

IX-068 – ESTIMATIVAS DE CHUVAS INTENSAS DE LONGA DURAÇÃO PARA GARUVA-SC

Álvaro José Back⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Professor do Programa de Pós-Graduação da universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGCA/Unesc).

José Luiz Rocha Oliveira⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Alan Henn⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Bruno De Pellegrin Coan⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc). Mestrando em Ciências Ambientais na Unesc.

Juliano Possamai Della⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc). Mestrando em Ciências Ambientais na Unesc.

Endereço⁽¹⁾: Rodovia SC 446, km 16, Bairro da Estação, Urussanga, SC - CEP: 88840-000 - Brasil - Tel: (48) 34651209 - e-mail: ajb@epagri.sc.gov.br

RESUMO

No estado de Santa Catarina frequentemente ocorrem enchentes devido a chuvas de longa duração, que pode chegar a vários dias. Para as chuvas de longa duração existem poucos estudos determinando suas probabilidades de ocorrências ou as frequências de eventos extremos. Este trabalho teve como objetivo determinar as chuvas intensas com duração de um a dez dias de duração e período de retorno de 5 a 100 anos para Garuva, SC. Foram usados os dados diários de precipitação da estação pluviométrica de código 02648027 e coordenadas latitude 26°02'08"S e longitude 48°51'00"W, localizada em Garuva, SC. Foram analisadas as séries de máximas anuais com duração de um a dez dias e ajustados as distribuições de probabilidade de Gumbel para cada série. Com base nas distribuições ajustadas foram estimados as chuvas máximas com período de retorno de 5 a 100 anos e duração de um a dez dias. A aderência das distribuições ajustadas foi avaliada pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 5 %. Também foi avaliado a frequência dos eventos extremos nos diferentes meses do ano. A distribuição de Gumbel se ajusta bem às séries de máximas anuais com durações de um a dez dias para a estação de Garuva. Constatou-se que ocorre maior frequência de eventos extremos no mês de janeiro a março, para todas as durações estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Chuvas Intensas, Hidrologia, Precipitação, Distribuição de Probabilidade.

INTRODUÇÃO

O clima do estado de Santa Catarina, classificado como mesotérmico úmido, é caracterizado pelo excesso hídrico. As chuvas são o elemento climático que apresenta a maior variação, sendo comum a ocorrência de chuvas intensas trazendo transtornos tanto em áreas urbanas como na zona rural. Para contornar esses problemas são construídas obras de engenharia como bueiros, bocas de lobo, canais de macro drenagem, barragens, terraços e outras, com o objetivo de coletar e conduzir a vazão de escoamento superficial causada pelas chuvas intensas. No dimensionamento de tais obras necessita-se conhecer a chuva de projeto, caracterizada por sua intensidade, duração, frequência, e sua variação no tempo e no espaço.

O dimensionamento das obras de drenagem superficial é feito adotando como chuva de projeto as chuvas que ocorrem com frequência média relativamente baixas, variando normalmente entre valores de chuvas que ocorrem com frequência de uma vez a cada 5 anos até valores pouco frequentes como uma vez a cada 100 anos. Para a obtenção dessas chuvas normalmente se utilizam as séries de máximas anuais e ajustam-se distribuições teóricas de probabilidade. Neste sentido existem vários trabalhos indicando as distribuições teóricas apropriadas (KITE, 1978; CLARKE, 1994; BACK, 2001).

Para os projetos de drenagem superficial normalmente são utilizados valores de chuva com duração diária ou inferior. Assim quando existem dados de pluviógrafos podem-se determinar as séries de máximas anuais para precipitação de curta duração, geralmente de 5 minutos a 120 minutos de duração. No entanto, as grandes enchentes que ocorrem em Santa Catarina são devido a chuvas de longa duração, que pode chegar a vários dias. Para estas chuvas existem poucos trabalhos sobre as frequências de eventos extremos.

