

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS
DE MASSA E INUNDAÇÃO

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Município: Cananea

Estação Pluviométrica e Pluviográfica:
Itapitanguí

Código ANA: 02247040

Código DAEE-SP: F4-029

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Município: Cananéia/SP

**Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Itapitanguí
Códigos: 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE)**

**SÃO PAULO
2016**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de São Paulo

Copyright @ 2016 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Bairro Cerqueira César
São Paulo - SP - 01304-010
Telefone: 0(xx)(11) 3775-5101
Fax: 0(xx)(11) 3256-8430
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Cananéia/SP. Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Itapitangui,
Códigos: 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE). Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine
Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – São Paulo : CPRM, 2016.

19 p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – CAPOZZOLI C.R.;
PICKBRENER, K. e PINTO, E. J. A

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Fernando Bezerra Coelho Filho

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Paulo Pedrosa

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS SERVIÇO
GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Eduardo Carvalho Nepomuceno Alencar

Telton Elber Correa

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Nelson Victor Le Cocq D'Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA DE SÃO PAULO

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente

Vanesca Sartorelli Medeiros
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizete Domingues Salvador
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Lauro Gracindo Pizzatto
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Evaristo da Silva
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Jorge Pimentel

Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (*In memoriam*)

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Marlon Colombo Hoelzel

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias-REFO

Karine Pickbrenner-Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - Sureg/PA

Albert Teixeira Cardoso – Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/ SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betânia Rodrigues dos Santos– Sureg/GO

Celina Monteiro - Sureg/BE

Danielle Cutolo - Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar - Sureg/SP

Eliamara Soares Silva– RETE

Priscila Nishihara Leo - Sureg/SP

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviógrafos ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Cananéia. Foram elaboradas duas IDFs, sendo que a primeira (IDF1), foi elaborada com dados de uma estação pluviográfica e subsidiou parâmetros a serem utilizadas na segunda (IDF2), elaborada com séries de uma estação pluviométrica. A IDF1, indicada para tempos de retorno até 75 anos, foi elaborada com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros da estação pluviográfica Itapitangui, códigos 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE), operada pelo DAEE. Na elaboração da IDF2 aplicou-se metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias

máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Itapitangui, códigos 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE), operada pelo DAEE.

As estações Itapitangui (pluviométrica e pluviográfica) distanciam-se da sede municipal de Cananéia em 10 km.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Cananéia e regiões circunvizinhas.

O município de Cananéia está localizado no litoral sul do estado de São Paulo, na Latitude $25^{\circ}00'54''$ S e Longitude $47^{\circ}55'37''$ W, a 265 km de São Paulo. O município possui área de 1242 Km² e localiza-se a uma altitude de 8 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 12.226 habitantes.

Para a elaboração da IDF do município de Cananéia, procedeu-se a um estudo preliminar com os dados da estação pluviográfica de Itapitanguí. Este estudo subsidiou a geração de uma IDF (IDF1) e permitiu o cálculo das relações entre alturas de precipitação de diferentes durações, usadas para a desagregação da série de máximos anuais levantados de registros da estação pluviométrica de Itapitanguí.

Ambas as estações, pluviográfica e pluviométrica Itapitanguí, estão localizadas no município de Cananéia, na Latitude $-24^{\circ}56'00''$ S e Longitude $47^{\circ}57'00''$ W, inseridas na sub-bacia 82 (sub-bacia dos rios Nhundiaquara, Itapocu e outros). Os dados para definição da equação IDF1 foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo operado pelo DAEE, no período de 1975 até 1992 enquanto que os dados para definição da IDF2 correspondem a leituras diárias de pluviômetro realizadas entre 1954 e 2014.

A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações pluviográfica e pluviométrica.

