IV-090 – MODELOS DE CHUVAS INTENSAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA

Camila Marques Generoso[(1)]
Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.
Luiz Fernando Coutinho de Oliveira[(2)]
Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Doutor Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Bolsista em Produtividade pelo CNPq.
Jéssica Soares Freitas[(3)]
Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.
Caio Vinícius Paiva Pereira[(4)]
Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.

Endereço[(1)]**:** Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1679 - e-mail: cmg@engambiental.ufla.br
Endereço[(2)]**:** Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1679 - e-mail: coutinho@deg.ufla.br
Endereço[(3)]**:** Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1679 - e-mail: jessica_soares_freit@engambiental.ufla.br
Endereço[(4)]**:** Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1028 - e-mail: caiovpp@engambiental.ufla.br

RESUMO

A ausência de equações de chuvas intensas para o Estado da Paraíba e a necessidade de maior segurança na elaboração de projetos e dimensionamento de obras hidráulicas, objetivou este estudo na obtenção das relações de intensidade-duração-frequência (IDF). Utilizou-se, então, da metodologia da desagregação da chuva de 24 h para as observações diárias de 123 estações pluviométricas do Estado da Paraíba disponíveis no sistema de informações hidrológicas Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA). Empregando a distribuição de Gumbel foram estimadas para cada tempo de duração, as chuvas intensas para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos e, posteriormente, para cada estação, ajustaram-se as relações IDF. Os coeficientes das relações IDF e dos modelos de Bell ajustados pelo método dos mínimos quadrados, para todas as estações avaliadas, apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,99, o que classifica o ajustamento como ótimo, conferindo uma boa confiabilidade aos modelos ajustados nos projetos e dimensionamento de obras hidráulicas.

PALAVRAS-CHAVE: Intensidade-Duração-Frequência, Distribuição de Gumbel, Desagregação de Chuva.

INTRODUÇÃO

As chuvas naturais têm distribuição irregular tanto temporalmente quanto espacialmente, apresentando consideráveis alterações em termos de intensidade (Oliveira et al., 2010). As precipitações pluviométricas de maior intensidade e com grande frequência elevam o risco de ocorrência da erosão do solo, inundações, perdas agrícolas, além de problemas em reservatórios (Araújo et al., 2008). Para o dimensionamento de obras hidráulicas, tanto urbanas, como rurais, é necessário o conhecimento da precipitação esperada, de modo que a estrutura planejada possa resistir adequadamente. No caso de obras rurais, esse tipo de conhecimento é necessário para o planejamento de sistemas de terraceamento agrícola, drenagem em estradas e implantação de barragens para atenuação de cheias, entre outros (Mesquita et al., 2009).

A chuva crítica de projeto é aquela que apresenta grande lâmina precipitada, durante pequeno intervalo de tempo mesmo que, frequentemente, essas chuvas causem consideráveis prejuízos materiais e humanos (Silva et al., 2003). Segundo Oliveira et al. (2011) e Mello et al. (2008), quando a chuva intensa é associada a uma duração e a um tempo de retorno específico, passa a ser considerada como uma chuva de projeto, que uma vez aplicada a um modelo chuva-vazão, possibilita a estimativa da vazão de projeto. Quando se necessita da chuva de projeto para localidades que não dispõem de séries históricas de precipitação, muitas vezes são utilizadas

equações de locais próximos, o que pode comprometer a confiabilidade da estimativa (Oliveira et al., 2008a), conhecidas como relações intensidade-duração-frequência (IDF) das chuvas intensas. Clarke e Silva (2004) sugeriram que as séries históricas para o ajuste das relações IDF devam ser suficientemente longas e representativas do local de estudo, pois só assim pode-se observar a variabilidade das chuvas em uma região.

A determinação da relação IDF apresenta grandes dificuldades em função da escassez de registros pluviográficos, da baixa densidade da rede de pluviógrafos e do pequeno período de observações disponível; além disso, a metodologia para sua obtenção exige um exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de grande quantidade de pluviogramas (Oliveira et al., 2008a e b; Cecílio e Pruski, 2003). Entretanto, os dados pluviográficos não são tão facilmente disponíveis; o que existem em abundância são dados pluviométricos. A ausência de estações pluviográficas e de séries históricas longas tem levado os engenheiros a utilizarem relações que permitam a estimativa da chuva crítica de projeto, com base em dados de pluviômetros. No meio científico, tem-se buscado um modelo de desagregação de chuva diária que leve à obtenção da relação IDF cujo desvio entre o valor ajustado e o observado seja admissível de ser utilizado em projetos de obras hidráulicas, ou seja, na estimativa da chuva de projeto, que é um dos dados de entrada em modelos que fazem a transformação chuva-vazão (Damé et al., 2008).

