

PARÂMETROS PARA EQUAÇÕES MENSAIS DE ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO DE INTENSIDADE MÁXIMA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO¹ - FASE I

Parameters for monthly equations of maximum intensity estimates of rain for the São Paulo state - Phase I

José Carlos Ferreira², Luis Antonio Daniel³, Mauro Tomazela⁴

RESUMO

Nesta fase do trabalho objetivou-se estimar parâmetros para equações mensais de estimativas de precipitação de intensidade máxima em intervalos de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 60 minutos para 165 localidades do Estado de São Paulo. A partir de dados mensais de séries históricas de 31 anos de precipitação máxima de “um dia”, utilizou-se da distribuição de probabilidade de Gumbel para os cálculos da probabilidade de ocorrência de valores extremos em cada mês. Utilizando-se da metodologia proposta por Occhipinti & Santos (1966), as chuvas máximas de “um dia” foram desagregadas para precipitações de intensidade máxima em 24 horas e nos sete intervalos de tempo acima descritos, para cada uma das 165 localidades e em cada mês. Os parâmetros alfa e beta foram calculados, para cada um dos sete intervalos de duração da chuva, com $F(x) = 90\%$ e em cada uma das 165 localidades propostas. As séries de precipitação máxima de “um dia” foram submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov, confirmando bom ajuste com distribuição de Gumbel. A metodologia mostrou bom desempenho, considerando-se que as diferenças percentuais relativas dos resultados das precipitações máximas obtidas com os parâmetros alfa e beta, de 25 localidades, comparadas com os obtidos pela metodologia de Occhipinti, foram de modo geral menores que 0,5%.

Termos para indexação: Intensidade máxima, precipitação, distribuição de probabilidade.

ABSTRACT

The objective of this phase of the work was to obtain parameters for monthly equations of maximum of estimations precipitation intensity in intervals of 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 60 minutes covering 165 places of São Paulo State. Starting from the historical series of 31 years of maximum precipitation of “one day”, it was used Gumbel probability distribution for calculating the probability of occurrence of extreme values in every month. Using the methodology proposed by Occhipinti & Santos (1966), the maximum rains of “one day” were dissociated in precipitation of maximum intensity in 24 hours in the seven intervals of time described above, for each one of the 165 places in every month. The parameters α and β were calculated, for each one of the seven rains intervals of durations with $F(x) = 90\%$ in each one of the 165 proposed places. The parameters and were calculated, for each one of the seven intervals of duration of the rain, with $F(x) = 90\%$ and in each one of the 165 proposed places. The series of maximum precipitation of “one day” were submitted to the test of Kolmogorov-Smirnov, witch results confirmed the good adjustment with distribution of Gumbel. The methodology showed good performance, considering that the relative percentile differences, of the results of the maximum precipitations obtained with the parameters and , of 25 places, compared with those obtained by the methodology of Occhipinti, they were in general smaller than 0,5%.

Index terms: Maximum intensity, rain, and probability distribution.

(Recebido para publicação em 14 de janeiro de 2004 e aprovado em 16 de agosto de 2005)

INTRODUÇÃO

A dificuldade de obter informações sobre os níveis de precipitação de intensidade máxima tem sido o principal obstáculo para o planejamento e trabalhos aplicados em terracimento, construção de galerias e canais de escoamento, pontes, estradas e drenagem de áreas rurais e urbanas, bem como em atividades de orientação e combate as enchentes na zona urbana. Mesmo com uma razoável rede hidrológica, o Estado de São Paulo conta com poucos pluviógrafos, de modo a atender a demanda

por informações sobre precipitações intensas. Além disso, dados de precipitação intensa, extraídos de pluviogramas exigem muita paciência e trabalho manual para serem obtidos. Os primeiros trabalhos realizados para obter estimativas de precipitações intensas no Brasil, foram realizados por Pfafstetter (1957), seguidos por Banzatto & Benincasa (1986) e Vieira et al. (1991), entre outros. Equações de precipitação de intensidade máxima têm sido desenvolvidas para algumas regiões do Brasil. Pinto et al. (1996) estabeleceram equações de chuvas intensas para algumas localidades do Estado de Minas Gerais e Pruski

¹ Trabalho desenvolvido pelo NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba/SP - FATEC-SO

² Professor Pleno, Doutor em Eng. Agrícola/Unicamp - Diretor Científico NEPA/FATEC-SO – ferraro1@terra.com.br

³ Professor Pleno, Livre Docente/Unicamp - Diretor Administrativo do NEPA/FATEC-SO – daniel51@terra.com.br

⁴ Professor Pleno, MSc/USP - Membro do NEPA/FATEC-SO – tomazela@zaz.com.br

(1997) desenvolveu metodologia baseada no uso de sistemas de informações geográficas para obtenção de equações de chuvas intensas em qualquer localidade no Estado do Paraná. Os mesmos Vieira et al. (1991) desenvolveram mapeamento da chuva diária máxima provável para o Estado de São Paulo. Occhipinti & Santos (1966) propuseram metodologia prática para *desagregar* dados de precipitação de intensidade máxima de “um dia” em precipitação de intensidade máxima de 24 horas. Cardoso et al. (1998), realizaram a análise de chuvas intensas a partir da desagregação de chuvas diárias de Lages e de Campos Novos em Santa Catarina. A principal limitação na determinação das equações de precipitação máxima está na determinação dos parâmetros alfa e beta. Os quatro métodos mais conhecidos para estimativas desses parâmetros, são descritos em Assis et al. (1996). Neste estudo, optou-se pelo método de desagregação de chuva, visando estimar os parâmetros alfa e beta de equação de chuvas intensas mensais para o Estado de São Paulo, a partir de informações de chuva de “um dia” de 165 localidades, com fins de aplicações em obras de drenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de precipitação de intensidade máxima de “um dia”, com séries históricas de 31 anos, completas, com início em 1962 e término em 1992, de 165 postos pluviométricos do DAEE do Estado de São Paulo identificados pelo código do posto e pelas coordenadas geográficas em minutos. Em cada localidade e em cada ames, foram estudadas as séries de 31 anos de dados de precipitação máxima de “um dia”. Como essas informações não continham as altitudes de todos os postos, completou-se com as altitudes médias do município de origem do posto. Os valores dos níveis máximos prováveis de intensidade de chuva máxima no mês, foram calculados pela função de distribuição de probabilidade proposta por Gumbel (1958), dada por:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}} \quad (1)$$

Em que α e β são parâmetros a serem calculados pelos momentos da distribuição, nos quais o sinal negativo do expoente é aplicado para obter valores máximos, com

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T} \quad (2)$$

para T igual ao período de retorno em anos. As 165 séries dos valores de precipitação de intensidade máxima de “um dia” foram submetidas ao ajuste de modelo probabilístico de Gumbel e testadas pelo método de Kolmogorov-Smirnov, conforme recomendado em Assis et al. (1996). Todas as séries foram testadas, conforme descrito em Assis et al. (1996) e apresentaram diferenças máximas D_m abaixo do valor crítico (D_{cr}) para $\alpha = 5\%$, mostrando bom ajuste das séries ao modelo de Gumbel. A opção pelo método dos momentos recaiu na sua praticidade, mesmo porque o método da verossimilhança além de apresentar resultados bem próximos, exige mais cálculos e o uso de estimativas. Para o teste Kolmogorov-Smirnov, utilizou-se o “software estatístico SPSS 7.5 for windows” nos laboratórios da FCM/Unicamp.