A região do litoral norte do Estado de Santa Catarina é onde se observa os maiores valores de chuvas anuais, com média anual superior a 2500 mm. Este trabalho tem como objetivo determinar as frequências de chuvas intensas de grande duração, bem como avaliar a distribuição sazonal das chuvas intensas da região de Garuva, SC

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários de precipitação do período de 1977 a 2011, da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), com código 02648027 e coordenadas latitude 26°02'08"S e longitude 48°51'00"W, localizada em Garuva, SC. Foram determinadas as séries de precipitações máximas anuais com duração de um a dez dias. Com os valores da média, desvio padrão e número de dados foram estimados os parâmetros da distribuição de Gumbel-Chow, como:

$$\alpha = \frac{S_n}{S} \quad \text{equação (1)}$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{Y_n}{\alpha} \quad \text{equação (2)}$$

Em que: α é o parâmetro de escala da distribuição de Gumbel;

β é o parâmetro de posição da distribuição Gumbel;

\bar{x} é a média dos valores observados de X;

S é o desvio padrão dos valores observados de X;

Y_n , S_n são, respectivamente, a média e o desvio padrão da variável reduzida Y, tabelados em função do número de valores da série de dados (BACK, 2002).

A chuva máxima com período de retorno de T anos foi estimada por:

$$X_T = \beta + \frac{Y}{\alpha} \quad \text{equação (3)}$$

A variável reduzida Y é estimada por:

$$Y = -\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right\} \quad \text{equação (4)}$$

Para avaliar a aderência das séries de máximas anuais a distribuição de probabilidade ajustada foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov (KITE, 1978), que consiste em determinar os valores de diferença máxima (Dmax) observada entre a frequência (F(x)) empírica e a frequência teórica.

Também foi verificado o mês de ocorrência dos eventos extremos das séries de máximas anuais com duração de um a dez dias. Para avaliar a hipótese de que as ocorrências de eventos extremos se distribuem igualmente ao longo do ano foi aplicado o teste Qui-Quadrado (KITE, 1978) ao nível de significância de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a série de máximas com duração de um dia (Tabela 1), obteve-se a média de 135,9 mm, com desvio padrão de 34,4 mm. O maior valor observado na série de um dia de duração foi de 225,6 mm, e para o período de dez dias de duração o maior valor observado foi de 648,1 mm.

Na Tabela 2 constam os parâmetros da distribuição de Gumbel ajustados para cada série de duração com as respectivas estatísticas Dmax do Teste Kolmogorov-Smirnov. Observa-se que a maior diferença entre as frequências observadas e frequências teórica foi observado na série com duração de dois dias, com Dmax de 0,1544 no entanto, esse valor é inferior ao valor crítico de 0,2310 para o nível de significância de 5%. Esses dados mostram que a distribuição de Gumbel se ajusta muito bem às séries de chuvas máximas anuais. Também pode-se avaliar a qualidade do ajuste dos dados às distribuições teóricas ajustadas pelas Figuras 1 a 5.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das séries de máximas anuais com duração de um a dez dias da estação Garuva, SC.

Duração (dias)	Estatísticas observadas				
	Maior valor (mm)	Menor valor (mm)	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coefficiente de Assimetria
1	225,6	69,0	135,9	34,4	0,986
2	340,7	100,4	182,7	54,4	1,474
3	397,9	119,6	209,6	62,7	1,250
4	455,0	151,0	237,8	66,6	1,265
5	512,2	160,2	261,6	74,2	1,276
6	530,2	169,4	280,2	76,7	1,219
7	548,0	178,0	295,1	81,6	1,251
8	578,2	183,2	312,5	93,1	1,121
9	626,1	211,9	335,9	100,2	1,170
10	648,1	231,8	354,9	105,2	1,246

Tabela 2: Parâmetros da distribuição de Gumbel ajustada às séries de máximas anuais com duração de um a dez dias da estação Garuva, SC.

