

CHUVAS INTENSAS NA REGIÃO DA SERRA DA MANTIQUEIRA

MARIA TERESA DE REZENDE E SILVA¹, GILBERTO COELHO²

¹Graduanda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG, Fone: (0XX35) 9135.9435, msilva@engagricola.ufla.br.

²Professor adjunto, Departamento de Engenharia - DEG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG, Fone: (0XX35) 3829.5273, coelho@deg.ufla.br.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015 – São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Os registros de chuvas intensas são de suma importância para os projetos de obras hidráulicas, pois, os cálculos necessários para tais construções são embasados nas variáveis que caracterizam essas precipitações: intensidade, duração e frequência. O tempo de retorno, que caracteriza a frequência das chuvas máximas, definirá o risco de uma falha admissível. Desta forma, o presente trabalho consistiu no recolhimento de dados pluviométricos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinhas, afluente do Rio Grande em sua cabeceira. Por intermédio desses dados, foram geradas equações de chuvas intensas. As informações das precipitações foram registradas por estações meteorológicas automáticas a cada 1 hora. Foram analisadas as distribuições de probabilidade Log-Normal e Gumbel, e para a verificação da adequabilidade das séries históricas às referidas distribuições, foi utilizado o teste Smirnov-Kolmogorov. Os resultados apontaram que ambas as distribuições de probabilidade explicam o comportamento das séries históricas de precipitação máxima, e que as equações de chuvas intensas apresentaram ótimos ajustes com R^2 superior a 0,99.

PALAVRAS-CHAVE: precipitação máxima, distribuição de probabilidade, tempo de retorno

INTENSE RAINFALL IN THE REGION OF MOUNTAIN RANGE OF MANTIQUEIRA

ABSTRACT: Records of intense rainfall are very important to the design of hydraulic structure, because the calculations required for such constructions consider the variables that characterize these rainfalls: intensity, duration and frequency. The return periods which characterizes the frequency of maximum rainfall, define the risk of an acceptable failure. Thus, the present work consisted in collecting rainfall data in the basin of Ribeirão Lavrinhas direct tributary of the Rio Grande at her bedside. Through these data, intense rainfalls equations were generated. The information of rainfall were recorded by automatic weather stations every 1 hour. We analyzed the Log-Normal and Gumbel probability distributions, and to verify the adequacy of historical series to such distributions, we used the Kolmogorov-Smirnov test. The results showed that both probability distributions explain the behavior of the time series of maximum precipitation, and intense rainfalls equations presented optimal settings with R^2 higher than 0.99.

KEYWORDS: maximum rainfall, probability distribution, return time

INTRODUÇÃO: Os estudos hidrológicos e os projetos de obras hidráulicas serão efetuados com melhor eficiência e precisão quando existirem predições dos índices pluviométricos no local em que se deseja realiza-los. Os registros de chuvas intensas são de extrema importância para tais estudos e

projetos, pois vertedouros de barragens, galerias pluviais, terraços, sistemas de drenagens, sistemas de escoamento de água, serão dimensionados levando em consideração os índices de precipitações máximas. Segundo VIEIRA ET AL., (1991) o conhecimento prévio das precipitações máximas também pode amenizar problemas como: erosão do solo, inundações em áreas rurais e urbanas, queda da produção agrícola, danos em estradas, entre outros. De acordo com TUCCI (1993) a precipitação máxima é a ocorrência extrema, com duração, distribuição temporal e espacial críticas para uma área ou bacia hidrográfica. As grandezas das chuvas máximas são: intensidade, duração e frequência de ocorrência, dita período de retorno da precipitação. O estudo das precipitações máximas tem por objetivo principal estimar a vazão de enchente de uma bacia. O objetivo do presente estudo é gerar os coeficientes de desagregação e as equações de chuvas intensas, que ocorreram no período de 2005-2013, na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha, situada na região Alto Rio Grande, equipada com estações climatológicas automáticas, para que seja possível estabelecer relações de intensidade-duração-frequência em locais da região que dispõem somente de dados diários medidos com pluviômetros convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS: Para execução deste projeto foram utilizadas informações de chuvas intensas da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha, inserida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Alto Rio Grande (UPGRH-GD1), sul de Minas Gerais. A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha (Figura 1) está inserida na região da Serra da Mantiqueira, a qual deságua diretamente no Rio Grande. Localizada ao sul da UPGRH-GD1 no município de Bocaina de Minas, apresenta altitudes variando entre 1159 e 1732 m, com área de drenagem na ordem de 6,76 km² e declividade média de 38,5%. Segundo JUNQUEIRA JÚNIOR (2006), a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha apresenta classificação climática de Köppen do tipo Cwb, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves e estiagem de inverno. De acordo com registros da estação meteorológica localizada na sub-bacia, a precipitação média anual é de 1860 mm e temperatura média anual está em torno de 17,6° C, com ocorrência de temperaturas máxima e mínima diária ao longo do ano de 32 e 2,7°C respectivamente, sendo comum a ocorrência de geadas.