Obtendo-se dados de precipitação diária, associados aos períodos de retorno de interesse, pode-se utilizar de forma adequada a metodologia da desagregação da chuva de 24 h proposta pelo DAEE-CETESB (1979). Assim, a relação entre as alturas de precipitação, em função da duração de desagregação e o período de retorno, originam curvas IDF a partir de registros pluviométricos (Damé et al., 2008). Segundo Back (2008), o método da desagregação apresenta a vantagem de ser de uso simples e fornecer resultados satisfatórios e com grande similaridade para diferentes localidades para as quais os coeficientes foram gerados.

Oliveira et al. (2008b) avaliaram o desempenho de algumas metodologias para a estimativa da precipitação máxima no estado de Goiás, e verificaram que o método das isozonas apresentaram menores desvios que o da desagregação quando comparados com as relações IDF ajustadas a partir de pluviogramas. Robaina (1996) avaliando a técnica da desagregação para 32 localidades do Estado do Rio Grande do Sul, concluiu que a metodologia é conveniente, uma vez que se obtiveram os desvios máximos em torno de 15%. Os autores recomendaram o uso da metodologia em localidades em que não há disponibilidade de registros pluviográficos. Por outro lado, Oliveira et al. (2005) ajustaram, para algumas localidades do Estado de Goiás e Distrito Federal, a relação IDF empregando o método de desagregação de chuvas de 24 h, cujos resultados obtidos pelas relações ajustadas apresentaram desvios relativos médios que variaram de -1,6 a 43,9%. Segundo Damé et al. (2008), o método de desagregação da chuva representou a amostra de dados de intensidades máximas de precipitação para a localidade de Pelotas, RS, nos períodos de retorno de 2 e 10 anos, sendo esse, portanto, o recomendado para desagregar a precipitação diária.

Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivo ajustar as relações intensidade-duração-frequência (IDF) de chuvas extremas para estações pluviométricas do estado do Paraíba, disponíveis no sistema de informações hidrológicas Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA), empregando para tal a distribuição de Gumbel.

MATERIAIS E MÉTODOS

Das estações pluviométricas cadastradas na rede da ANA, foram selecionadas para o estado do Paraíba as séries históricas com no mínimo 15 anos de observações diárias e sem falhas, obtendo, assim, 123 estações pluviométricas. Dessas séries foram extraídas as séries parciais dos valores extremos diários para cada ano. Empregando a técnica da desagregação da chuva empregada por Oliveira et al. (2000), aos valores máximos das chuvas de um dia, foram aplicados os fatores multiplicativos para se obter as chuvas de menor duração. Portanto, para cada estação pluviométrica foram obtidas as séries parciais anuais para as chuvas com durações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, e de 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas.

No ajuste dos parâmetros da distribuição de Gumbel, foram empregados os métodos dos momentos, e a qualidade do ajuste foi verificada pelo coeficiente de determinação (r^2) e sua aderência pelo teste de Qui-quadrado em nível de 5% de probabilidade. Verificada a aderência dos valores extremos à distribuição de Gumbel, para cada duração, foram estimados os valores das chuvas intensas para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos e ajustadas às relações IDF (Equação 1) para cada estação pluviométrica. Para tal, foi

desenvolvida uma planilha no Excel® e empregando a rotina SOLVER foram ajustados os parâmetros da Equação 1, de forma a minimizar a soma dos quadrados dos desvios entre os valores das intensidades de precipitação observadas e estimadas.

$$i_{(t,TR)} = \frac{a\,TR^{b}}{(t+c)^{d}} \qquad (1)$$

em que: i(t,TR) = intensidade máxima média da chuva associada a uma duração e período de retorno, mm h^{-1}; t = duração da chuva, min e; a, b, c e d = coeficientes de ajustamento da relação IDF específicos para cada estação.

RESULTADOS

Para todas as estações avaliadas, houve uma boa aderência da distribuição de Gumbel verificada pelo teste de Qui-quadrado em nível de significância de 5 %. A Tabela 1 apresenta os parâmetros das relações IDF, bem como o coeficiente de determinação (r^2) para as 123 estações pluviométricas do estado do Paraíba, empregadas neste estudo. Na referida tabela pode-se observar um bom ajuste das relações IDF pelo Solver, com valores de r^2 próximos de 1,0. Analisando as estatísticas dos ajustes das relações IDF para o estado do Paraíba, verifica-se pelos valores dos desvios padrões encontrados que com exceção ao parâmetro "a" que apresentou um alto valor para o desvio padrão (136,2738), pode-se regionalizar os demais parâmetros assumindo os valores médios encontrados, ou seja, b = 0,0294; c = 0,1122 e d = 0,0029.