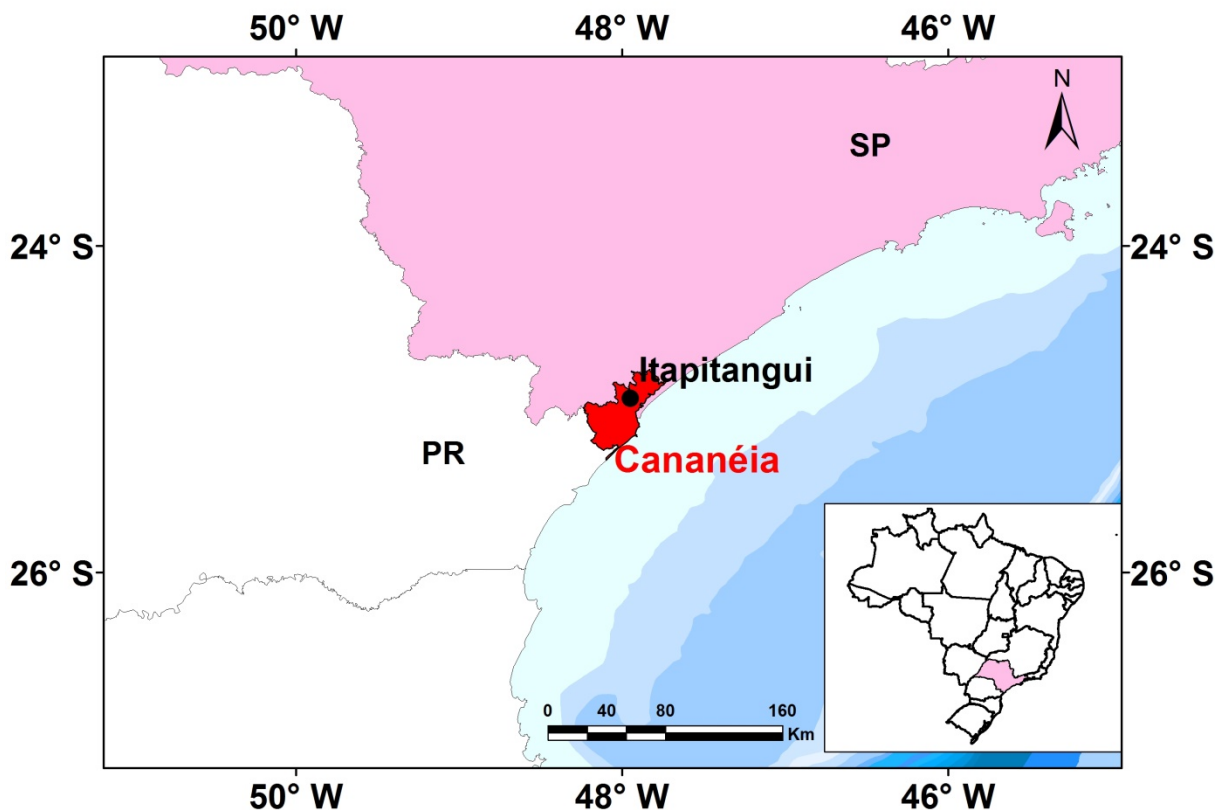


Figura 01 – Localização do Município, da Estação Pluviográfica e da Estação Pluviométrica

2 – EQUAÇÕES

2.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação utilizando os dados pluviográficos está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Itapitangui, códigos 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE), foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviográficos.