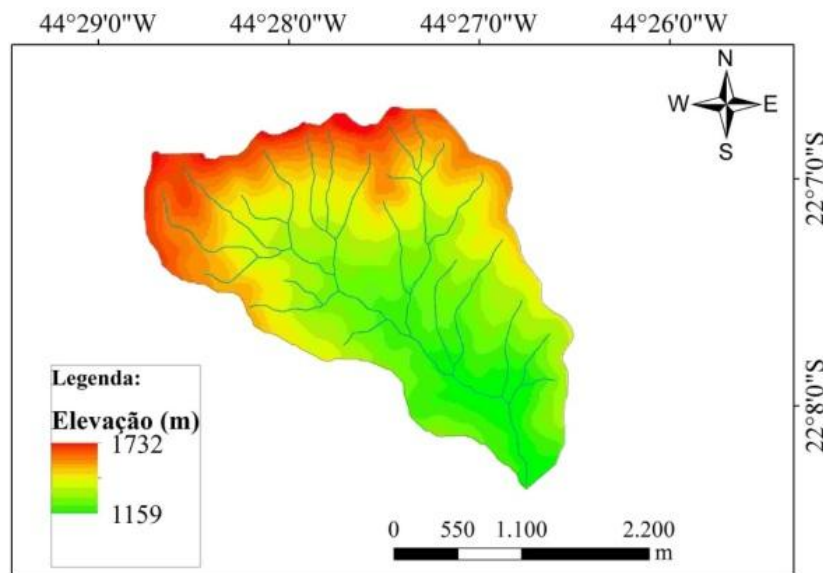


Figura 1. Modelo Digital de Elevação (MDE) da sub-bacia hidrográfica experimental do Ribeirão Lavrinha

As informações de precipitação foram registradas por estações meteorológicas automáticas a cada 30 min. Desta forma foram selecionadas as maiores chuvas de cada ano nas durações de: 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos. Para cada duração, obteve-se as principais máximas anuais, sendo que estes valores compõe uma série histórica de precipitações máximas para a referida duração e para cada série histórica foi ajustada uma distribuição de probabilidade estatística. Após verificada a adequabilidade

da distribuição de probabilidade estimou-se, para cada duração das precipitações máximas, os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, respectivamente. Uma vez estimados as precipitações máximas e seus devidos tempos de retorno, calculou-se as intensidades máximas de precipitações. Utilizou-se a seguinte fórmula:

$$i = \frac{kT^m}{(t-t_d)^n} \quad (1)$$

em que, i é a intensidade média (mm/min); t_d é a duração da chuva (min); T o tempo de retorno; e t, k, m, n parâmetros que devem ser determinados para a bacia estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As séries históricas de precipitação máxima para cada tempo de retorno foram submetidas ao teste de Smirnov-Kolmogorov, para análise de aderência das respectivas séries às distribuições de probabilidade Log-Normal e Gumbel. O teste permitiu verificar que ambas as distribuições foram adequadas para explicar o comportamento das séries históricas de precipitação máxima. Logo, utilizou-se ambas as distribuições de probabilidade para estimar o tempo de retorno dos dois maiores valores de cada série.