A Figura 1 apresenta a comparação dos valores das intensidades de precipitação obtidas pela relação IDF ajustada para a estação pluviométrica João Pessoa, PB, para qual observa-se um proximidade da reta 1:1, o que confirma o bom ajuste dos parâmetros. Observa-se na referida figura duas retas obtidas pelas relações regionalizadas, denominadas Regional e Regional*. Para a relação Regional, empregou-se os valores médios dos parâmetros ajustados para as 123 estações, para a qual percebe-se que os valores das intensidades de precipitação para a estação de João Pessoa foram super-estimados. Para a relação IDF Regional*, empregou-se o valor ajustado para o parâmetro "a" da estação de João Pessoa e para os demais parâmetros (b, c e d) os valores médios das 123 estações. Para esta relação observa-se uma boa proximidade da reta 1:1 o que permite inferir que os parâmetros b, c e d podem ser regionalizados, devido aos baixos valores dos desvios padrões obtidos nos ajustes desses parâmetros

Tabela 1. Parâmetros das relações IDF para as estações pluviométricas do estado da Paraíba.

Código	Nome	a	b	c	d	r^2
635027	Aracagi	723,6111	0,1870	9,7811	0,7241	0,9990
635028	Araruna	780,8862	0,1892	9,7874	0,7242	0,9989
635030	Areia	710,1008	0,1749	9,7881	0,7243	0,9991
635033	Bananeiras	702,6325	0,1598	9,7736	0,7241	0,9993
635037	Cacimba de Dentro	653,8196	0,1729	9,7697	0,7239	0,9992
635038	Caiçara	745,4893	0,1764	9,7653	0,7238	0,9991
635040	Guarabira	821,1341	0,1887	9,7806	0,7241	0,9990
635043	Jacarau	735,9739	0,1686	9,7874	0,7243	0,9992
635044	Mamanguape	911,5428	0,1836	9,7861	0,7242	0,9990
635045	Mataraca	1074,0130	0,1579	9,7803	0,7241	0,9993
635047	Salgado	602,4942	0,1865	9,7816	0,7240	0,9990
635048	Serraria	636,8087	0,1265	9,7662	0,7238	0,9996
635050	Vila Maia	712,6955	0,1608	9,7729	0,7238	0,9993
635079	Fazenda Alagamar	654,5257	0,1569	9,6934	0,7219	0,9993
636031	Algodão	566,1661	0,2053	9,7679	0,7239	0,9987
636032	Barra de Santa Rosa	473,7979	0,2111	9,7589	0,7236	0,9985
636035	Cuité	841,1226	0,1732	9,7860	0,7242	0,9992
636036	Olivedos	786,5481	0,2297	9,7814	0,7241	0,9981
636037	Pedra Lavrada	563,2599	0,1947	9,7527	0,7231	0,9989
636038	Picui	625,8228	0,2341	9,7903	0,7243	0,9980
636040	Sossego	652,8753	0,1644	9,7832	0,7242	0,9993
637022	Belém do Brejo do Cruz	831,9890	0,1795	9,7815	0,7241	0,9991
637023	Brejo do Cruz	747,0987	0,2176	9,7801	0,7241	0,9984
637024	Cajazeirinhas	729,0843	0,1721	9,7766	0,7240	0,9992

637025	Catolé do Rocha	908,1713	0,1864	9,7893	0,7243	0,9990
637028	Condado	718,9035	0,1357	9,7854	0,7243	0,9995
637029	Desterro de Malta	665,5679	0,2516	9,7828	0,7242	0,9975
637030	Jenipapeiro do Carreiro	791,8943	0,1038	9,6828	0,7219	0,9997
637031	Malta	911,0450	0,1821	9,7898	0,7243	0,9990
637032	Pombal	722,6991	0,1452	9,7840	0,7242	0,9994
637034	São José de Espinharas	843,0128	0,1544	9,7830	0,7242	0,9994
637035	São José do Brejo do Cruz	843,8867	0,1703	9,7823	0,7241	0,9992
637036	Jericó	875,5023	0,1519	9,7849	0,7242	0,9994
637037	São Mamede	802,4676	0,1600	9,7759	0,7240	0,9993
638028	Cajazeiras	817,1282	0,1432	9,7797	0,7241	0,9995
638029	Barra do Juá	677,9421	0,1501	9,7883	0,7243	0,9994

continuação...