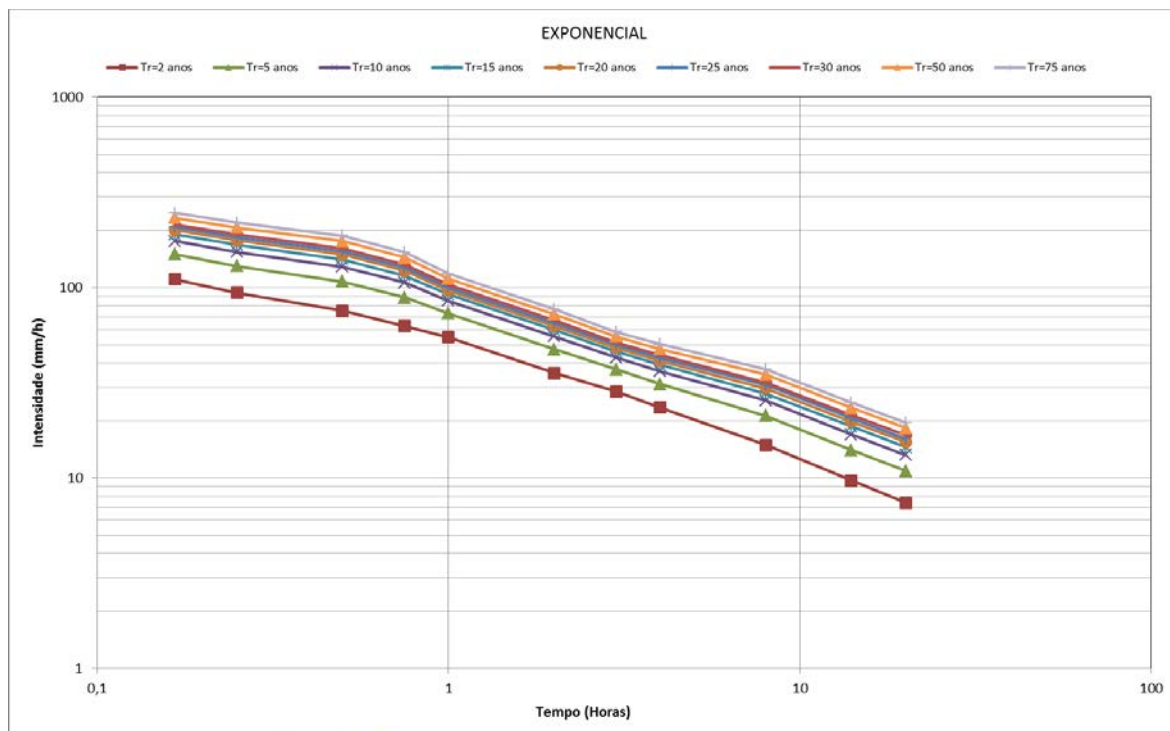


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso de Itapitangui os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 4\text{h}$$

$$a = 2328,5; b = 0,2105; c = 30,9 \text{ e } d = 0,8481;$$

$$i = \frac{2328,5T^{0,2105}}{(t+30,9)^{0,8481}} \quad (02)$$

4h < t ≤ 24h
a = 1395; b = 0,2269; c = 55 e d = 0,7405;

$$i = \frac{1395T^{0,2269}}{(t+55)^{0,7405}} \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempos de retorno até 75 anos e durações de 10 minutos a 24 horas. A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75
10 Minutos	115,8	140,4	162,4	176,9	187,9	197,0	204,7	217,5	227,9	248,2
15 Minutos	105,0	127,3	147,3	160,4	170,4	178,6	185,6	197,2	206,7	225,1
20 Minutos	96,2	116,6	134,9	147,0	156,1	163,6	170,0	180,7	189,3	206,2
30 Minutos	82,6	100,2	115,9	126,2	134,1	140,5	146,0	155,2	162,6	177,1
45 Minutos	68,5	83,1	96,1	104,7	111,3	116,6	121,2	128,7	134,9	146,9
1 HORA	58,8	71,3	82,5	89,9	95,5	100,1	104,0	110,5	115,8	126,1
2 HORAS	38,3	46,4	53,7	58,5	62,1	65,1	67,6	71,9	75,3	82,0
3 HORAS	28,8	34,9	40,4	44,0	46,8	49,0	50,9	54,1	56,7	61,8
4 HORAS	23,3	28,2	32,7	35,6	37,8	39,6	41,2	43,8	45,9	49,9
5 HORAS	21,1	26,0	30,4	33,3	35,6	37,4	39,0	41,7	43,8	48,0
6 HORAS	18,8	23,1	27,1	29,7	31,7	33,4	34,8	37,1	39,0	42,8
7 HORAS	17,0	20,9	24,5	26,9	28,7	30,2	31,5	33,6	35,3	38,7
8 HORAS	15,6	19,2	22,4	24,6	26,3	27,6	28,8	30,7	32,3	35,5
12 HORAS	11,8	14,6	17,1	18,7	20,0	21,0	21,9	23,4	24,6	26,9
14 HORAS	10,6	13,1	15,3	16,8	17,9	18,9	19,7	21,0	22,1	24,2
20 HORAS	8,3	10,2	11,9	13,1	14,0	14,7	15,3	16,4	17,2	18,9
24 HORAS	7,3	9,0	10,5	11,5	12,3	12,9	13,5	14,4	15,1	16,6