Os cálculos dos parâmetros α e β foram estimados pelas equações:

$$\alpha = 1,2825^{-1} \sigma \quad (3)$$

$$\beta = \bar{X} - 0,5772157 \alpha \quad (4)$$

Nas equações 3 e 4, σ e \bar{X} são respectivamente as estimativas do desvio padrão e a média da série dos dados. Aplicando-se logaritmos em (1), a equação geral para estimativas de precipitações de intensidade máxima fica:

$$I = \beta + \{-\ln\{-\ln[F(x)]\} \alpha\} \text{ em [mm h}^{-1}\text{]} \quad (5)$$

Em que I é o valor máximo esperado da chuva no período de retorno T e $\{-\ln\{-\ln[F(x)]\} = \lambda_T$ uma variável reduzida, descritos em Assis et al. (1996) e Kite (1985). Na Tabela 1, proposta por Ferreira et al. (1999), mostra-se os valores da variável reduzida $\lambda_T = -\ln\{-\ln[F(x)]\}$ com quatro algarismos significativos em função do período de retorno.

TABELA 1 – Valores de $-\ln\{-\ln[F(x)]\}$ em função do período de retorno T , em anos.

T(anos)	2	5	10	15	20	25	30	50	100
λ_T	0,367	1,500	2,250	2,674	2,970	3,199	3,384	3,902	4,600

Os valores das estimativas de precipitação de intensidade máxima de “um dia” foram desagregadas em precipitação de intensidade máxima de 24 horas, conforme metodologia proposta por Occhipinti & Santos (1966). Na tabela 2, mostra-se os fatores multiplicativos para obter a desagregação das chuvas, nos intervalos de tempo propostos.

Deste modo, a partir dos dados de precipitação de intensidade máxima de 24 horas, foram desagregadas as chuvas de intensidade máxima para 1 hora, 30 minutos, 25 minutos, 20 minutos, 15 minutos, 10 minutos e 5 minutos, conforme Tabela 2, adaptada de Cardoso et al. (1998).

TABELA 2 – Valores dos coeficientes de desagregação de chuvas extraídos de Cardoso et al. (1998).

Chuva	Fator multiplicativo	Desagrega para
1 dia	1,14	24 horas
24 horas	0,42	1 hora
1 hora	0,74	30 min
30 min	0,91	25 min
30 min	0,81	20 min
30 min	0,70	15 min
30 min	0,54	10 min
30 min	0,34	5 min

Para cada localidade, e para cada intervalo de tempo de duração da precipitação máxima, foram calculados, com base na equação de valores extremos (GUMBEL, 1958), os parâmetros α e β pelo método dos momentos de cada série dos dados originais, com base nas estimativas do desvio padrão e da média, conforme proposto em Assis et al. (1996).

Para testar o método, foram calculadas as estimativas de precipitação máxima por desagregação para o mês de janeiro, de 25 localidades, nos intervalos de 5, 15, 30 e 60 minutos, para comparar com os resultados estimados pelos parâmetros alfa e beta, obtidos para as respectivas localidades nos mesmos intervalos de tempo. As diferenças relativas percentuais dos resultados obtidos por ambos os métodos, foram calculadas pela relação:

$$\text{Variação} = \frac{DE - DD}{DD} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

DD = dados estimados por desagregação a partir dos dados observados;

DE = dados estimados com os parâmetros alfa e beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 3 são apresentados os valores de alfa e beta das 165 localidades estudadas e em 7 intervalos de duração da chuva no mês, bem como, as médias, os desvios padrões e os coeficientes de variação em cada intervalo de tempo. Devido ao grande número de informações, na Tabela 3 apresenta-se apenas os resultados para o mês de Janeiro. Escolheu-se o mês de janeiro, para a discussão dos resultados, visto que é neste mês que ocorrem os maiores níveis de precipitação de intensidade máxima no Estado de São Paulo, (FERREIRA et al., 1999). Vê-se, nos valores da Tabela 3, que em cada um dos 165 postos de chuva os valores de alfa e beta diminuem com o intervalo de tempo de duração da chuva.

Ainda na Tabela 3, observa-se que apesar dos altos valores dos coeficientes da variação para alfa (28%), estes, são praticamente iguais nos sete intervalos de duração da chuva. Para o parâmetro beta, os coeficientes de variação são menores, todos da ordem de 13%. Os altos valores para os coeficientes de variação de alfa são justificados pelos elevados desvios padrões da população dos dados.

Na Tabela 4 mostra-se, para o mês de janeiro em 25 localidades, as diferenças relativas percentuais entre as chuvas intensas de 5, 15, 30 e 60 minutos, estimadas com os parâmetros, alfa e beta para um período de retorno de 10 anos, com as chuvas máximas nos mesmos intervalos de tempo, obtidas por desagregação, a partir dos dados observados de chuva máxima de 1 dia. As estatísticas dessa tabela mostram coeficientes de variação de cerca de 10% para os quatro intervalos de tempo de duração da chuva desagregada, enquanto que, para as precipitações estimadas com os parâmetros alfa e beta, os coeficientes de variação são praticamente o dobro nos respectivos intervalos de duração da chuva. As diferenças relativas entre as precipitações estimadas pelos parâmetros alfa e beta, com as chuvas estimadas por desagregação foram calculadas pela equação (6).

O gráfico da Figura 1 é apresentado para facilitar a observação. Verifica-se que, em 16 localidades as diferenças percentuais são negativas, sendo que em 6 localidades foram menores que 5%. De modo geral, em 64 % das localidades as diferenças absolutas são menores que 10.

TABELA 3 – Valores de alfa e beta em mm h⁻¹ no mês de janeiro de 165 localidades no Estado de São Paulo, para chuvas de intensidade máxima em sete intervalos de tempo de duração. As latitudes e as longitudes estão em minutos e a altitude em metros.

