



IV-032 - EMPREGO DE METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS NA DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS PARA A PORÇÃO CAPIXABA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

José Antonio Tosta dos Reis

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Professor da Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo.

Érica Andrade Rebouças

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Tecnóloga em Sistemas de Saneamento da Companhia Espírito Santense de Saneamento - Cesan.

Jacqueline Rogéria Bringhenti

Doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo. Professora da Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo.

Aurélio Azevedo Barreto Neto

Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas. Professor da Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo.

Adriana de Oliveira Pereira dos Reis

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Professora da Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo.

Endereço: Instituto Federal do Espírito Santo. Avenida Vitória, 1729, Jucutuquara, Vitória, ES. CEP: 29.040-780. Tel.: (27) 3331-2237.

RESUMO

O conhecimento do regime de chuvas de uma localidade é indispensável para o adequado dimensionamento de sistemas de drenagem pluvial, para a construção de estruturas ferroviárias ou rodoviárias, para o adequado projeto de sistemas de abastecimento de água e irrigação, além da definição de alternativas de prevenção contra possíveis prejuízos causados por eventos extremos de precipitação. Existindo uma rede confiável de pluviógrafos, o monitoramento das precipitações durante um período de tempo suficientemente longo e representativo, permite a determinação de uma equação de chuvas intensas. Como alternativa, em regiões desprovidas ou com baixa densidade de pontos pluviográficos, a literatura reúne metodologias expeditas, como os resultados de Chow-Gumbel e Bell. O presente trabalho teve como objetivo definir, a partir da aplicação dos métodos de Chow-Gumbel, e de Bell, equações que descrevam a relação entre as variáveis de intensidade, duração e frequência das chuvas intensas na porção capixaba da Bacia do Rio Doce. Os resultados obtidos permitiram observar que para as durações usualmente inferiores à 60 minutos, o Método de Bell produziu equações que estimaram valores de intensidades pluviométricas inferiores àquelas apropriadas a partir das equações produzidas pelo Método de Chow-Gumbel. Para as demais durações, independentemente do período de retorno analisado, os métodos de Bell e de Chow-Gumbel produziram resultados equivalentes.

PALAVRAS-CHAVE: Chuvas intensas, Bacia do Rio Doce, Método de Chow-Gumbel, Método de Bell.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Chuvas intensas são fenômenos naturais, em geral caracterizados por forte precipitação contínua e curta duração. Esses fenômenos podem causar aumentos de vazões, produzindo inundações e/ou enchentes com amplos efeitos negativos como perdas humanas e materiais, interrupção de atividades econômicas e sociais nas áreas inundadas, contaminação das águas, proliferação das doenças de veiculação hídrica e aceleração do processo de erosão dos solos (REYES et al., 1993, apud CRUCIANI, MACHADO e SENTELHAS, 2002).

Segundo Pompêo (2002), os prejuízos das chuvas intensas nas áreas urbanas são normalmente ampliados por fatores como a impermeabilização de grandes superfícies, a ocupação áreas ribeirinhas ou o comprometimento do funcionamento dos sistemas de drenagem por resíduos sólidos ou sedimentos.



O conhecimento das chuvas também apresenta grande interesse de ordem técnica nos projetos de obras hidráulicas, sendo indispensável para o dimensionamento de vertedores, galerias de águas pluviais, bueiros, calhas, sistemas de drenagem agrícola, urbana e rodoviária, canalização de córregos, dentre outros.

Existindo uma rede confiável de pluviógrafos, o monitoramento das precipitações, durante um período de tempo suficientemente longo e representativo, permite determinar uma relação entre três variáveis: intensidade, duração e frequência das precipitações. Estas variáveis indicam as precipitações máximas de diferentes durações, associando-as a diferentes períodos de retorno. Costa, Neto e Pereira (1997), Pompêo (2002), Back (1996), Silva et al. (2002), Falaguasta e Genovez (2003) e Castro, Fonseca e Fortes (2005) são exemplos de trabalhos que, a partir de registros pluviográficos, determinaram equações que correlacionaram as variáveis intensidade, duração e frequência para diferentes regiões do Brasil.