Duração (dias)	Parâmetros da distribuição de Gumbel		
	α	β	Dmax
1	0,0328	119,4	0,1188
2	0,0207	156,6	0,1544
3	0,0180	179,6	0,1406
4	0,0169	205,9	0,0634
5	0,0152	226,1	0,0671
6	0,0147	243,5	0,0764
7	0,0138	256,1	0,0745
8	0,0121	267,9	0,0801
9	0,0113	288,0	0,1212
10	0,0107	304,5	0,0853

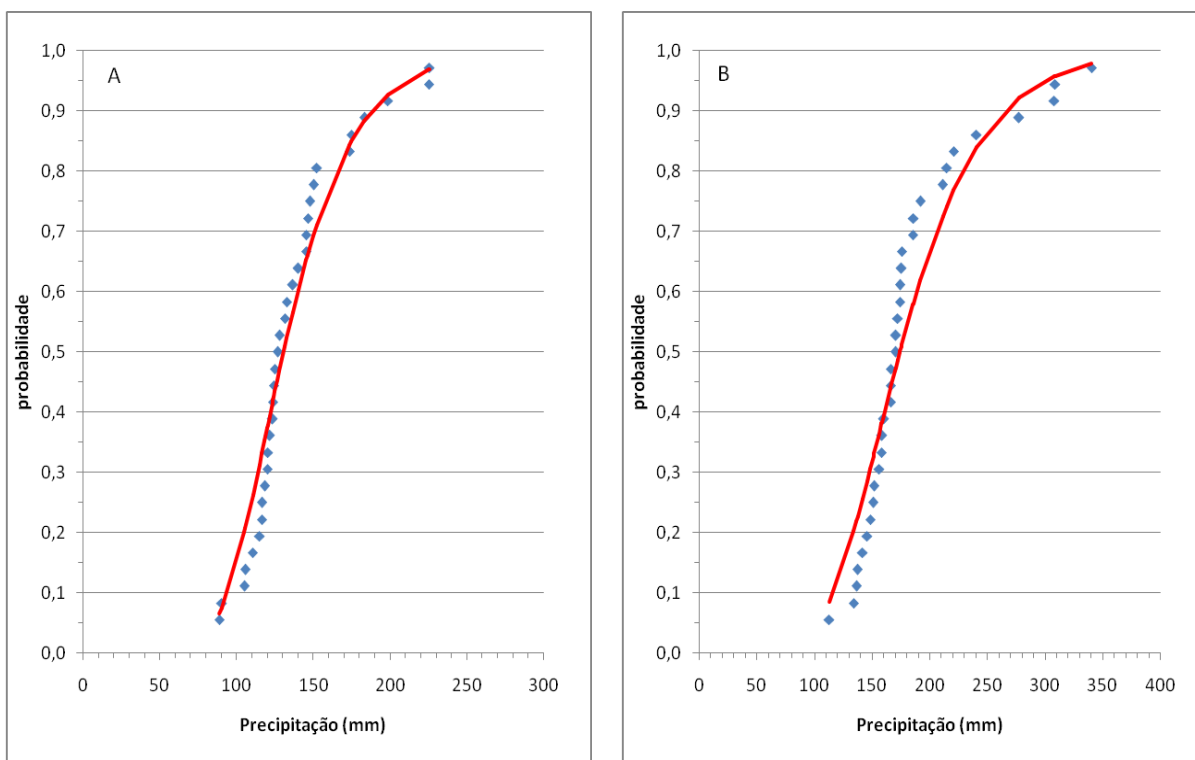


Figura 1. Ajuste da distribuição de Gumbel para série de máximas anuais com duração de um dia (A) e dois dias (B).