Município	Lat(S)	Long(W)	Alt.(m)	ALFA							BETA						
				1 hora	30 min	25 min	20 min	15 min	10 min	5 min	1 hora	30 min	25 min	20 min	15 min	10 min	5 min
Aguai	1323	2819	640	5,97	4,42	4,02	3,58	3,09	2,38	1,50	28,63	21,19	19,28	17,16	14,83	11,44	7,20
Águas da Prata	1317	2802	945	6,49	4,80	4,37	3,89	3,36	2,59	1,63	28,10	20,79	18,92	16,84	14,55	11,23	7,07
Altinópolis	1250	2838	920	11,79	8,72	7,94	7,07	6,11	4,71	2,97	35,75	26,45	24,07	21,43	18,52	14,29	8,99
Alto Alegre	1295	3010	655	8,96	6,63	6,03	5,37	4,64	3,58	2,25	30,48	22,55	20,52	18,27	15,79	12,18	7,67
Americana	1362	2837	528	7,77	5,75	5,23	4,66	4,02	3,10	1,95	30,28	22,40	20,39	18,15	15,68	12,10	7,62
Américo Campos	1218	2986	800	9,61	7,11	6,47	5,76	4,98	3,84	2,42	37,00	27,38	24,92	22,18	19,17	14,78	9,31
Amparo 1	1357	2811	658	6,83	5,06	4,60	4,10	3,54	2,73	1,72	29,25	21,65	19,70	17,53	15,15	11,69	7,36
Anhembi	1367	2888	469	7,95	5,88	5,35	4,76	4,12	3,17	2,00	28,03	20,74	18,88	16,80	14,52	11,20	7,05
Aparecida	1369	2714	554	7,40	5,48	4,98	4,43	3,83	2,96	1,86	26,27	19,44	17,69	15,75	13,61	10,50	6,61
Apiá 1	1466	2930	1.050	8,88	6,57	5,98	5,32	4,60	3,55	2,23	25,75	19,05	17,34	15,43	13,34	10,29	6,48
Apiá 2	1479	2930	*	7,90	5,85	5,32	4,74	4,09	3,16	1,99	24,09	17,82	16,22	14,44	12,48	9,62	6,06
Araçatuba	1272	3027	379	8,56	6,34	5,77	5,13	4,43	3,42	2,15	31,04	22,97	20,90	18,60	16,08	12,40	7,81
Artemis	1361	2860	517	6,87	5,08	4,63	4,12	3,56	2,75	1,73	26,91	19,91	18,12	16,13	13,94	10,75	6,77
Bady-Bassitt	1255	2967	*	7,40	5,48	4,98	4,44	3,83	2,96	1,86	30,48	22,55	20,52	18,27	15,79	12,18	7,67
Barra do Turvo	1498	2902	1.055	13,47	9,97	9,07	8,07	6,98	5,38	3,39	39,82	29,47	26,81	23,87	20,63	15,91	10,02
Barretos 1	1234	2914	552	7,70	5,69	5,18	4,61	3,99	3,08	1,94	30,29	22,42	20,40	18,16	15,69	12,10	7,62
Barretos 2	1249	2927	552	8,09	5,99	5,45	4,85	4,19	3,23	2,04	30,29	22,41	20,39	18,15	15,69	12,10	7,62
Batatais	1315	3044	880	10,04	7,43	6,76	6,02	5,20	4,01	2,53	32,78	24,26	22,08	19,65	16,98	13,10	8,25
Bebedouro 1	1260	2913	570	10,62	7,86	7,15	6,37	5,50	4,24	2,67	36,60	27,09	24,65	21,94	18,96	14,63	9,21
Birigui	1280	3022	390	6,94	5,14	4,67	4,16	3,60	2,77	1,75	28,39	21,01	19,12	17,02	14,71	11,35	7,14
Botucatu 1	1372	2919	777	7,15	5,29	4,82	4,29	3,70	2,86	1,80	29,87	22,10	20,11	17,90	15,47	11,94	7,51
Botucatu 2	1369	2906	777	10,78	7,98	7,26	6,46	5,59	4,31	2,71	34,79	25,74	23,43	20,85	18,02	13,90	8,75
Bragança Paulista	1374	2785	850	7,15	5,29	4,81	4,28	3,70	2,86	1,80	27,82	20,59	18,73	16,68	14,41	11,12	7,00
Brotas	1334	2879	661	9,21	6,82	6,20	5,52	4,77	3,68	2,32	27,60	20,43	18,59	16,55	14,30	11,03	6,94

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

	ALFA										BETA						
Buritizal	1211	2863	850	9,39	6,95	6,32	5,63	4,86	3,75	2,36	32,22	23,84	21,70	19,31	16,69	12,88	8,11
Caconde	1292	2798	835	15,39	11,39	10,36	9,22	7,97	6,15	3,87	37,25	27,57	25,09	22,33	19,30	14,89	9,37
Cajobi 1	1251	2928	550	8,98	6,65	6,05	5,38	4,65	3,59	2,26	32,51	24,06	21,89	19,49	16,84	12,99	8,18
Cajobi 2	1251	2931	550	7,99	5,92	5,38	4,79	4,14	3,19	2,01	32,80	24,27	22,08	19,66	16,99	13,10	8,25
Campinas	1376	2814	693	7,64	5,65	5,14	4,58	3,96	3,05	1,92	30,91	22,88	20,82	18,53	16,01	12,35	7,78
Campos Jordão 1	1363	2734	1.700	7,82	5,79	5,27	4,69	4,05	3,13	1,97	28,73	21,26	19,35	17,22	14,88	11,48	7,23
Campos Jordão 2	1363	2732	1.700	11,18	8,27	7,53	6,70	5,79	4,47	2,81	36,45	26,97	24,54	21,85	18,88	14,56	9,17
Cândido Mota	1373	3020	472	6,67	4,94	4,49	4,00	3,46	2,67	1,68	26,69	19,75	17,97	16,00	13,82	10,66	6,71
Capivari	1373	2847	509	8,80	6,51	5,93	5,28	4,56	3,52	2,21	27,66	20,47	18,62	16,58	14,33	11,05	6,96
Castilho	1252	3089	369	8,53	6,31	5,75	5,12	4,42	3,41	2,15	32,32	23,92	21,77	19,37	16,74	12,92	8,13
Catanduva	1259	2935	528	9,37	6,93	6,31	5,61	4,85	3,74	2,36	30,96	22,91	20,85	18,55	16,03	12,37	7,79
Cerquilha	1389	2868	573	8,84	6,54	5,96	5,30	4,58	3,53	2,23	29,46	21,80	19,84	17,66	15,26	11,77	7,41
Cesário Lange	1349	2877	535	6,27	4,64	4,22	3,76	3,25	2,51	1,58	23,93	17,71	16,11	14,34	12,39	9,56	6,02
Colina	1244	2913	589	10,78	7,98	7,26	6,46	5,58	4,31	2,71	33,25	24,61	22,39	19,93	17,23	13,29	8,37
Corumbataí	1333	2857	572	8,59	6,35	5,78	5,15	4,45	3,43	2,16	30,83	22,81	20,76	18,48	15,97	12,32	7,76
Cosmorama	1229	2987	545	10,16	7,52	6,84	6,09	5,26	4,06	2,56	34,26	25,35	23,07	20,53	17,74	13,69	8,62
Cruzeiro	1325	2699	514	12,82	9,49	8,63	7,68	6,64	5,12	3,23	40,23	29,77	27,09	24,11	20,84	16,07	10,12
Cruzeiro	1305	2701	514	8,05	5,96	5,42	4,82	4,17	3,22	2,02	30,72	22,73	20,68	18,41	15,91	12,27	7,73
Dourado	1326	2898	696	9,90	7,32	6,67	5,93	5,13	3,96	2,49	32,88	24,33	22,14	19,71	17,03	13,14	8,27
Duartina	1345	2965	509	8,25	6,10	5,56	4,94	4,27	3,30	2,08	29,63	21,93	19,95	17,76	15,35	11,84	7,45
Echaporã	1345	3034	714	6,99	5,17	4,71	4,19	3,62	2,79	1,76	29,97	22,18	20,18	17,96	15,52	11,97	7,54
Eldorado 1	1483	2900	29	10,63	7,87	7,16	6,37	5,51	4,25	2,67	31,47	23,28	21,19	18,86	16,30	12,57	7,92
Eldorado 2	1478	2898	29	8,68	6,42	5,85	5,20	4,50	3,47	2,18	31,69	23,45	21,34	19,00	16,42	12,66	7,97
Eldorado 3	1476	2893	29	9,00	6,66	6,06	5,40	4,66	3,60	2,26	31,73	23,48	21,36	19,02	16,43	12,68	7,98
Eldorado 4	1476	2898	29	7,90	5,85	5,32	4,74	4,09	3,16	1,99	28,24	20,90	19,01	16,93	14,63	11,28	7,10
Esp. Sto Pinhal	1336	2807	*	4,46	3,30	3,00	2,67	2,31	1,78	1,12	25,00	18,50	16,84	14,99	12,95	9,99	6,29
Extremadura	1308	3037	*	10,44	7,73	7,03	6,26	5,41	4,17	2,63	30,26	22,39	20,37	18,14	15,67	12,09	7,61