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75
10 Minutos	19,3	23,4	27,1	29,5	31,3	32,8	34,1	36,2	38,0	41,4
15 Minutos	26,2	31,8	36,8	40,1	42,6	44,7	46,4	49,3	51,7	56,3
20 Minutos	32,1	38,9	45,0	49,0	52,0	54,5	56,7	60,2	63,1	68,7
30 Minutos	41,3	50,1	57,9	63,1	67,0	70,3	73,0	77,6	81,3	88,6
45 Minutos	51,4	62,3	72,1	78,5	83,4	87,5	90,9	96,5	101,2	110,2
1 HORA	58,8	71,3	82,5	89,9	95,5	100,1	104,0	110,5	115,8	126,1
2 HORAS	76,5	92,8	107,4	116,9	124,2	130,2	135,3	143,7	150,7	164,1
3 HORAS	86,4	104,8	121,2	132,0	140,3	147,0	152,8	162,3	170,1	185,3
4 HORAS	93,2	113,0	130,7	142,4	151,3	158,5	164,7	175,0	183,4	199,8
5 HORAS	105,5	129,9	152,1	166,7	178,0	187,2	195,1	208,3	219,1	240,2
6 HORAS	112,8	138,9	162,5	178,2	190,2	200,1	208,6	222,6	234,2	256,8
7 HORAS	119,1	146,6	171,6	188,1	200,8	211,2	220,2	235,0	247,2	271,0
8 HORAS	124,6	153,4	179,6	196,9	210,1	221,1	230,4	245,9	258,7	283,6
12 HORAS	142,1	174,9	204,7	224,4	239,6	252,0	262,7	280,4	294,9	323,4
14 HORAS	149,0	183,4	214,7	235,4	251,2	264,3	275,4	294,0	309,3	339,1
20 HORAS	165,7	204,0	238,8	261,8	279,4	293,9	306,3	327,0	344,0	377,1
24 HORAS	174,7	215,1	251,7	275,9	294,6	309,9	322,9	344,7	362,6	397,6

2.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Cananéia, códigos 02447040 (ANA) F4-029(DAEE), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 31/Set), apresentada no Anexo III. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com a IDF1, para a estação pluviográfica Itapitangui, códigos 02447040 (ANA) F4-029R(DAEE). As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