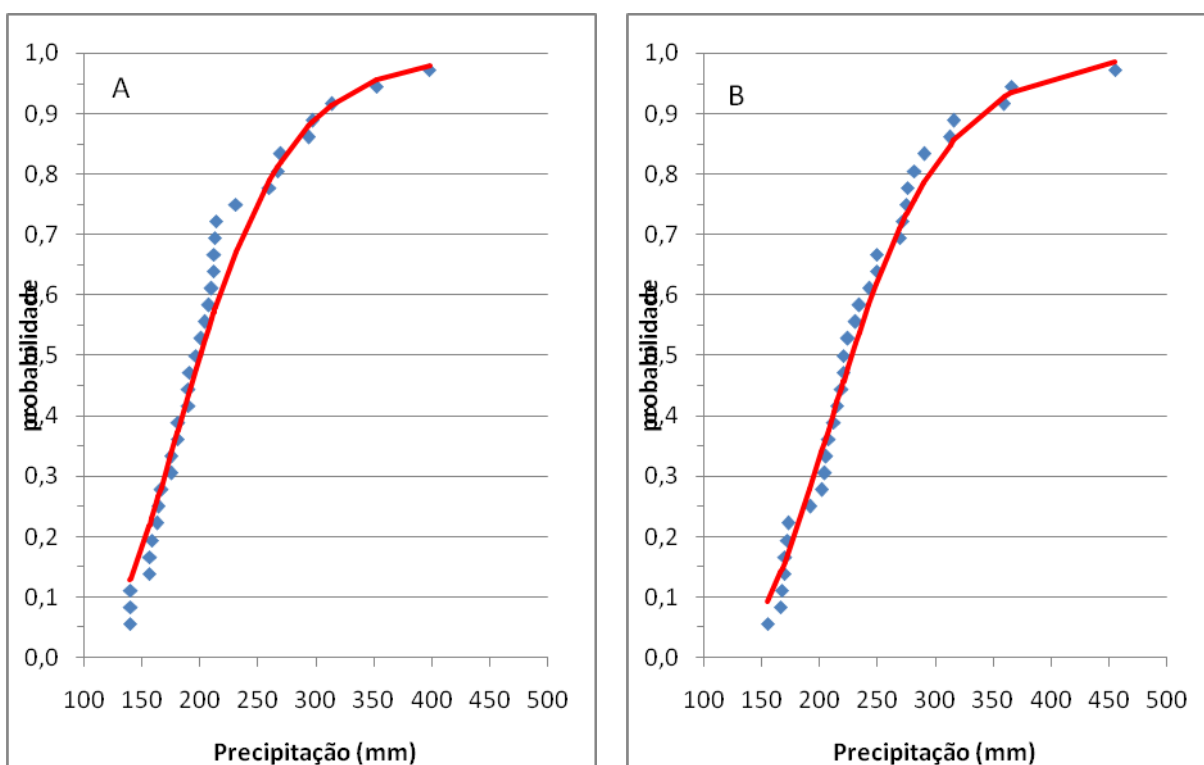


Figura 2. Ajuste da distribuição de Gumbel para série de máximas anuais com duração de três dias (A) e quatro dias (B).