Código	Nome	a	b	c	d	r^2
638030	Balanças	838,9269	0,1887	9,7813	0,7242	0,9990
638032	Antenor Navarro	1204,3751	0,2489	9,7856	0,7242	0,9976
638033	Antenor Navarro	904,8167	0,1746	9,7851	0,7242	0,9991
638034	São Gonçalo	887,7220	0,1417	9,7906	0,7244	0,9995
638035	Uirauna	667,4086	0,1173	9,6189	0,7193	0,9996
638036	Sousa	762,9507	0,1722	9,7724	0,7239	0,9992
638046	Açude Pilões	826,6595	0,1423	9,7810	0,7241	0,9995
638047	Engenheiro Avidos	827,9280	0,1634	9,7837	0,7241	0,9993
638048	Nazarezinho	835,9298	0,1861	9,7841	0,7242	0,9990
638049	São José da Lagoa Tapada	902,0292	0,1301	9,7862	0,7243	0,9995
638051	São Francisco	766,3359	0,1293	9,7556	0,7238	0,9996
734001	Santa Rita	1059,7321	0,2501	9,7832	0,7242	0,9976
734003	João Pessoa	1011,8743	0,1846	9,7855	0,7242	0,9990
734008	Alhandra	934,1600	0,1865	9,7855	0,7242	0,9990
735002	Umbuzeiro	558,0186	0,1992	9,7300	0,7229	0,9988
735006	Sapé	771,4278	0,1846	9,7876	0,7243	0,9990
735007	Pilar	608,5834	0,1846	9,7828	0,7242	0,9990
735009	Mulungu	617,5544	0,1839	9,7800	0,7240	0,9990
735011	Mata Virgem	491,3028	0,2112	9,7079	0,7224	0,9986
735012	Fazenda Lagoa dos Marcos	651,3316	0,2071	9,7789	0,7240	0,9986
735015	Itabaiana	642,3882	0,1750	9,7122	0,7224	0,9991
735017	Ingá	558,8645	0,1810	9,7148	0,7224	0,9991
735018	Fagundes	658,6262	0,1714	9,7152	0,7225	0,9992
735019	Cruz do Espírito Santo	738,8615	0,1818	9,7851	0,7242	0,9991
735026	Campina Grande	667,3518	0,2274	9,7709	0,7238	0,9982
735028	Bodocongo	553,6737	0,2140	9,7605	0,7235	0,9985
735029	Aroeiras	522,0446	0,1917	9,5898	0,7198	0,9989
735030	Alagoa Nova	839,7701	0,2069	9,7843	0,7242	0,9986
735033	Alagoa Grande	659,0701	0,1820	9,7889	0,7243	0,9990
735035	Acau	757,8253	0,2037	9,7821	0,7241	0,9987
735036	Ponte da Batalha	1068,1982	0,2486	9,7806	0,7241	0,9976
735124	Bodocongo	574,0633	0,2017	9,7472	0,7234	0,9987
736000	Taperoá II	802,1758	0,1892	9,7882	0,7243	0,9989
736002	Taperoá	929,8417	0,2433	9,7836	0,7242	0,9978
736003	Sumé	909,1587	0,2523	9,7861	0,7243	0,9975
736005	Santo André	672,0829	0,1655	9,6992	0,7218	0,9993
736006	Santa Tereza	605,8418	0,1654	9,7466	0,7234	0,9993
736008	Soledade	608,2516	0,1879	9,7794	0,7241	0,9990
736009	Serra Branca	841,2234	0,1988	9,7822	0,7242	0,9988
736010	Salgadinho	661,2148	0,1993	9,7664	0,7237	0,9988
736013	Riacho Santo Antônio	594,5177	0,2030	9,7872	0,7243	0,9987
736014	Pocinhos	492,9905	0,2104	9,6778	0,7216	0,9986
736015	Juazeirinho	659,8122	0,1576	9,6782	0,7219	0,9993
736016	Gurjão	880,7254	0,1903	9,7845	0,7242	0,9989
736017	Coxixola	758,9279	0,1827	9,7849	0,7242	0,9990