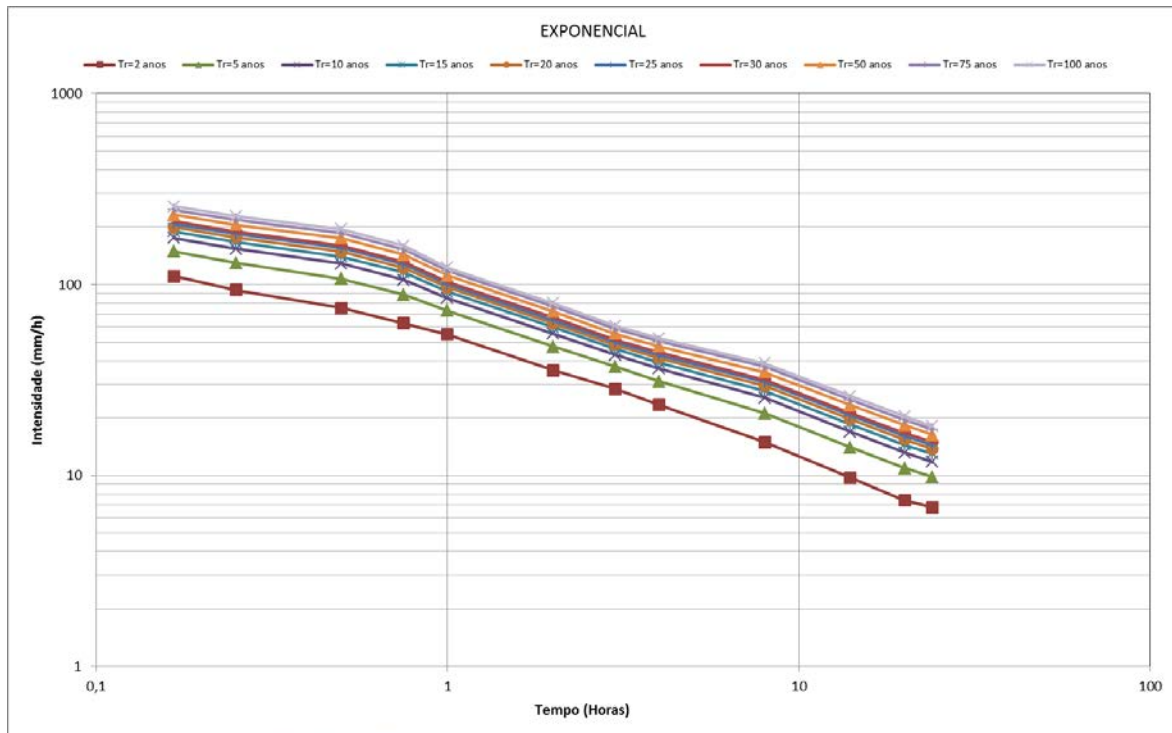


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 03 são do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (04)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso de Cananéia os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 3574; b = 0,2839; c = 35,5; d = 0,9900$$

$$i = \frac{3574T^{0,2839}}{(t+35,5)^{0,9900}} \quad (05)$$

$$1\text{h} < t \leq 4\text{h}$$

$$a = 555,7; b = 0,2839; c = 0 \text{ e } d = 0,6477;$$

$$i = \frac{555,7T^{0,2839}}{t^{0,6477}} \quad (06)$$

$$4\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 909,3; b = 0,2864; c = 80,9 \text{ e } d = 0,6971;$$