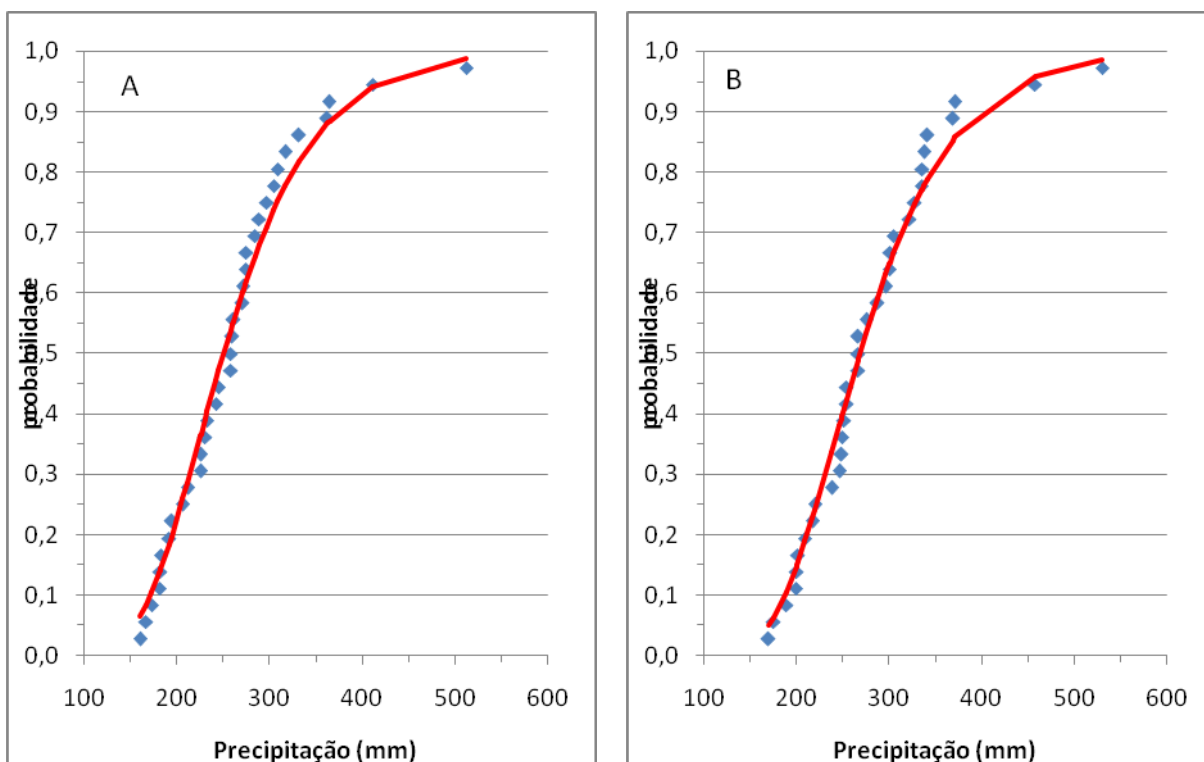


Figura 3. Ajuste da distribuição de Gumbel para série de máximas anuais com duração de um cinco (A) e seis dias (B).