Como alternativa para avaliação de chuvas intensas, em regiões desprovidas ou com baixa densidade de postos pluviográficos, a literatura apresenta diferentes alternativas. Os métodos de Chow-Gumbel (detalhadamente apresentado e discutido por Cetesb (1986)) e de Bell (apresentado e discutido por autores como Righetto(1998) e Tucci (1997)) constituem alternativas que permitem, a partir da aplicação de coeficientes universais de conversão, a apropriação de chuvas de diferentes durações e frequências a partir das chuvas máximas anuais de 1 dia.

Na porção capixaba da bacia do Rio Doce, onde estão instalados e em funcionamento dezenas de pluviômetros, a rede de pluviógrafos é deficiente, não caracterizando adequadamente o regime de chuvas em toda a extensão das bacias.

Este trabalho pretende apropriar, a partir de metodologias simplificadas que utilizem apenas os registros de pluviômetros (os totais diários de precipitação), equações que descrevam a relação entre as variáveis intensidade, duração e frequência das chuvas intensas na porção capixaba da bacia do Rio Doce.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados pluviométricos

Os registros pluviométricos utilizados neste trabalho foram obtidos a partir da base de dados gerenciada pela Agência Nacional das Águas (ANA), e manipulados através da utilização do programa computacional HIDRO, programa de domínio público disponibilizado pela ANA.

A Tabela 1 reúne as coordenadas geográficas, a extensão da série histórica considerada para o estudo, altitude, o município, o código e o nome das estações pluviométricas utilizadas.

Tabela 1: Relação das estações pluviométricas utilizadas

Nome da estação	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Série Histórica (anos)
Águia Branca	São Gabriel da Palha	(-) 18°59'06"	(-) 40°44'48"	180	36
Cedrolândia	Nova Venécia	(-) 18°48'53"	(-) 40°41'27"	300	35
Mantenópolis	Mantenópolis	(-) 18°54'32"	(-) 41°07'18"	900	35
Pancas	Pancas	(-) 19°13'13"	(-) 40°51'12"	135	35
Itambé	Itaguaçu	(-) 19°39'46"	(-) 40°50'07"	70	37
Barra de São Gabriel	São Gabriel da Palha	(-) 19°03'34"	(-) 40°30'56"	0	35
Rio Bananal	Linhares	(-) 19°16'27"	(-) 40°19'15"	95	35
Serraria	Colatina	(-) 19°17'43"	(-) 40°31'03"	80	35
Baixo Guandu	Baixo Guandu	(-) 19°31'05"	(-) 41°00'52"	70	34
Alto Rio Novo	Pancas	(-) 19°03'33"	(-) 41°01'39"	600	35



Preenchimento de falhas das séries históricas

Para o preenchimento de falhas das séries históricas foi empregado o método da ponderação regional baseado em regressões lineares, discutido por Pinto et al. (1976) e Villela e Mattos (1979). Nesta etapa do trabalho foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel.

O preenchimento de falhas é utilizado quando existem períodos sem registros ou sem dados consistidos de precipitação. Assim, segundo Pinto et al. (1976), considera-se um período comum de observações para as estações nas quais se deseja preencher as falhas e depois obtém-se a média aritmética dos totais precipitados neste período para as estações selecionadas. Na sequência, utiliza-se a relação apresentada pela equação (5.1) para preenchimento da falha em qualquer período (dia, mês ou ano) das referidas estações.

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{M_x}{M_a} \times P_a + \frac{M_x}{M_b} \times P_b + \frac{M_x}{M_c} \times P_c \right) \quad (01)$$

Sendo:

1. M_x : Média aritmética do período comum de observação na estação com falha;
2. M_a, M_b, M_c : Média aritmética do período comum de observação nas estações vizinhas;
3. P_a, P_b, P_c : Precipitações das estações vizinhas ao posto com falha, no período em que se deseja preencher a falha.

Avaliação das relações intensidade-duração-frequência

Para a determinação das equações de intensidade-duração-frequência de chuvas intensas foram empregadas duas diferentes alternativas: o Método de Bell e o Método de Chow-Gumbel. Os procedimentos envolvidos em cada uma destas alternativas são sumariamente apresentados na sequência.