736018	Congo	738,1070	0,2152	9,7858	0,7243	0,9985
736019	Catolé	390,2422	0,2076	10,9575	0,7543	0,9985
736020	Caraúbas	636,3960	0,1963	9,7846	0,7242	0,9988
736021	Camalau	916,7434	0,1884	9,7804	0,7241	0,9990
736022	Cabaceiras	534,4999	0,2330	9,7742	0,7238	0,9980
736023	Boqueirão	592,5167	0,1957	9,7801	0,7241	0,9988
736024	Boa Vista	625,3396	0,2046	9,7202	0,7226	0,9987
736025	Barra de São Miguel	728,7398	0,2046	9,7882	0,7243	0,9987
737003	Santa Teresinha	758,0996	0,1361	9,7408	0,7232	0,9995
737004	Prata	881,0856	0,1530	9,7814	0,7241	0,9994
737005	Porcos	685,2499	0,1571	9,7604	0,7237	0,9993
737006	Piancó	908,5313	0,1493	9,7844	0,7242	0,9994
737009	Patos	834,8702	0,1743	9,7742	0,7239	0,9992
737010	Passagem	805,3845	0,1626	9,7818	0,7241	0,9993

continuação...

Código	Nome	a	b	c	d	r^2
737011	Olho D'água	816,7723	0,1599	9,7830	0,7242	0,9993
737012	Alagoa do Monteiro	703,1346	0,1851	9,7774	0,7241	0,9990
737014	Monteiro	683,6027	0,1989	9,7776	0,7241	0,9988
737015	Mãe D'água de Dentro	897,2713	0,2090	9,7857	0,7242	0,9986
737016	Juru	791,0544	0,1504	9,7749	0,7240	0,9994
737017	Imaculada	702,1045	0,1703	9,7234	0,7227	0,9992
737018	Desterro	639,7283	0,1940	9,7844	0,7242	0,9989
737019	Açude Coremas	849,2677	0,1484	9,7806	0,7241	0,9994
737021	Catingueira	898,2561	0,1452	9,7906	0,7244	0,9994
737022	Água Branca	752,6901	0,1586	9,7750	0,7239	0,9993
738009	Fazenda Timbauba	821,7912	0,1467	9,7720	0,7238	0,9994
738010	Serra Grande	859,3927	0,1742	9,7853	0,7242	0,9992
738011	São José de Piranhas	789,6275	0,1621	9,7853	0,7243	0,9993
738012	Boa Ventura	831,3075	0,1280	9,7252	0,7228	0,9996
738013	Princesa Isabel	806,7137	0,1610	9,7325	0,7229	0,9993
738014	Nova Olinda	985,7386	0,1793	9,7861	0,7242	0,9991
738015	Manaira	780,1273	0,1724	9,7845	0,7242	0,9992
738017	Itaporanga	835,7850	0,1520	9,7824	0,7242	0,9994
738018	Ibiara	929,4767	0,1733	9,7823	0,7242	0,9992
738019	Garrotes	617,4987	0,1456	9,7867	0,7242	0,9994
738020	Conceição	861,0273	0,1813	9,7874	0,7243	0,9991
738022	Bonito de Santa Fé	834,8763	0,1670	9,7851	0,7242	0,9992
738023	Bom Jesus	818,5749	0,1863	9,7777	0,7241	0,9990
738024	Arapuã	809,7777	0,1496	9,7863	0,7242	0,9994
738025	Aguiar	840,6641	0,1839	9,7883	0,7243	0,9990
836000	São João do Tigre	698,9895	0,1970	9,7843	0,7242	0,9988
836001	Santa Maria da Paraíba	759,8924	0,1905	9,7818	0,7241	0,9989
837000	São Sebastião do Umbuzeiro	676,4831	0,1434	9,7654	0,7237	0,9995
Média		755,9001	0,1798	9,7783	0,7241	0,9990
Desvio		136,2738	0,0294	0,1122	0,0029	0,0005