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

	ALFA									BETA								
Gália 1	1339	2972	522	10,52	7,79	7,09	6,31	5,45	4,21	2,65	33,74	24,97	22,72	20,22	17,48	13,48	8,49	
Gália 2	1345	2980	522	10,17	7,52	6,85	6,09	5,27	4,06	2,56	30,46	22,54	20,51	18,26	15,78	12,17	7,66	
Gália 3	1342	2971	522	7,23	5,35	4,87	4,33	3,74	2,89	1,82	28,56	21,13	19,23	17,12	14,79	11,41	7,19	
Garça	1332	2979	480	10,19	7,54	6,86	6,11	5,28	4,07	2,56	34,21	25,32	23,04	20,51	17,72	13,67	8,61	
Getulina	1265	3007	575	7,44	5,50	5,01	4,46	3,85	2,97	1,87	26,77	19,81	18,03	16,05	13,87	10,70	6,74	
Guafra	1212	2910	490	6,61	4,89	4,45	3,96	3,42	2,64	1,66	26,92	19,92	18,13	16,14	13,94	10,76	6,77	
Guapiara	1451	2910	750	11,39	8,43	7,67	6,82	5,90	4,55	2,86	28,68	21,22	19,31	17,19	14,85	11,46	7,21	
Guaratinguetá 1	1374	3014	544	7,86	5,82	5,29	4,71	4,07	3,14	1,98	25,09	18,57	16,90	15,04	13,00	10,03	6,31	
Guaratinguetá 2	1362	2717	544	6,93	5,13	4,67	4,16	3,59	2,77	1,74	28,07	20,77	18,90	16,83	14,54	11,22	7,06	
Guaratinguetá 3	1363	2715	544	6,95	5,15	4,68	4,17	3,60	2,78	1,75	26,50	19,61	17,85	15,88	13,73	10,59	6,67	
Guaratinguetá 4	1370	2710	544	6,53	4,83	4,40	3,91	3,38	2,61	1,64	27,05	20,02	18,22	16,21	14,01	10,81	6,81	
Guaratinguetá 5	1367	2721	544	7,31	5,41	4,92	4,38	3,79	2,92	1,84	31,00	22,94	20,87	18,58	16,06	12,39	7,80	
Ibirarema	1369	3004	471	9,41	6,97	6,34	5,64	4,88	3,76	2,37	31,47	23,29	21,19	18,86	16,30	12,58	7,92	
Ibitu	1237	2926	520	8,70	6,44	5,86	5,22	4,51	3,48	2,19	33,71	24,95	22,70	20,21	17,46	13,47	8,48	
Ibituva	1259	2900	*	8,39	6,21	5,65	5,03	4,35	3,35	2,11	32,74	24,23	22,05	19,62	16,96	13,08	8,24	
Iepe 1	1360	3065	480	10,02	7,41	6,75	6,00	5,19	4,00	2,52	32,06	23,72	21,59	19,22	16,61	12,81	8,07	
Iepe 2	1363	3068	480	8,90	6,59	6,00	5,34	4,61	3,56	2,24	28,00	20,72	18,86	16,79	14,51	11,19	7,05	
Igarapava 1	1338	2847	577	8,08	5,98	5,44	4,84	4,18	3,23	2,03	26,98	19,96	18,17	16,17	13,97	10,78	6,79	
Igarapava 2	1202	2865	577	12,21	9,03	8,22	7,32	6,32	4,88	3,07	40,48	29,95	27,26	24,26	20,97	16,17	10,18	
Igarapava 3	1200	2869	577	10,35	7,66	6,97	6,21	5,36	4,14	2,61	34,10	25,23	22,96	20,44	17,66	13,63	8,58	
Indiana	1331	3075	461	8,04	5,95	5,41	4,82	4,16	3,21	2,02	30,33	22,44	20,42	18,18	15,71	12,12	7,63	
Itapeva 1	1441	2923	726	11,42	8,45	7,69	6,84	5,91	4,56	2,87	28,63	21,19	19,28	17,16	14,83	11,44	7,20	
Itapeva 2	1448	2938	726	10,66	7,89	7,18	6,39	5,52	4,26	2,68	29,37	21,74	19,78	17,61	15,22	11,74	7,39	
Itapira	1347	2809	626	10,21	7,56	6,88	6,12	5,29	4,08	2,57	31,12	23,03	20,95	18,65	16,12	12,43	7,83	
Itapui	1339	2923	*	7,95	5,88	5,35	4,76	4,12	3,18	2,00	28,06	20,76	18,90	16,82	14,54	11,21	7,06	
Itirapina	1330	2874	762	7,09	5,25	4,78	4,25	3,67	2,83	1,78	27,90	20,65	18,79	16,73	14,45	11,15	7,02	
Jaborandi	1241	2905	*	7,16	5,30	4,82	4,29	3,71	2,86	1,80	29,22	21,62	19,68	17,51	15,14	11,68	7,35	