Método de Bell

Conforme observa Righetto (1998), o Método de Bell associa a altura pluviométrica de uma chuva intensa de determinada duração t e período de retorno T com uma chuva intensa padrão de 60 minutos de duração e 2 anos de período de retorno ($h_{60,2}$). O Método emprega a seguinte equação empírica:

$$h_{t,T} \cong (a_0 \cdot \ln T + a_1) (a_2 \cdot t^b - a_3) h_{60,2} \quad (02)$$

sendo a_0, a_1, a_2, a_3 e b parâmetros regionais. A partir da manipulação de informações pluviográficas de postos instalados em diferentes regiões do País estes parâmetros foram fixados, levando a equação (02) a assumir a seguinte forma:

$$h_{t,T} \cong (0,31 \cdot \ln T + 0,70) (0,38 \cdot t^{0,31} - 0,39) h_{60,2} \quad (03)$$

A aplicação da equação (03), no entanto, fica condicionada ao conhecimento de $h_{60,2}$, o que pode acontecer com poucos anos de dados pluviográficos. Righetto (1998), no entanto, observa que o valor de $h_{60,2}$ pode ser obtido a partir da seguinte relação empírica:

$$h_{60,2} \cong k \cdot h_{dia,2} \quad (04)$$

onde $k \cong 0,510$ e $h_{dia,2}$ a precipitação máxima diária anual correspondente ao período de retorno de 2 anos. Assim como proposto pelo método de *Chow-Gumbel*, a precipitação máxima associada ao período de retorno de 2 anos foi apropriada a partir da distribuição probabilística de Gumbel.

Método de Chow-Gumbel

A aplicação do Método de Chow-Gumbel, detalhadamente apresentado e discutido por CETESB (1986), envolve a seguinte sequência de tarefas:



- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia nos propostos pluviométricos estudados.
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia. Dessa forma, foram estimadas as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno; foram considerados períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75 e 100 anos.
- Obtenção, a partir dos totais precipitados de 1 dia, das precipitações para durações de 24 horas. Conforme observa CETESB (1986), a relação entre as chuvas máximas de 24 horas e 1 dia é quase constante, oscilando entorno do valor de 1,14. No presente trabalho foi utilizado 1,14 como fator de conversão.
- A partir da avaliação da chuva de 24 horas pode-se relacionar as chuvas de menor duração e com a mesma frequência, através dos fatores de conversão apresentados na Tabela 2. Estes fatores foram propostos pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) para durações variando entre 5 minutos e 12 horas.

Tabela 2: Relação entre as alturas pluviométricas para precipitações de diferentes durações

Relação entre as alturas pluviométricas	Valores médios das relações obtidas pelo DNOS
5 min / 30 min	0,34
10 min / 30 min	0,54
15 min / 3 min	0,70
20min / 30 min	0,81
25 min / 30 min	0,91
30 min / 1 h	0,74
1h / 24h	0,42
6h / 24h	0,72
8h / 24h	0,78
10h / 24h	0,82
12h / 24h	0,85

Fonte: Adaptado de CETESB (1986).

- Análise de regressão para obtenção de equação de intensidade-duração-frequência. As equações de chuvas intensas estabelecidas assumiram o seguinte formato:

$$i = \frac{k.T^m}{(t + t_0)^n} \quad (05)$$

Na equação (05) i representa a intensidade máxima média, T o período de retorno, t a duração e k , t_0 , m e n são os parâmetros que se deseja determinar. O ajuste do modelo estabelecido pela equação (02) às informações disponíveis foi realizado com auxílio da planilha eletrônica Excel®.

RESULTADOS

Precipitações máximas anuais

As séries de precipitações máximas de um dia associadas a diferentes períodos de retorno foram construídas para todas as estações pluviométricas analisadas. Em seqüência foi aplicada a distribuição probabilística de Gumbel para apropriar as precipitações máximas associadas a diferentes períodos de retorno, que variaram de 2 a 100 anos. A Tabela 3 apresenta os resultados desta etapa.

