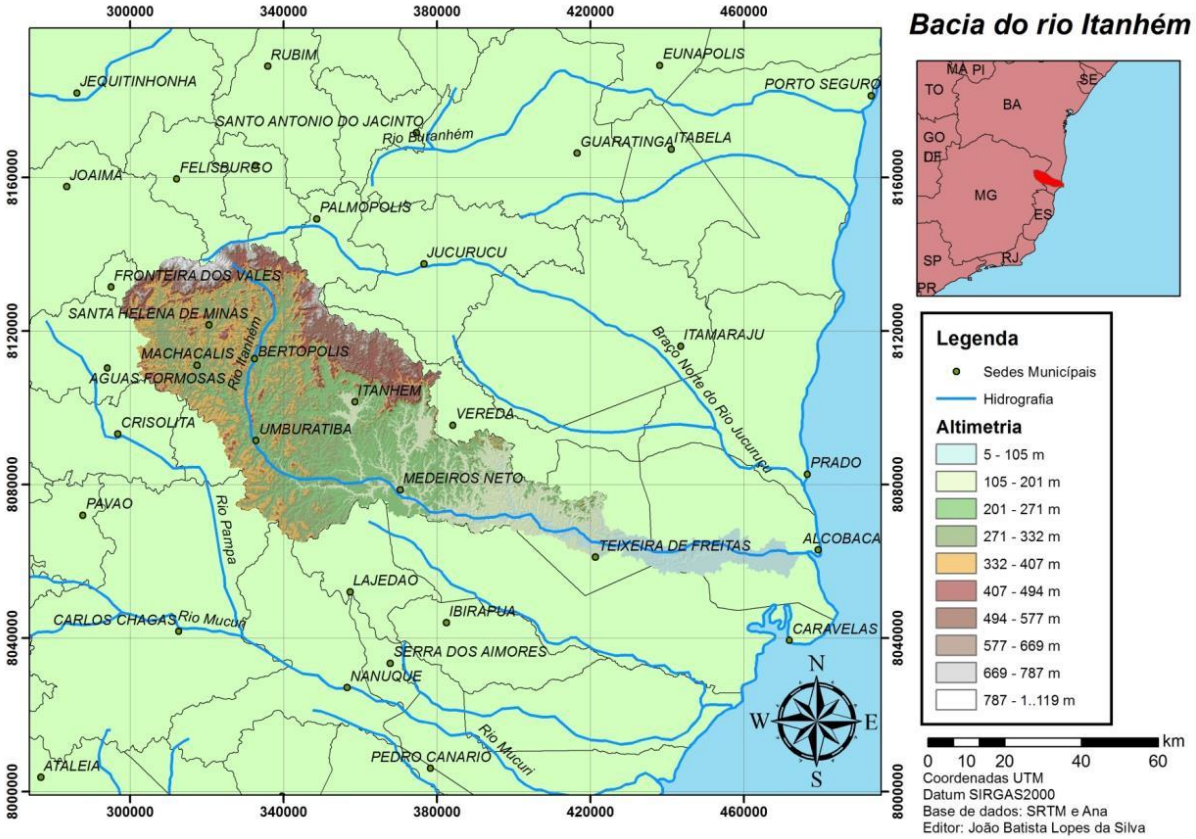

Figura 1. Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente da bacia hidrográfica do rio Itanhém.

Tabela 2. Estações pluviométricas dentro da área de influência da precipitação na bacia do rio Itanhém.

Código	Localidade	Início da série	Fim da Série	Tamanho da série
01739010	Alcobaça	1954	2005	51
01740000	Carlos Chagas	1945	2005	60
01740008	Itanhém	1966	2005	39
01740005	Medeiros Neto	1953	2005	52
01840012	Montanha	1970	2005	35

01740001	Nanuque	1943	2005	62
01739006	Nova Viçosa	1942	2005	63
01740026	Umburatiba	1977	2005	28
01740006	Vereda	1955	2005	50

Com os dados das estações com séries com mais de 20 anos de dados, fez-se a análise da precipitação máxima diária, esta associada a um período de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos (Tabela 3). Nesta análise da precipitação máxima associada à um período de retorno, todos os dados apresentaram aderência ao teste de Kolmogorov-Smirnov, com grande predominância na distribuição probabilista de Log-Normal 3. O Erro Padrão Médio apresentou seu menor valor para a estação de Vereda – BA (código 01740006), 3,08, para o ajuste da precipitação associada ao tempo de retorno de cinco anos e Distribuição Probabilística Pearson 3, enquanto o maior valor de Erro Padrão Médio foi obtido para a estação de Umburatiba – MG (01740026), 25,28, para o ajuste da precipitação associada ao tempo de retorno de 100 anos e Distribuição Probabilística Log-Normal 2. O Erro Padrão Médio, apesar da grande amplitude apresentada entre as distribuições, apresentou média de 16,596 dentre todos os períodos de retorno.