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

	ALFA										BETA						
Jacupiranga 1	1487	2890	*	23,81	17,62	16,03	14,27	12,33	9,51	5,99	44,16	32,68	29,74	26,47	22,87	17,65	11,11
Jacupiranga 2	1483	2887	*	10,04	7,43	6,76	6,02	5,20	4,01	2,53	32,62	24,14	21,97	19,55	16,90	13,04	8,21
Jaguariuna 1	1360	2818	570	7,76	5,75	5,23	4,65	4,02	3,10	1,95	30,56	22,61	20,58	18,32	15,83	12,21	7,69
Jaguariuna 2	1358	2824	*	8,01	5,93	5,40	4,80	4,15	3,20	2,02	28,47	21,07	19,17	17,06	14,75	11,38	7,16
Jales	1216	3033	*	9,74	7,20	6,56	5,84	5,04	3,89	2,45	31,65	23,42	21,32	18,97	16,40	12,65	7,96
João Ramalho	1376	2776	*	8,23	6,09	5,55	4,94	4,27	3,29	2,07	25,34	18,75	17,07	15,19	13,13	10,13	6,38
Laranjal Paulista 1	1373	2874	527	9,53	7,05	6,42	5,71	4,94	3,81	2,40	32,49	24,04	21,88	19,47	16,83	12,98	8,17
Laranjal Paulista 2	1382	2871	527	10,13	7,49	6,82	6,07	5,25	4,05	2,55	34,77	25,73	23,41	20,84	18,01	13,89	8,75
Lavínia	1260	3055	464	9,14	6,76	6,16	5,48	4,74	3,65	2,30	33,07	24,47	22,27	19,82	17,13	13,21	8,32
Lençóis Paulista	1364	2914	540	7,12	5,27	4,79	4,27	3,69	2,84	1,79	28,84	21,34	19,42	17,28	14,94	11,52	7,26
Lindóia	1352	2799	*	19,42	14,37	13,08	11,64	10,06	7,76	4,89	40,64	30,07	27,36	24,36	21,05	16,24	10,22
Lorena	1364	2705	524	7,68	5,69	5,17	4,61	3,98	3,07	1,93	25,94	19,19	17,47	15,55	13,44	10,37	6,53
Luisiana	1302	3018	*	7,47	5,53	5,03	4,48	3,87	2,99	1,88	28,98	21,44	19,51	17,37	15,01	11,58	7,29
Macedônia	1209	3012	*	11,42	8,45	7,69	6,85	5,92	4,56	2,87	34,05	25,19	22,93	20,41	17,64	13,60	8,57
Miguelópolis	1202	3044	635	8,66	6,41	5,83	5,19	4,49	3,46	2,18	32,49	24,04	21,88	19,47	16,83	12,98	8,17
Mirandópolis	1255	3061	423	7,57	5,60	5,10	4,54	3,92	3,02	1,90	28,23	20,89	19,01	16,92	14,62	11,28	7,10
Paranapanema	1338	3115	560	6,56	4,85	4,42	3,93	3,40	2,62	1,65	25,48	18,86	17,16	15,27	13,20	10,18	6,41
Mirassol	1249	2970	573	11,06	8,18	7,44	6,63	5,73	4,42	2,78	32,69	24,19	22,01	19,59	16,93	13,06	8,22
Mococa	1286	2811	640	8,92	6,60	6,01	5,35	4,62	3,56	2,24	30,68	22,70	20,66	18,39	15,89	12,26	7,72
Mogi Mirim 1	1346	2818	611	8,95	6,62	6,03	5,36	4,64	3,58	2,25	29,84	22,08	20,09	17,88	15,45	11,92	7,51
Mogi Mirim 2	1351	2817	611	6,75	4,99	4,54	4,04	3,49	2,70	1,70	28,05	20,76	18,89	16,81	14,53	11,21	7,06
Monteiro Lobato 1	1377	2750	620	7,82	5,79	5,27	4,69	4,05	3,12	1,97	28,96	21,43	19,50	17,36	15,00	11,57	7,29
Monteiro Lobato 2	1372	2747	620	7,86	5,82	5,29	4,71	4,07	3,14	1,98	30,83	22,81	20,76	18,48	15,97	12,32	7,76
Morro Agudo	1244	2884	540	7,86	5,82	5,29	4,71	4,07	3,14	1,98	30,11	22,28	20,28	18,05	15,60	12,03	7,58
Morungaba	1373	2808	715	13,89	10,28	9,36	8,33	7,20	5,55	3,50	38,17	28,25	25,71	22,88	19,77	15,25	9,60
Narandiba	1345	3091	*	8,46	6,26	5,69	5,07	4,38	3,38	2,13	26,66	19,73	17,95	15,98	13,81	10,65	6,71
Nuporanga	1239	2861	850	8,34	6,17	5,61	5,00	4,32	3,33	2,10	30,71	22,72	20,68	18,41	15,91	12,27	7,73

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

	ALFA										BETA							
Olímpia 1	1244	2934	*	13,03	9,64	8,78	7,81	6,75	5,21	3,28	39,98	29,59	26,93	23,97	20,71	15,98	10,06	
Olímpia 2	1243	2936	*	12,70	9,40	8,55	7,61	6,58	5,07	3,20	38,48	28,47	25,91	23,06	19,93	15,38	9,68	
Onda Verde	1239	2960	*	10,44	7,72	7,03	6,26	5,41	4,17	2,63	35,92	26,58	24,19	21,53	18,60	14,35	9,04	
Oriente	1329	3005	*	9,24	6,84	6,22	5,54	4,79	3,69	2,32	32,05	23,72	21,58	19,21	16,60	12,81	8,06	
Orlândia	1244	2873	660	7,31	5,41	4,92	4,38	3,79	2,92	1,84	31,91	23,61	21,49	19,13	16,53	12,75	8,03	
Ourinhos	1379	2990	560	7,55	5,59	5,08	4,52	3,91	3,02	1,90	28,29	20,93	19,05	16,95	14,65	11,30	7,12	
Paraguaçu Paulista	1345	3034	560	8,28	6,13	5,58	4,96	4,29	3,31	2,08	27,76	20,54	18,69	16,64	14,38	11,09	6,98	
Parapuã	1307	3047	476	8,96	6,63	6,03	5,37	4,64	3,58	2,25	29,63	21,93	19,95	17,76	15,35	11,84	7,45	
Pedregulho	1215	2849	1.032	11,08	8,20	7,46	6,64	5,74	4,43	2,79	33,93	25,11	22,85	20,34	17,58	13,56	8,54	
Penápolis	1286	3024	390	8,02	5,94	5,40	4,81	4,16	3,21	2,02	30,36	22,47	20,45	18,20	15,73	12,13	7,64	
Pindamonhangaba 1	1366	2731	*	18,36	13,59	12,37	11,01	9,51	7,34	4,62	42,68	31,58	28,74	25,58	22,11	17,05	10,74	
Pindamonhangaba 2	1376	2726	*	7,02	5,19	4,73	4,21	3,64	2,80	1,77	26,69	19,75	17,97	16,00	13,82	10,66	6,71	
Pindamonhangaba 3	1378	2725	*	7,60	5,62	5,12	4,56	3,94	3,04	1,91	26,33	19,48	17,73	15,78	13,64	10,52	6,62	
Pinhalzinho	1367	2796	915	8,10	5,99	5,45	4,86	4,20	3,24	2,04	33,21	24,57	22,36	19,90	17,20	13,27	8,35	
Pirapozinho	1337	3090	460	10,17	7,53	6,85	6,10	5,27	4,06	2,56	28,83	21,33	19,41	17,28	14,93	11,52	7,25	
P. Prudente	1326	3083	472	10,82	8,01	7,29	6,49	5,61	4,32	2,72	31,29	23,15	21,07	18,75	16,21	12,50	7,87	
Quintana	1324	3018	472	9,05	6,70	6,10	5,43	4,69	3,62	2,28	32,31	23,91	21,76	19,37	16,74	12,91	8,13	
Rancharia	1333	3013	515	10,64	7,87	7,16	6,38	5,51	4,25	2,68	33,13	24,52	22,31	19,86	17,16	13,24	8,34	
Ribeira 1	1479	2941	150	5,69	4,21	3,83	3,41	2,95	2,27	1,43	21,36	15,80	14,38	12,80	11,06	8,53	5,37	
Ribeira 2	1474	2937	150	9,01	6,67	6,07	5,40	4,67	3,60	2,27	24,50	18,13	16,50	14,68	12,69	9,79	6,16	
Ribeirão Bonito	1325	2891	585	7,12	5,27	4,79	4,27	3,69	2,84	1,79	30,72	22,73	20,69	18,41	15,91	12,28	7,73	
Rio Claro	1345	2852	612	7,50	5,55	5,05	4,50	3,89	3,00	1,89	26,40	19,54	17,78	15,83	13,68	10,55	6,64	
Rio das Pedras	1372	2857	613	6,88	5,09	4,63	4,13	3,57	2,75	1,73	24,24	17,94	16,33	14,53	12,56	9,69	6,10	
Riolândia	1198	2981	400	9,17	6,79	6,18	5,50	4,75	3,66	2,31	31,96	23,65	21,52	19,15	16,55	12,77	8,04	
Roseira	1376	2719	544	11,45	8,47	7,71	6,86	5,93	4,58	2,88	34,14	25,26	22,99	20,46	17,68	13,64	8,59	
S. João da Boa Vista	1317	2808	730	6,41	4,75	4,32	3,85	3,32	2,56	1,61	27,23	20,15	18,34	16,32	14,11	10,88	6,85	
S. Joaquim da Barra	1231	2878	615	7,95	5,89	5,36	4,77	4,12	3,18	2,00	35,66	26,39	24,02	21,38	18,47	14,25	8,97	