**Tabela 3: Precipitações máximas anuais de 1 dia (em mm) associadas a diferentes períodos de retorno.**

Estação Pluviométrica	Período de retorno (anos)						
	2	5	10	25	50	75	100
Águia Branca	85,93	120,46	143,33	172,21	193,64	206,10	214,92
Cedrolândia	78,10	108,86	129,22	154,95	174,03	185,12	192,98
Mantenópolis	76,42	101,31	117,78	138,60	154,04	163,01	169,37
Pancas	78,72	103,97	120,68	141,80	157,46	166,57	173,01
Itambé	81,58	113,39	134,45	161,07	180,81	192,28	200,41
Barra de São Gabriel	85,29	119,31	141,83	170,28	191,39	203,66	212,35
Rio Bananal	82,37	118,61	142,61	172,92	195,41	208,49	217,74
Serraria	78,98	105,30	122,72	144,74	161,08	170,57	177,29
Baixo Guandu	66,03	88,08	102,69	121,14	134,82	142,78	148,41
Alto Rio Novo	63,29	88,18	104,66	125,48	140,93	149,90	156,26

Após este procedimento, as precipitações máximas de 1 dia foram convertidas em precipitações com durações variando entre 5 minutos e 24 horas, utilizando os coeficientes de conversão apresentados na Tabela 2. A Tabela 2 apresenta as precipitações máximas anuais associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, para a estação de Águia Branca. As tabelas referentes às demais estações pluviométricas estudadas estão apresentados no Apêndice A.

As intensidades pluviométricas correspondentes (altura pluviométrica / duração) para a estação de Águia Branca estão reunidas na Tabela 5. Tabelas semelhantes foram produzidas para as demais estações pluviométricas consideradas neste estudo.

Tabela 4: Precipitações máximas anuais (em mm) associadas a diferentes períodos de retorno e durações, referentes à estação pluviométrica de Águia Branca.

Duração	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
24h	97,96	137,33	163,39	196,32	220,75	234,95	245,00
12h	83,27	116,73	138,88	166,87	187,64	199,71	208,25
10h	80,33	112,61	133,98	160,99	181,02	192,66	200,90
8h	76,41	107,12	127,45	153,13	172,19	183,26	191,10
6h	70,53	98,88	117,64	141,35	158,94	169,17	176,40
1h	41,14	57,68	68,62	82,46	92,72	98,68	102,90
30min	30,45	42,68	50,78	61,02	68,61	73,02	76,15
25min	27,71	38,84	46,21	55,53	62,44	66,45	69,29
20min	24,66	34,57	41,13	49,42	55,57	59,15	61,68
15min	21,31	29,88	35,55	42,71	48,03	51,12	53,30
10min	16,44	23,05	27,42	32,95	37,05	39,43	41,12
5min	10,35	14,51	17,27	20,75	23,33	24,83	25,89



Tabela 5: Intensidades pluviométricas (em mm/min) associadas a diferentes períodos de retorno e durações, referentes à estação pluviométrica de Águia Branca.

Duração (min)	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
1440	0,07	0,10	0,11	0,14	0,15	0,16	0,17
720	0,12	0,16	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29
600	0,13	0,19	0,22	0,27	0,30	0,32	0,33
480	0,16	0,22	0,27	0,32	0,36	0,38	0,40
360	0,20	0,27	0,33	0,39	0,44	0,47	0,49
60	0,69	0,96	1,14	1,37	1,55	1,64	1,72
30	1,01	1,42	1,69	2,03	2,29	2,43	2,54
25	1,11	1,55	1,85	2,22	2,50	2,66	2,77
20	1,23	1,73	2,06	2,47	2,78	2,96	3,08
15	1,42	1,99	2,37	2,85	3,20	3,41	3,55
10	1,64	2,30	2,74	3,29	3,70	3,94	4,11
5	2,07	2,90	3,45	4,15	4,67	4,97	5,18

Estabelecimento de equações de chuvas intensas

O método de Bell associa a altura pluviométrica de uma chuva intensa com uma chuva intensa padrão de 60 minutos de duração e 2 anos de período de retorno (h). Este valor de h foi obtido a partir da precipitação máxima diária anual correspondente ao período de retorno de 2 anos (h). Os valores das alturas pluviométricas relacionadas com método de Bell, para as estações pluviométricas estudadas, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores de $h_{dia,2}$ e $h_{60,2}$ para as estações pluviométricas estudadas.