A equação 2 representa o modelo ajustado aos valores de intensidade de precipitação máxima estimados pela distribuição Log-Normal em função do tempo de retorno (T) e do tempo de duração da precipitação (t_d). Já a equação 3 representa o modelo ajustado aos valores de intensidade de precipitação máxima estimados pela distribuição Gumbel. Ambos os modelos apresentaram R^2 de 0,999, demonstrando o excelente ajuste dos dados aos modelos.

$$I_{m,m} = \frac{2650,35 * T^{0,171}}{t_d^{0,863}} \quad (2)$$

$$I_{m,m} = \frac{2949,03 * T^{0,184}}{t_d^{0,888}} \quad (3)$$

A tabela 1 apresenta os 10 maiores valores de precipitação máxima observada segundo tempos de retorno de 1, 2, 6, 12 e 24 horas. Verifica-se que não houve diferença entre os maiores valores para os tempos de duração de 1 e 2 horas.

Tabela 1. Precipitação máxima observada conforme diferentes tempos de duração.

Ordem	Precipitação máxima (mm)				
	1 hora	2 horas	6 horas	12 horas	24 horas
1	54	64	71	77	111
2	56	64	72	82	116
3	57	64	73	95	123
4	58	65	89	113	130
5	59	68	96	116	146
6	62	91	97	120	146
7	64	95	106	121	157
8	94	115	123	123	164
9	123	123	145	145	170
10	145	145	187	215	222

As tabelas 2 e 3 apresentam a transformação da precipitação máxima em intensidade máxima de precipitação para os valores estimados pelas distribuições Log-Normal e Gumbel, (Tabela 2) e (Tabela 3), respectivamente. Comparando as tabelas verifica-se que os valores de intensidade máxima de precipitação são semelhantes, situação que se refletiu nas equações de intensidade máxima de precipitação (equações 2 e 3), em que os parâmetros ajustados são, também, semelhantes.

Tabela 2. Intensidade máxima de precipitação para cada tempo de duração e diferentes Tempos de retorno conforme a distribuição de probabilidade Log-Normal.

Tr	Intensidade máxima de precipitação (mm/h)				
	1	2	6	12	24
5	98,0	55,6	22,0	12,3	7,2
10	114,8	63,9	25,3	14,0	7,9
15	124,3	68,5	27,1	15,0	8,3
30	140,2	76,1	30,2	16,5	8,9
50	151,7	81,5	32,4	17,6	9,3
75	160,9	85,8	34,1	18,4	9,6
100	167,4	88,8	35,3	19,0	9,8

Tabela 3. Intensidade máxima de precipitação para cada tempo de duração e diferentes Tempos de retorno conforme a distribuição de probabilidade Gumbel.

Tr	Intensidade máxima de precipitação (mm/h)				
	1	2	6	12	24
5	100,5	55,4	22,1	12,4	7,2
10	119,5	64,0	25,7	14,3	8,0
15	130,2	68,9	27,7	15,4	8,4
30	148,2	77,1	31,1	17,2	9,2
50	161,3	83,1	33,6	18,5	9,7
75	171,7	87,8	35,6	19,5	10,2
100	179,0	91,2	37,0	20,2	10,5

CONCLUSÕES: A precipitação máxima na Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lavrinha apresenta pouca variabilidade temporal. As séries históricas de precipitação máxima se adequaram tanto a distribuição Log-Normal quanto à distribuição de Gumbel e os valores de intensidade máxima de precipitação podem ser explicados pelo modelo de equação proposto.

AGRADECIMENTOS: CNPq e FAPEMIG.

REFERENCIAS: BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. (1993) Precipitação, In: TUCCI, C. E. M. (org.), Hidrologia: Ciência e Aplicação, Editora da Universidade, Porto Alegre, p. 177-241.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A. Escoamento de nascentes associado à variabilidade espacial de atributos físicos e uso do solo de uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG. 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. E BURROWS, I.T. (1991). “Mapeamento da chuva diária máxima provável para o Estado de São Paulo”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 15, p. 93-98.