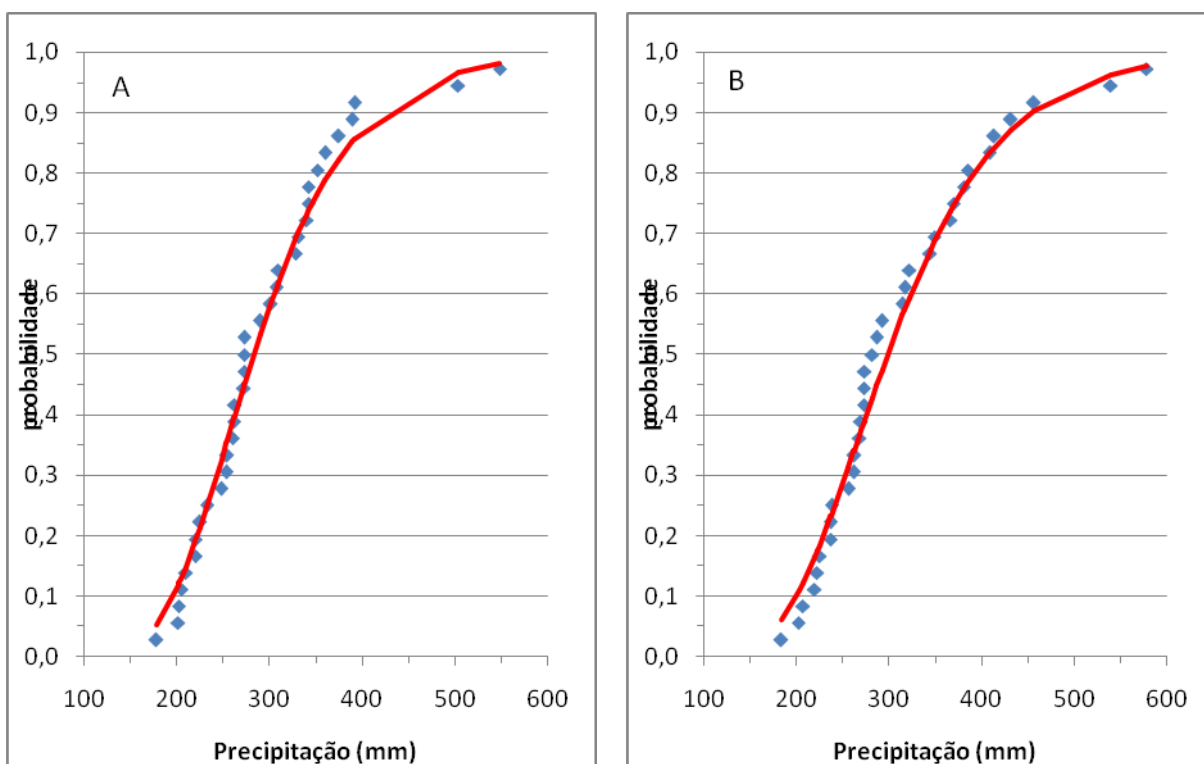


Figura 4. Ajuste da distribuição de Gumbel para série de máximas anuais com duração de sete dias (A) e oito dias (B).

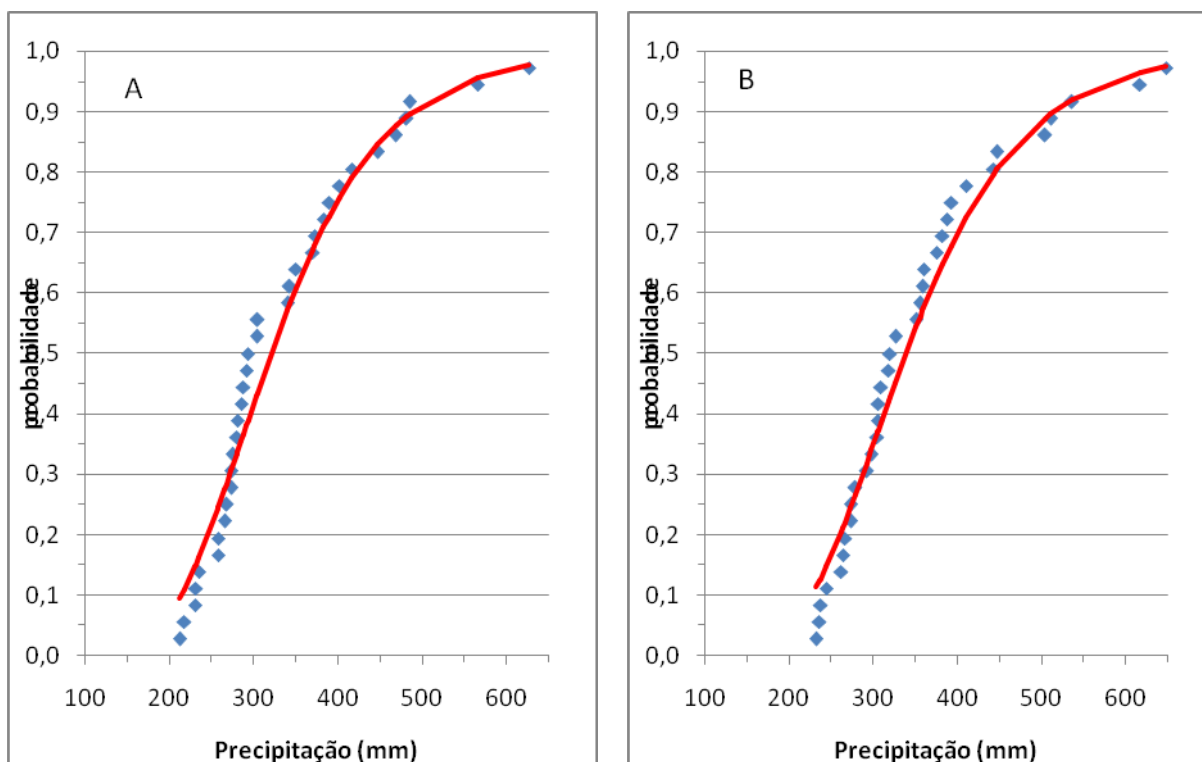


Figura 5. Ajuste da distribuição de Gumbel para série de máximas anuais com duração de nove dias (A) e dez dias (B).