Estação	$h_{dia,2}$ (mm)	$h_{60,2}$ (mm)
Águia Branca	85,93	43,82
Cedrolândia	78,10	39,83
Mantenópolis	76,42	38,98
Pancas	78,72	40,15
Itambé	81,58	41,60
Barra de São Gabriel	85,29	43,50
Rio Bananal	82,37	42,01
Serraria	78,98	40,28
Baixo Guandu	66,03	33,67
Alto Rio Novo	63,29	32,28

Com os valores das alturas pluviométricas associadas ao método de Bell, estabeleceram-se as equações de intensidade-duração-frequência para todas as estações pluviométricas analisadas. As equações obtidas estão apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7: Equações de chuvas intensas obtidas pelo Método de Bell**

Estação Pluviométrica	Equação
Águia Branca	$i = 5,2584. \ln(T).t^{-0,69} - 5,2584. \ln(T).t^{-1} + 11,8314.t^{-0,69} - 11,8314.t^{-1}$
Cedrolândia	$i = 4,7796. \ln(T).t^{-0,69} - 4,7796. \ln(T).t^{-1} + 10,7541.t^{-0,69} - 10,7541.t^{-1}$
Mantenópolis	$i = 3,898. \ln(T).t^{-0,69} - 3,898. \ln(T).t^{-1} + 10,5246.t^{-0,69} - 10,5246.t^{-1}$
Pancas	$i = 4,818. \ln(T).t^{-0,69} - 4,818. \ln(T).t^{-1} + 10,8405.t^{-0,69} - 10,8405.t^{-1}$
Itambé	$i = 4,992. \ln(T).t^{-0,69} - 4,992. \ln(T).t^{-1} + 11,232.t^{-0,69} - 11,232.t^{-1}$
Barra de São Gabriel	$i = 5,22. \ln(T).t^{-0,69} - 5,22. \ln(T).t^{-1} + 11,745.t^{-0,69} - 11,745.t^{-1}$
Rio Bananal	$i = 5,0412. \ln(T).t^{-0,69} - 5,0412. \ln(T).t^{-1} + 11,3427.t^{-0,69} - 11,3427.t^{-1}$
Serraria	$i = 4,8336. \ln(T).t^{-0,69} - 4,8336. \ln(T).t^{-1} + 10,8756.t^{-0,69} - 10,8756.t^{-1}$
Baixo Guandu	$i = 4,0404. \ln(T).t^{-0,69} - 4,0404. \ln(T).t^{-1} + 9,0909.t^{-0,69} - 9,0909.t^{-1}$
Alto Rio Novo	$i = 3,8736. \ln(T).t^{-0,69} - 3,8736. \ln(T).t^{-1} + 8,7156.t^{-0,69} - 8,7156.t^{-1}$

Nas expressões descritas na Tabela 4, i representa a intensidade pluviométrica (em mm/min), T o período de retorno (em anos) e t a duração (em minutos). As equações de intensidade-duração-frequência obtidas seguindo-se o procedimento estabelecido pelo método de Chow-Gumbel estão reunidas na Tabela 8.

Tabela 8: Equações de chuvas intensas obtidas pelo método de Chow-Gumbel

Estação Pluviométrica	Equação	Estação Pluviométrica	Equação
Águia Branca	$i = \frac{16,253.T^{0,224}}{(t+12)^{0,7594}}$	Barra de São Gabriel	$i = \frac{16,131.T^{0,2229}}{(t+12)^{0,7594}}$
Cedrolândia	$i = \frac{14,771.T^{0,2211}}{(t+12)^{0,7594}}$	Rio Bananal	$i = \frac{15,589.T^{0,2369}}{(t+12)^{0,7594}}$
Mantenópolis	$i = \frac{14,848.T^{0,1812}}{(t+12)^{0,7594}}$	Serraria	$i = \frac{14,942.T^{0,1985}}{(t+12)^{0,7594}}$
Pancas	$i = \frac{14,899.T^{0,1935}}{(t+12)^{0,7594}}$	Baixo Guandu	$i = \frac{12,493.T^{0,1988}}{(t+12)^{0,7594}}$
Itambé	$i = \frac{15,458.T^{0,2186}}{(t+12)^{0,7594}}$	Alto Rio Novo	$i = \frac{11,97.T^{0,2209}}{(t+12)^{0,7594}}$

Nas expressões descritas na Tabela 5, i representa a intensidade pluviométrica (em mm/min), T o período de retorno (em anos) e t a duração (em minutos).