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

	ALFA										BETA						
S. José do Barreira	1359	2675	510	8,90	6,58	5,99	5,33	4,61	3,55	2,24	34,31	25,39	23,11	20,57	17,77	13,71	8,63
S. Sebastião da Gama	1302	2809	1.000	14,11	10,44	9,50	8,46	7,31	5,64	3,55	37,16	27,50	25,02	22,27	19,25	14,85	9,35
S. José Bela Vista	1236	2858	730	11,52	8,53	7,76	6,91	5,97	4,61	2,90	33,01	24,43	22,23	19,79	17,10	13,19	8,31
S. José Rio Preto 1	1220	2952	*	9,91	7,33	6,67	5,94	5,13	3,96	2,49	32,92	24,36	22,17	19,74	17,05	13,16	8,28
S. José Rio Preto 2	1292	2808	730	16,07	11,89	10,82	9,63	8,33	6,42	4,04	35,08	25,96	23,62	21,03	18,17	14,02	8,83
Sales Oliveira	1248	2866	443	11,49	8,50	7,73	6,88	5,95	4,59	2,89	33,29	24,64	22,42	19,96	17,25	13,30	8,38
Santa Fé do Sul	1297	3055	545	10,37	7,67	6,98	6,21	5,37	4,14	2,61	30,82	22,81	20,76	18,48	15,97	12,32	7,76
Santa Gertrudes	1349	2851	570	7,15	5,29	4,82	4,29	3,70	2,86	1,80	29,90	22,12	20,13	17,92	15,49	11,95	7,52
São Carlos	1324	2884	850	7,37	5,46	4,97	4,42	3,82	2,95	1,86	30,22	22,36	20,35	18,11	15,65	12,08	7,60
São Pedro	1352	2875	582	9,66	7,15	6,51	5,79	5,01	3,86	2,43	31,55	23,35	21,25	18,91	16,34	12,61	7,94
Serra Negra	1356	2802	927	7,02	5,20	4,73	4,21	3,64	2,81	1,77	32,08	23,74	21,60	19,23	16,62	12,82	8,07
Sorocaba	1410	2846	557	12,18	9,01	8,20	7,30	6,31	4,87	3,06	33,06	24,46	22,26	19,81	17,12	13,21	8,32
Sta Bárbara Oeste 1	1369	2848	540	6,58	4,87	4,43	3,94	3,41	2,63	1,66	24,71	18,29	16,64	14,81	12,80	9,87	6,22
Sta Bárbara Oeste 2	1370	2846	540	7,55	5,59	5,08	4,52	3,91	3,02	1,90	26,42	19,55	17,79	15,83	13,68	10,56	6,65
Sta Bárbara Oeste 3	1365	2847	540	8,92	6,60	6,00	5,34	4,62	3,56	2,24	33,12	24,51	22,30	19,85	17,16	13,24	8,33
Sta Cruz Rio Pardo	1374	2977	477	6,94	5,13	4,67	4,16	3,59	2,77	1,75	26,98	19,97	18,17	16,17	13,98	10,78	6,79
Sta Fé do Sul	1213	3055	380	7,20	5,33	4,85	4,32	3,73	2,88	1,81	30,42	22,51	20,49	18,24	15,76	12,16	7,65
Sto Antonio Pinhal 1	1369	2744	1.100	6,85	5,07	4,61	4,10	3,55	2,74	1,72	27,80	20,57	18,72	16,66	14,40	11,11	6,99
Sto Antonio Pinhal 2	1366	2742	1.100	12,19	9,02	8,21	7,31	6,31	4,87	3,07	35,07	25,95	23,62	21,02	18,17	14,01	8,82
Tabapua 1	1259	2941	528	6,87	5,08	4,62	4,12	3,56	2,74	1,73	30,88	22,85	20,80	18,51	16,00	12,34	7,77
Taciba	1343	3077	7	6,83	5,06	4,60	4,09	3,54	2,73	1,72	23,14	17,12	15,58	13,87	11,98	9,24	5,82
Tanabi 1	1237	2979	530	7,27	5,38	4,90	4,36	3,77	2,91	1,83	29,49	21,83	19,86	17,68	15,28	11,79	7,42
Tanabi 2	1229	2974	530	6,99	5,17	4,71	4,19	3,62	2,79	1,76	29,64	21,93	19,96	17,77	15,35	11,84	7,46
Tapiratiba 1	1288	2805	820	15,51	11,48	10,45	9,30	8,04	6,20	3,90	36,14	26,75	24,34	21,66	18,72	14,44	9,09
Tapiratiba 2	1270	3014	820	10,66	7,89	7,18	6,39	5,52	4,26	2,68	31,26	23,13	21,05	18,74	16,19	12,49	7,87
Teodoro Sampaio	1348	3162	342	8,13	6,02	5,47	4,87	4,21	3,25	2,05	27,23	20,15	18,34	16,32	14,11	10,88	6,85
Tupã 1	1316	3031	511	11,88	8,79	8,00	7,12	6,15	4,75	2,99	35,07	25,95	23,62	21,02	18,17	14,01	8,82