Tabela 3. Análise da precipitação máxima diária associada a um período de retorno, com a distribuição estatística de melhor ajuste e seu Erro Padrão Médio (EPM)

Localidade	Precipitação associada ao período de retorno (mm)						EPM da distribuição probabilística com melhor ajuste					
	5	10	15	25	50	100	5	10	15	25	50	100
Alcobaça	117,00	135,00	144,34	155,26	168,97	181,72	6,52	8,13	9,43	11,36	14,39	17,76
Carlos Chagas	87,83	98,63	104,32	111,04	123,4	133,55	3,57	4,55	5,35	6,55	8,03	9,21
Itamaraju	93,21	107,38	115,12	125,48	138,91	152,20	5,19	6,86	8,35	10,02	11,9	13,79
Itanhém	91,27	105,84	114,05	124,24	137,93	151,10	5,77	7,84	9,17	10,94	13,25	15,35
Medeiros Neto	91,72	108,12	117,11	128,03	154,10	171,71	5,89	7,81	9,52	12,24	15,2	17,75
Montanha	108,99	123,56	131,07	139,79	150,68	160,74	6,40	7,89	9,09	10,88	13,66	16,75
Mucuri	87,73	104,89	115,14	128,90	145,02	161,23	7,33	10,69	12,95	15,29	18,43	21,63
Nanuque	92,70	105,16	111,63	119,19	128,68	137,51	4,16	5,19	6,02	7,25	9,18	11,33
Nova Viçosa	97,29	113,68	122,76	134,57	150,22	165,85	5,35	7,12	8,79	10,47	12,54	14,62
Umburatiba	86,53	104,22	114,88	129,74	146,71	163,86	8,21	12,13	14,79	17,71	21,46	25,28
Vereda	85,89	93,23	96,66	100,37	104,62	108,20	3,08	3,29	3,64	4,26	5,33	6,53

Com as precipitações máximas obtidas para período de retorno (Tabela 3), fez-se a desagregação das precipitações de um dia em tempos menores de 24 h, 12 h, 10 h, 8 h, 6 h, 1 h, 30 min, 25 min, 20 min, 15 min, 10 min e 5 min, a partir dos coeficientes da Cetesb (1979), apresentados na Tabela 1. Como as precipitações desagregadas fez-se o ajuste dos parâmetros da equação IDF por meio de regressão múltipla não linear, pelo método de iteração de Gradação

Reduzida Generalizada (GRG) Não Linear (Solver, 2010). Todos os ajustes das equações apresentaram coeficiente de determinação (R^2) todos maiores que 0,99, resultado semelhante aos encontrados por Souza et. al (2013) os parâmetros da IDF apresentaram variação de uma estação para outra com R^2 superior a 0,98.

Apesar do valor de r^2 de 0,9969 ser o menor apresentado pelos ajustes (Tabela 4), este valor é classificado como uma "correlação muito forte", pois está entre a faixa de 0,9 e 1,0, segundo Almeida et. al (2013) em seu estudo sobre os parâmetros da equação de chuvas intensas nos municípios de Viçosa e Palmeira dos Índios do estado de Alagoas, obteve o resultado com os valores r^2 acima de 0,99, os parâmetros de ajuste (*K, a, b, c*) das equações apresentaram alta variabilidade de uma estação para outra, semelhante ao resultado encontrado no presente trabalho.

Tabela 4. Parâmetros da equação IDF para as estações selecionadas, juntamente com a qualidade do ajuste das equações, r^2, Erro Padrão da Média e a equação de regressão do ajuste

Localidade	Parâmetros da equação IDF				Qualidade do ajuste da IDF		
	K	a	b	c	R^2	EPM	Equação de regressão linear
Alcobaça	1324,9852	0,1470	13,6620	0,7842	0,9978	1,7547	y = 1,0021x + 0,3464
Carlos Chagas	860,8550	0,1399	11,5058	0,7630	0,9995	1,2623	y = 1,0051x - 0,2771
Itamaraju	973,5650	0,1637	12,8985	0,7769	0,9987	1,4628	y = 1,006x + 0,0659
Itanhém	961,3151	0,1683	13,1197	0,7790	0,9984	1,5476	y = 1,0047x + 0,1141
Medeiros Neto	763,9725	0,2093	10,8325	0,7560	0,9992	1,5892	y = 0,9982x - 0,4433
Montanha	1235,2590	0,1297	13,2778	0,7805	0,9982	1,6101	y = 1,0032x + 0,2247
Mucuri	954,8071	0,2031	14,3947	0,7911	0,9972	1,9726	y = 1,0048x + 0,4214
Nanuque	1120,7942	0,1316	14,2500	0,7898	0,9977	1,8400	y = 1,0089x + 0,4566
Nova Viçosa	1009,9063	0,1780	13,1361	0,7792	0,9985	1,5466	y = 1,0053x + 0,108
Umburatiba	944,5452	0,2131	14,6743	0,7937	0,9969	2,0776	y = 1,0051x + 0,4872
Vereda	1021,6416	0,0771	12,7675	0,7756	0,9987	1,4452	y = 1,0042x + 0,0858