A partir das equações obtidas pelos métodos de Chow-Gumbel e de Bell foram construídos gráficos que permitem confrontar os resultados produzidos. As Figura 1 e 2 ilustram o comportamento das equações para a estação de Águia Branca quando considerados os períodos de retorno de 2 e 50 anos, respectivamente. Gráficos semelhantes, elaborados para as demais estações pluviométricas estudadas.



Figura 1: Intensidades pluviométricas associadas aos períodos de retorno de 2 anos, estimadas pelos métodos de Chow-Gumbel e de Bell para a estação pluviométrica de Águia Branca.

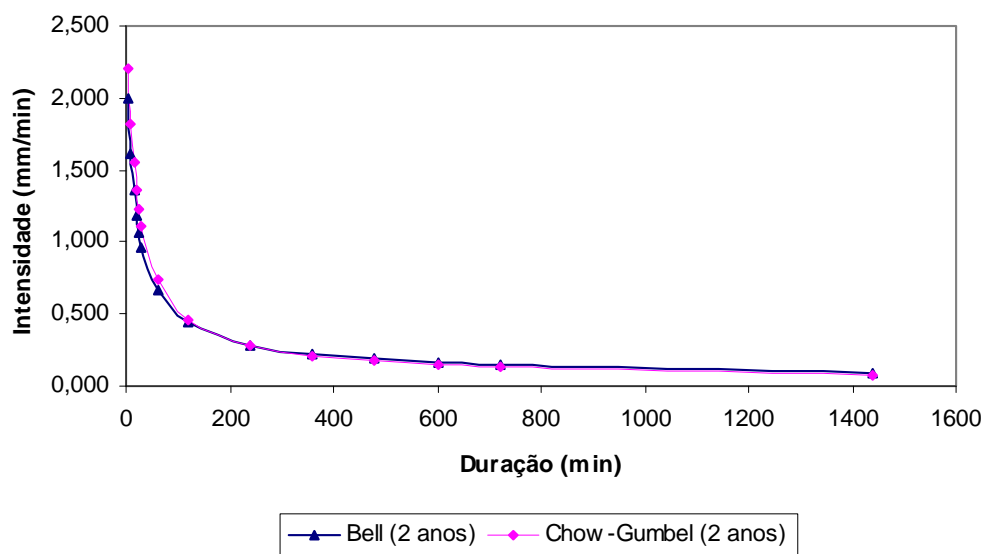
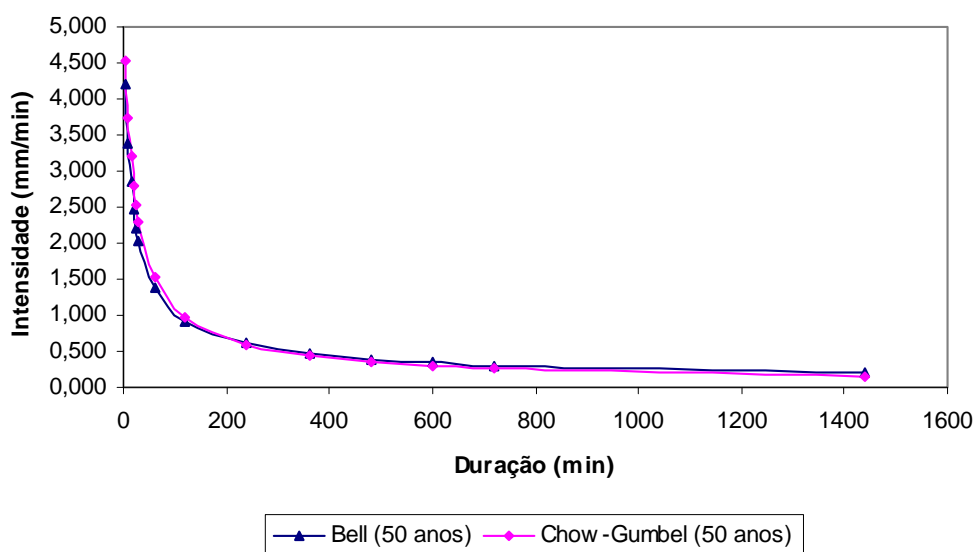


Figura 2: Intensidades pluviométricas associadas aos períodos de retorno de 50 anos, estimadas pelos métodos de Chow-Gumbel e de Bell para a estação pluviométrica de Águia Branca.