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

		ALFA								BETA							
Tupã 2	1304	3043	511	8,27	6,12	5,57	4,96	4,28	3,31	2,08	30,53	22,60	20,56	18,30	15,82	12,20	7,68
Tupã 3	1318	3027	511	12,76	9,44	8,59	7,65	6,61	5,10	3,21	34,95	25,86	23,54	20,95	18,10	13,97	8,79
Valentin Gentil	1226	3004	550	5,12	3,79	3,44	3,07	2,65	2,04	1,29	27,52	20,37	18,53	16,50	14,26	11,00	6,92
Valparaíso	1275	3052	440	8,75	6,48	5,89	5,25	4,53	3,50	2,20	32,67	24,17	22,00	19,58	16,92	13,05	8,22
Vargem Grande Sul	1310	2814	720	7,71	5,70	5,19	4,62	3,99	3,08	1,94	27,18	20,11	18,30	16,29	14,08	10,86	6,84
Viradouro	1249	2909	530	7,53	5,57	5,07	4,51	3,90	3,01	1,89	30,10	22,28	20,27	18,04	15,59	12,03	7,57
Desvio Padrão				2,57	1,90	1,73	1,54	1,33	1,03	0,65	3,88	2,87	2,61	2,32	2,01	1,55	0,98
Média				9,11	6,74	6,13	5,46	4,72	3,64	2,29	30,85	22,83	20,78	18,49	15,98	12,33	7,76
Coef. de Variação				0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

• Sem informação

Em todas as localidades, os pontos das curvas do gráfico se ajustam bem. Em 64% as diferenças são negativas, indicando que nessas localidades as estimativas de precipitação máximas, calculadas pelos parâmetros alfa e beta foram menores que as estimativas de precipitação obtidas por desagregação. As maiores diferenças positivas ocorreram em Pindamonhangaba, Santo Antonio do Pinhal e São Sebastião da Gama e a localidade onde as diferenças foram menores foi Pedregulho. Não foram identificados fatores relacionados às coordenadas geográficas e as altitudes das 25 localidades, que justificassem o comportamento da distribuição espacial das precipitações estudadas. Pinto et al. (1996), desenvolvendo equações para chuvas intensas em Minas Gerais para 29 localidades, relataram o mesmo comportamento para as chuvas intensas.

No gráfico da Figura 2, vê-se que as diferenças entre as chuvas estimadas com os parâmetros alfa e beta e as estimativas obtidas por desagregação, aumentaram com o tempo de duração da chuva. No gráfico são perceptíveis as acentuadas diferenças entre as chuvas estimadas para Pindamonhangaba, comparadas com as demais localidades.

Assim, para cada intervalo de duração de precipitação de intensidade máxima que se deseja obter, os parâmetros alfa e beta neste estudo podem ser aplicados para obter estimativas, no mês de interesse e no período de retorno desejado.

Por exemplo, para um período de retorno de 10 anos, em Sorocaba no mês de janeiro, a equação para precipitação de intensidade máxima com duração de 30 minutos, fica, com base na forma geral $I_t = \beta + 2,250 \alpha$, descrita por:

$$I_{30} = 130 + 24,46 + (2,250)9,01 \quad (7)$$

Em que:

I_{30} = chuva máxima esperada

$\beta = 24,46$, $\alpha = 9,01$ (Tabela 3) e

2,250 é a variável reduzida para T = 10 anos (Tabela 1)

As equações 8, 9 e 10, ilustram exemplos para outros intervalos de tempo de duração da chuva em outros períodos de retorno para Sorocaba.

$$t = 15 \text{ min. e } T = 5 \text{ anos} \Rightarrow I = 17,12 + (1,500)6,31 \quad (8)$$

$$t = 10 \text{ min. e } T = 20 \text{ anos} \Rightarrow I = 13,21 + (2,970)4,87 \quad (9)$$

$$t = 5 \text{ min. e } T = 15 \text{ anos} \Rightarrow I = 3,06 + (2,674)8,32 \quad (10)$$

* Os valores da variável reduzida, correspondentes ao período de retorno foram extraídos da Tabela 1.

TABELA 4 – Diferenças percentuais das precipitações máximas em janeiro (T =10 anos), para intervalos de 5, 15, 30 e 60 minutos, valores estimados e observados.

Ordem	Município	Alt. (m)	Chuva 5 min. (mm h ⁻¹)			Chuva 15min. (mm h ⁻¹)			Chuva 30 min. (mm h ⁻¹)			Chuva 60 min. (mm h ⁻¹)		
			Est.	Obs.	Dif %	Est.	Obs	Dif %	Est.	Obs.	Dif.%	Est.	Obs.	Dif.%
1	Americana	528	12,0	14,0	-14,1	24,7	28,9	-14,5	35,3	41,2	-14,2	47,8	55,7	-14,2
2	Araçatuba	379	12,6	14,1	-10,3	26,0	29,1	-10,4	37,2	41,6	-10,5	50,3	56,2	-10,5
3	Duartina	509	12,1	13,5	-10,1	25,0	27,7	-9,7	35,7	39,6	-10,0	48,2	53,5	-9,9
4	Eldorado	29	11,6	12,8	-9,6	23,8	26,4	-9,7	34,1	37,7	-9,6	46,0	51,0	-9,8
5	Guaíra	490	10,5	12,6	-16,6	21,6	25,9	-16,6	30,9	37,0	-16,4	41,8	50,0	-16,4
6	Igarapava	577	11,4	12,0	-5,4	23,4	24,8	-5,6	33,4	35,4	-5,6	45,2	47,8	-5,4
7	Jales	*	13,5	13,1	2,8	27,7	27,0	2,6	39,6	38,6	2,6	53,6	52,2	2,7
8	Laranjal Paulista	527	13,6	14,6	-7,1	31,2	30,0	-6,8	39,9	42,8	-6,8	53,9	57,9	-6,8
9	Mirandópolis	423	11,4	13,0	-12,5	23,4	26,7	-12,1	33,5	38,1	-12,1	45,3	51,5	-12,0
10	Mirassol	573	14,5	14,1	2,7	29,8	29,0	3,0	42,6	41,4	2,9	57,6	55,9	3,0
11	Morro agudo	540	12,0	13,9	-13,4	24,8	28,6	-13,4	35,4	40,8	-13,3	47,8	55,2	-13,0
12	Oriente	*	13,3	14,4	-7,8	27,4	29,7	-7,9	39,1	42,4	-7,8	52,8	57,4	-8,0
13	Pedregulho	1032	14,8	14,6	1,5	30,5	30,1	1,4	43,6	42,9	1,5	58,9	58,0	1,4
14	Penápolis	390	12,2	14,0	-13,0	25,1	28,8	-12,8	35,8	41,1	-12,8	48,4	55,5	-12,7
15	Pindamonhangaba 1		21,1	16,8	25,8	43,5	34,5	26,0	62,2	49,4	25,8	84,0	66,7	25,9
16	Pres. Prudente	472	14,0	13,4	4,4	28,8	27,5	4,7	41,2	39,3	4,8	55,6	53,1	4,7
17	Ribeira 1	150	8,6	10,3	-16,6	17,7	21,1	-16,1	25,3	30,2	-16,3	34,2	40,8	-16,1
18	Riolândia	400	13,2	14,6	-9,3	27,2	30,0	-9,2	38,9	42,9	-9,3	52,6	57,9	-9,2
19	S.José Bela Vista	730	14,8	14,1	5,2	30,5	28,9	5,5	43,6	41,3	5,6	58,9	55,9	5,4
20	S. Sebastião Gama	1000	17,3	15,4	12,6	35,7	31,6	12,9	51,0	45,2	12,8	68,9	61,6	12,9
21	Sta Fé do Sul	380	13,6	14,3	-4,9	28,1	29,5	-4,7	40,1	42,2	-5,0	54,2	57,0	-4,9
22	Sto Antonio do Pinhal	1100	15,7	13,0	21,0	32,4	26,7	21,3	46,2	38,2	21,1	62,5	51,6	21,1
23	Taciba	7	9,7	10,3	-5,9	19,0	21,3	-5,2	28,5	30,4	-6,2	38,5	41,1	-6,3
24	Tupã	511	15,5	15,1	3,0	32,0	31,0	3,1	45,7	44,4	3,0	61,8	59,9	3,2
25	Vargem Grande Sul	720	11,2	12,3	-8,9	23,1	25,3	-8,9	32,9	36,1	-8,8	44,5	48,8	-8,8
	Média		13,2	13,6		27,3	28,0		38,9	40,0		52,5	54,1	
	D.P.		2,6	1,4		5,4	2,9		7,5	4,2		10,0	5,6	
	Coefficiente/Variacão		0,19	0,11		0,20	0,10		0,19	0,11		0,19	0,10	