Desta forma, para todas as estações analisadas os parâmetros da equação IDF apresentaram-se com "correlação muito forte", a qual também pode ser observada pela equação de regressão dos dados observados com os ajustados, onde o coeficiente angular da reta foi próximo de 1,0 para todas as estações (Tabela 4). O resultado encontrado por Lima et. al (2013) em seu estudo das equações de chuvas intensas para os municípios de Maceió e Arapiraca, Alagoas, também apresentarem variação de uma estação para a outra, com r^2 superior a 0,99.

CONCLUSÕES

Foram analisadas 9 estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itanhém. Assim, fez-se o ajuste dos dados de 9 estações pluviométricas onde o ajuste dos parâmetros *K*, *a*, *b* e *c* da equação de Intensidade-Duração-Frequência apresentou valores acima do coeficiente de determinação (R^2) 0,9969, demonstrando um ajuste muito bom aos dados observados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, K. N. S.; SOUZA, K. B.; GOMES, G. S. L.; SILVA, J. B. L.; PIRES, L. C. Parâmetros da equação de chuvas intensas nos municípios de Viçosa e Palmeiras dos Índios – AL. **Anais...** IV Coneflor – III Seeflor, Vitória da Conquista, BA, 2013.

ARAGÃO, R.; SANTANA, G. R.; COSTA, C. E. F. F.; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S.. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 243-252, 2013.

ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M.; SANTOS, A. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 2, p. 162-169, 2008.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, Coeficiente de chuva, Padrões e períodos de retorno das chuvas de Quaraí, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 1205-1217, 2007.

CAMPOS, A. R.; SANTOS, G. G.; SILVA, J. B. L.; IRENE, J.; LOURA, D. S. Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 488-498, 2014.

CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PRUSKI, F. F.; HOLLANDA, M. P.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação de interpoladores para os parâmetros das equações de chuvas intensa no Espirito Santo. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, n. 3, p. 82-92, 2009.

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

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A; TERRA, V. S. S. Comparação de diferentes metodologias

para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para pelotas - RS. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 245-255, 2008.

DENARDIN, J.; FREITAS, P. L. Características fundamentais da chuva no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 17, p. 1409-1416, 1982.

LIMA, T. P.; FERRAZ, F. T.; FRANÇA, L. C. J.; GOMES, G. S. L.; SILVA, J. B. L. Equações intensas para os municípios de Maceió e Arapiraca – AL. **Anais...** IV Coneflor – III Seeflor, Vitória da Conquista, BA, 2013.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Métodos estimadores dos parâmetros da distribuição de Gumbel e sua influência em estudos hidrológicos de projeto. **Irriga**, v. 10, n. 4, p. 318-334, 2005.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007, 552p.

OLIVEIRA, L. F. C.; CORTÊS, F. C.; WEHR, T. R.; BORGES, L. B.; SARMENTO, P. H. P.; GRIEBELER, N. P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para algumas localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.13-18, 2005.

PFAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil. Brasília: Departamento Nacional de Obras e Saneamento**, 1957. 246 p.

SANTOS, G. G.; FIGUEIREDO, C. C.; OLIVEIRA, L. F. C.; GRIEBELER, N. P. Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 899-905, 2009. Suplemento.

SILVA, D. D.; FILHO, R. R. G.; PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F. Chuvas intensas no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.362-367, 2002.

SILVA, D. D.; PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; GOMES FILHO, R. R.; LANA, A. M. Q.; BAENA, L. G. Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, v. 11, n. 1, p 7-14, 2003.

SOLVER. **User Guide**. Versão 11.5. Frontline Systems, 2010.

SOUSA, H. T.; PRUSKI, F. F.; BOF, L. H. N.; CECON, P. R.; SOUSA, J. R. C. **SisCAH – Sistema Computacional para Análise Hidrológica**. Versão 1.0. GPRH, 2009.

SOUZA, K. B.; ALMEIDA, K. N. S.; GOMES, G. S. L.; SILVA, J. B. L.; PIRES, L. C. Relação Intensidade-Duração-Frequência da precipitação máxima para os municípios de Penedo e Rio Largo. **Anais...** IV Coneflor – III Seeflor, Vitória da Conquista, BA, 2013.

USGS – United States Geological Survey. **Seamless data distribution system, Earth Resources Observation and Science**. 2015. Disponível em: www.usgs.gov. Acesso em: 2 de fevereiro de 2015.