Na Tabela 3 constam os valores de chuva máxima estimada para períodos de retorno variando de 2 a 100 anos. Esses valores podem ser usados no dimensionamento de estruturas de drenagem. Por exemplo, para o dimensionamento de bueiros em rodovias recomenda-se a chuva máxima de duração de um dia e período de retorno de 50 anos, que no caso de Garuva é de 238,4 mm. Com os parâmetros da distribuição de Gumbel (Tabela 1) pode-se estimar a precipitação máxima para valores de período de retorno diferentes dos que constam na Tabela 3.

Tabela 3: Precipitação máxima estimada (mm) para a estação Garuva.

Duração (dias)	Período de retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
1	130,6	165,2	188,1	201,0	210,0	217,0	238,4	259,7
2	174,3	228,9	265,1	285,5	299,8	310,8	344,7	378,3
3	199,9	262,9	304,6	328,1	344,6	357,3	396,4	435,2
4	227,5	294,4	338,7	363,7	381,2	394,7	436,2	477,4
5	250,2	324,7	374,1	401,9	421,4	436,4	482,7	528,6
6	268,4	345,4	396,5	425,2	445,4	460,9	508,7	556,2
7	282,6	364,5	418,7	449,3	470,8	487,3	538,1	588,6
8	298,2	391,7	453,6	488,5	513,0	531,8	589,9	647,5
9	320,5	421,1	487,7	525,3	551,6	571,9	634,3	696,3
10	338,7	444,4	514,4	553,8	581,5	602,8	668,4	733,5

Na Tabela 4 constam as frequências de ocorrências das chuvas máximas anuais em cada mês do ano. Os valores de p do teste Qui-quadrado mostram que há diferenças significativas de ocorrências de eventos extremos ao longo do ano para todas as séries estudadas ($p < 0,05$), com predomínio de ocorrência de eventos extremos no mês janeiro, fevereiro e março.

Tabela 4: Frequência de ocorrência de eventos extremos nos diferentes meses do ano para estação Garuva.

Mês	Duração da série (dias)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Janeiro	12	11	9	8	7	9	9	9	10	10
Fevereiro	8	7	6	6	6	6	8	9	8	8
Março	5	5	8	7	7	6	7	6	5	5
Abril	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Maio	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junho	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Julho	0	1	2	2	3	3	1	1	1	1
Agosto	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Setembro	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2
Outubro	0	0	1	1	2	1	1	1	0	0
Novembro	5	6	6	6	5	5	5	4	6	6
Dezembro	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
Total	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
χ^2	55,86	47,63	42,83	34,60	26,37	31,86	42,83	42,14	45,57	45,57
p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0057	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A distribuição de Gumbel se ajusta bem às séries de máximas anuais com durações de um a dez dias para a estação de Garuva.

Ocorre maior frequência de eventos extremos no mês de janeiro a março, para todas as durações estudadas.

Com as distribuições de probabilidade ajustadas pode-se estimar a chuva com durações de um a dez dias para dimensionar os projetos de estruturas hidráulicas na região de Garuva,SC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACK, A. J. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial de no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, Epagri, 2002. 65p.
2. BACK, A. J. Seleção de distribuição de probabilidades para chuvas diárias extremas do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, n.2, 211-222, 2001.
3. CLARKE, R. T. **Fitting distributions** In: CLARKE, R. T. Statistical modelling in Hydrology. Chichester: John Wiley & Sons. 1994. p.39-84.
4. KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. Water Resources publications. Colorado. 1978. 224 p.