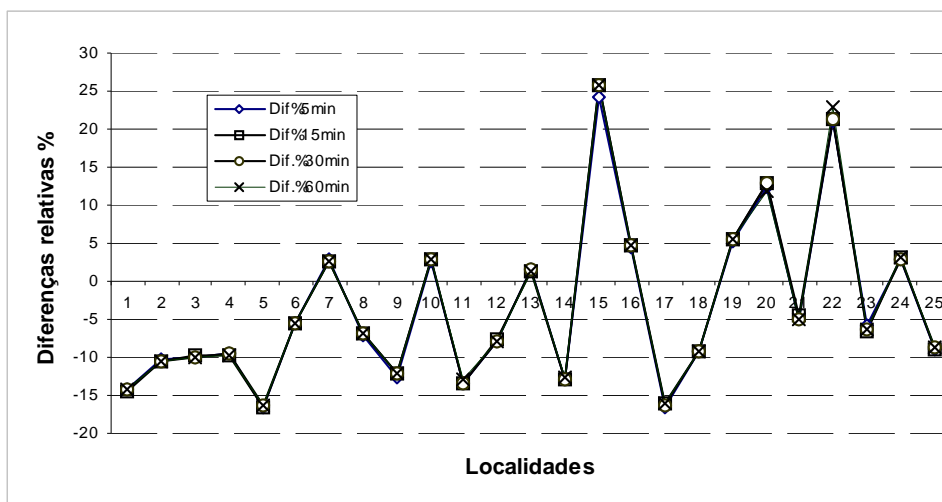


FIGURA 1 – Diferenças percentuais entre as precipitações máximas observadas e estimadas em quatro intervalos de duração.

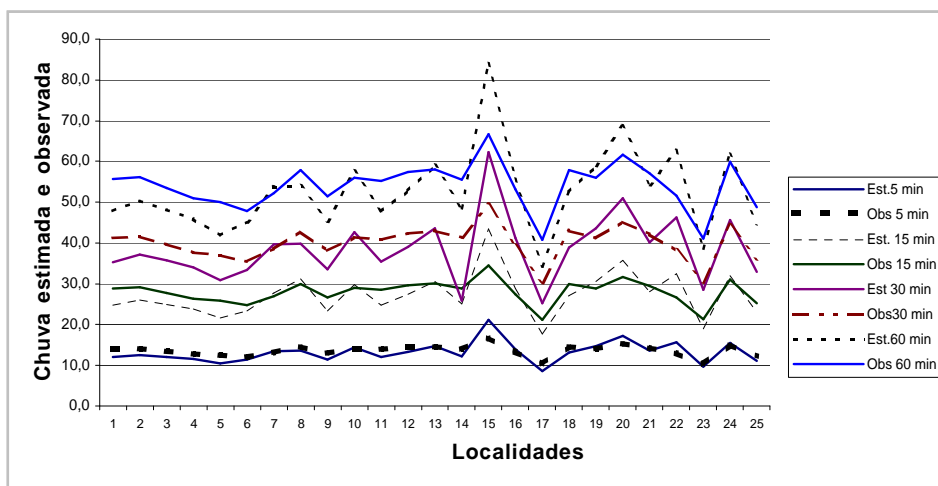


FIGURA 2 – Comportamento das estimativas de chuva em 4 intervalos de tempo de duração da chuva.

CONCLUSÕES

No teste em 25 localidades, o método utilizado para obter os parâmetros alfa e beta, mensais, com base no desvio padrão e na média, mostrou bom desempenho, considerando que as variações entre as diferenças relativas de precipitação máxima de cada localidade em quatro intervalos de duração da chuva, ficaram abaixo de 0,5%. Além disso, sendo mensais os parâmetros estimados, as equações especificam o mês de interesse de aplicação,

disponibilizando as estimativas máximas de precipitação, para tomadas de decisão em planejamento agrícola e em drenagem urbana.

Para fins de uso dos parâmetros alfa e beta, obtidos nesta metodologia no dimensionamento de obras em hidrologia recomenda-se, a inclusão de coeficientes de segurança nos projetos, visto que em 64% das localidades as diferenças relativas das precipitações máximas esperadas foram negativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: UFP, 1996. 161 p.
- BANZATTO, D. A.; BENINCASA, M. **Estimativas de chuvas diárias máximas prováveis com duração de um dia, para o Estado de São Paulo**. Jaboticabal: UNESP, 1986. (Boletim técnico, 6).
- CARDOSO, C. O.; ULLMANN, M. N.; BERTO, I. Análise de chuvas intensas a partir de desagregação das chuvas diárias de Lajes e Campos Novos (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 131-140, 1998.
- FERREIRA, J. C.; DANIEL, L. A.; LOMBARDI NETO, F. **Mapas mensais de precipitação máxima e erosividade para o Estado de São Paulo de interesse à Engenharia**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- GUMBEL, E. J. **Statistics of extremes**. Columbia: Columbia University, 1958. 357 p.
- KITE, G. W. **Frequency and risk analysis in hydrology water resources**. 3. ed. [S.l.: s.n.], 1985. 233 p.
- OCCHIPINTI, A. G.; SANTOS, P. M. **Relações entre as precipitações máximas de "um dia" e de "24 horas" na cidade de São Paulo**. São Paulo: IAG/USP, 1966.
- PFAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas, 1957. 420 p.
- PINTO, F. F.; FERREIRA, P. A.; PRUSKI, F. F.; ALVES, A. R.; CECON, P. R. Equações de chuvas intensas para algumas localidades do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 91-104, 1996.
- PRUSKI, F. F. Metodologia baseada no uso de sistema de informações geográficas para obtenção de equações de chuvas intensas em qualquer localidade do Estado de Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 5, n. 3, p. 254-265, 1997.
- VIEIRA, S. R.; LOMBARDI NETO, F.; BURROWS, I. T. Mapeamento da chuva diária máxima provável para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 1991.