A partir da inspeção dos gráficos reunidos nas figuras 1 e 2 (e suas similares para as demais estações), são relevantes as seguintes informações:

- Para as menores durações (durações usualmente inferiores a 6^o minutos horas), o Método de Bell estimou valores inferiores às intensidades apropriadas a partir do Método de Chow-Gumbel. Para as demais durações avaliadas, os métodos de Bell e de Chow-Gumbel produziram resultados equivalentes.
- Quando consideradas as estimativas realizadas com o método de Chow-Gumbel as intensidades pluviométricas associadas ao período de retorno de 2 anos apresentaram intensidades máximas variando entre 1,623 mm/min (valor estimado para a estação de Alto Rio Novo) a 2,208 mm/min (valor estimado para a estação de Águia Branca). As estimativas referentes ao período de retorno de 100 anos tiveram os máximos oscilando entre 3,630



mm/min (valor estimado para a estação de Baixo Guandu) e 5,398 mm/min (valor estimado para a estação de Rio Bananal).

- Já para as estimativas realizadas com o método de Chow-Gumbel as intensidades pluviométricas associadas ao período de retorno de 2 anos apresentaram intensidades mínimas variando entre 0,055 mm/min (valor estimado para a estação de Alto Rio Novo) a 0,075 mm/min (valor estimado para as estações de Águia Branca e Barra de São Gabriel). As estimativas referentes ao período de retorno de 100 anos tiveram as mínimas oscilando entre 0,124 mm/min (valor estimado para a estação de Baixo Guandu) e 0,184 mm/min (valor estimado para a estação de Rio Bananal).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos no presente estudo conduziram às seguintes conclusões:

- A bacia do Rio Doce apresenta uma baixa densidade de postos pluviométricos, bem como extensas falhas nas séries históricas da maioria das estações instaladas em sua porção capixaba;
- Para as durações usualmente inferiores à 60 minutos, o Método de Bell conduziu às equações que estimaram os menores valores de intensidade pluviométricas apropriadas neste trabalho. Para durações maiores, independentemente do período de retorno analisado, os métodos de Bell e de Chow-Gumbel produziram resultados equivalentes;
- Em função da similaridade dos resultados produzidos pelos métodos de apropriação de equações de chuvas intensas, o padrão espacial de distribuição das chuvas intensas foi similar quando consideradas as intensidades estimadas pelos métodos de Chow-Gumbel e de Bell;

As equações estabelecidas neste trabalho, ainda que obtidas a partir de metodologias simplificadas, podem ser utilizadas para avaliação preliminar do regime de chuvas e, por consequência, da produção de vazão, informação necessária ao dimensionamento de diferentes obras, particularmente daquelas que constituem os sistemas de drenagem pluvial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACK, A.J. Análise das máximas intensidades de chuva para a região de Urussanga - SC. VII CONEA, 1996. Anais. Salvador, BA, 1996.
2. CASTRO, R. A. G.; FONSECA, P.L.; FORTES, J. D. N. Determinação de equação i-d-f de chuvas intensas no posto pluviográfico/pluviométrico Via Onze, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro – Metodologia e análise comparativa. 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2005. Anais. Campo Grande, MS, 2005.
3. CETESB. Drenagem Urbana – Manual de Projeto. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.
4. COSTA, A. R.; NETO, M. S.; PEREIRA, S. R. Equações intensidade-duração-período de retorno para Alto Graças (MT), Campo Alegre de Goiás (GO) e Morrinhos (GO). 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1997. Anais. Foz do Iguaçu, PR, 1997.
5. CRUCIANI, D.E.; MACHADO, R.E.; SENTELHAS, P.C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.76-82, 2002.
6. FALAGUASTA, L. N.; GENOVEZ, A. M. Equações de chuvas intensas para os estados de São Paulo e Paraná. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.8, n.3, p.169-176, 2003.
7. POMPÊO, C. A. Equação de chuvas intensas para a cidade de Florianópolis. Florianópolis, 2002. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
8. RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recursos Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998.
9. TUCCI, C. E. M. (organizador). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Porto Alegre: ABRH, 1997.
10. SILVA, D.D. et al. Chuvas intensas no Estado da Bahia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.2, p.362-367, 2002.