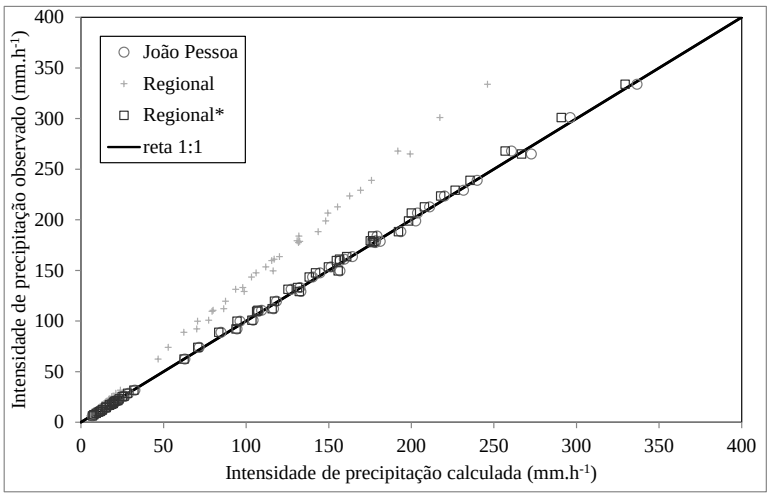

Figura 1. Intensidade de precipitação para a estação de João Pessoa, PB.

CONCLUSÕES

As relações IDF para todas as estações pluviométricas empregadas neste estudo apresentaram um bom ajuste aos dados observados, o que confere uma boa confiabilidade dessas relações na estimativa da intensidade de precipitação para o estado do Paraíba, e que pode-se empregar um modelo regional com os valores médios dos parâmetros b, c e d da relação IDF.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo aporte financeiro para a apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, L E.; SOUSA, F.A.S.; RIBEIRO, M.A.F.M.; SANTOS, A.S.; MEDEIROS, P.C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.2, p.162-169, 2008.
2. BACK, A.J. Relações entre precipitações intensas de diferentes durações ocorridas no município de Urussanga, SC. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.2, p.170-175, 2008.
3. BLAIN, G.C. Cento e vinte anos de totais extremos de precipitação pluvial máxima diária em Campinas, Estado de São Paulo: análises estatísticas. Bragantia, Campinas, v.70, n.3, p.722-728, 2011.
4. BLAIN, G.C.; MORAES, S.O. Caracterização estatística de oito séries de precipitação pluvial máxima diária da secretaria de agricultura e abastecimento do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, p.225-234, 2011.
5. CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F.F. Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.501-504, 2003.
6. CLARKE, R.T.; SILVA, B.C. Análises estatísticas de chuvas intensas na bacia do rio São Francisco. Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.3, p.265-272, 2004.
7. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - DAEE-CETESB. Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo: DAEE-CETESB, 1979. 476p.
8. DAMÉ, R.C.F.; TEIXEIRA, C.F.A.; TERRA, S.S. Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para Pelotas, RS. Engenharia Agrícola, v.28, n.2, p.245-255, 2008.
9. MELLO, C.R.; VIOLA, M.R.; MELLO, J.M.; SILVA, A.M. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. Ciência Agrotecnologia, v.32, n.2, p.532-539, 2008.

10. MESQUITA, W.O.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, L.F.C. Precipitações máximas diárias esperadas para as regiões central e sudeste de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.39, n.2, p.73-81, 2009.
11. OLIVEIRA, L.F.C.; VIOLA, M.R.; PEREIRA, S., MORAIS, N.R. Modelos de predição de chuvas intensas para o estado do Mato Grosso, Brasil. Ambi-Agua, v.6, n.3, p.274-290, 2011.
12. OLIVEIRA, L.F.C.; ANTONINI, J.C.A.; FIOREZE, A.P.; SILVA, M.A. S. Métodos de estimativa de precipitação máxima para o Estado de Goiás. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.6, p.620-625, 2008a.
13. OLIVEIRA, L.F.C.; ANTONINI, J.C.A.; GRIEBELER, N.P. Estimativas de chuvas intensas para o Estado de Goiás. Engenharia Agrícola, v.28, n.1, p.22-33, 2008b.
14. OLIVEIRA, L.F.C.; CORTÊS, F.C.; BARBOSA, F.O.A.; ROMÃO, P.A.; CARVALHO, D.F. Estimativa das Equações de chuvas intensas para algumas localidades no Estado de Goiás pelo método da desagregação de chuva. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 30, n. 1, p. 23-27, 2000.
15. OLIVEIRA, L.F.C.; CORTÊS, F.C.; WEHR, T.R.; BORGES, L.B.; SARMENTO, P.H.L.; GRIEBELER, N.P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.35, n.1, p.13-18, 2005.
16. QUADROS, L.E.; QUEIROZ, M.M.F.; BOAS, M.A.V. Distribuição de frequência e temporal de chuvas intensas. Acta Scientiarum Agronomy, v.33, n.3, p.401-410, 2011.
17. ROBAINA, A.D. Modelo para geração de chuvas intensas no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.4, n.2, p.95-98, 1996.