$$i = \frac{909,3T^{0,2864}}{(t+80,9)^{0,6971}} \quad (07)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno até 100 anos e durações de 10 minutos até 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 03 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
10 Minutos	99,4	128,9	156,9	176,0	191,0	203,5	214,3	232,6	247,8	260,9	272,6	278,0	301,7
15 Minutos	89,6	116,2	141,5	158,8	172,3	183,6	193,3	209,8	223,5	235,3	245,9	250,7	272,1
20 Minutos	81,6	105,9	128,9	144,6	156,9	167,2	176,1	191,0	203,5	214,3	223,9	228,4	247,8
30 Minutos	69,3	89,8	109,4	122,7	133,2	141,9	149,4	162,1	172,7	181,9	190,1	193,8	210,3
45 Minutos	56,5	73,3	89,2	100,1	108,6	115,7	121,8	132,2	140,8	148,3	155,0	158,0	171,5
1 HORA	47,7	61,9	75,3	84,5	91,7	97,7	102,9	111,6	118,9	125,2	130,9	133,4	144,8
2 HORAS	30,5	39,5	48,1	54,0	58,5	62,4	65,7	71,3	75,9	80,0	83,6	85,2	92,5
3 HORAS	23,4	30,4	37,0	41,5	45,0	48,0	50,5	54,8	58,4	61,5	64,3	65,5	71,1
4 HORAS	19,4	25,2	30,7	34,4	37,4	39,8	41,9	45,5	48,5	51,0	53,3	54,4	59,0
5 HORAS	17,6	22,9	27,9	31,4	34,1	36,3	38,3	41,5	44,3	46,7	48,8	49,7	54,0
6 HORAS	15,9	20,7	25,2	28,3	30,8	32,8	34,5	37,5	40,0	42,1	44,0	44,9	48,8
7 HORAS	14,6	18,9	23,1	25,9	28,1	30,0	31,6	34,3	36,6	38,5	40,3	41,1	44,6
8 HORAS	13,4	17,5	21,3	23,9	26,0	27,7	29,2	31,7	33,8	35,6	37,2	38,0	41,2
12 HORAS	10,5	13,6	16,6	18,7	20,3	21,6	22,8	24,7	26,4	27,8	29,0	29,6	32,2
14 HORAS	9,5	12,4	15,1	17,0	18,4	19,6	20,7	22,4	23,9	25,2	26,4	26,9	29,2
20 HORAS	7,6	9,8	12,0	13,5	14,6	15,6	16,4	17,8	19,0	20,0	20,9	21,4	23,2
24 HORAS	6,7	8,7	10,6	11,9	13,0	13,8	14,6	15,8	16,9	17,8	18,6	18,9	20,6

Tabela 04 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
10 Minutos	16,6	21,5	26,2	29,3	31,8	33,9	35,7	38,8	41,3	43,5	45,4	46,3	50,3
15 Minutos	22,4	29,1	35,4	39,7	43,1	45,9	48,3	52,4	55,9	58,8	61,5	62,7	68,0
20 Minutos	27,2	35,3	43,0	48,2	52,3	55,7	58,7	63,7	67,8	71,4	74,6	76,1	82,6
30 Minutos	34,6	44,9	54,7	61,4	66,6	70,9	74,7	81,1	86,4	91,0	95,0	96,9	105,2
45 Minutos	42,4	54,9	66,9	75,1	81,4	86,8	91,4	99,2	105,6	111,2	116,2	118,5	128,6
1 HORA	47,7	61,9	75,3	84,5	91,7	97,7	102,9	111,6	118,9	125,2	130,9	133,4	144,8
2 HORAS	60,9	79,0	96,2	107,9	117,1	124,8	131,4	142,6	151,9	160,0	167,1	170,4	184,9
3 HORAS	70,3	91,1	110,9	124,5	135,1	143,9	151,6	164,5	175,2	184,5	192,8	196,6	213,3
4 HORAS	77,7	100,8	122,8	137,8	149,5	159,3	167,7	182,0	193,9	204,2	213,3	217,6	236,1
5 HORAS	88,1	114,5	139,6	156,8	170,3	181,5	191,3	207,7	221,4	233,3	243,8	248,7	270,0
6 HORAS	95,4	124,1	151,3	170,0	184,5	196,7	207,3	225,1	239,9	252,8	264,2	269,5	292,6
7 HORAS	101,9	132,4	161,5	181,4	197,0	210,0	221,2	240,2	256,1	269,8	282,0	287,6	312,3
8 HORAS	107,6	139,9	170,6	191,6	208,0	221,8	233,7	253,7	270,5	285,0	297,8	303,8	329,9
12 HORAS	125,9	163,7	199,6	224,2	243,5	259,5	273,4	296,9	316,5	333,5	348,5	355,5	386,0
14 HORAS	133,3	173,2	211,3	237,3	257,7	274,7	289,4	314,3	335,0	353,0	368,9	376,3	408,6
20 HORAS	151,3	196,6	239,8	269,4	292,5	311,8	328,5	356,7	380,3	400,6	418,7	427,1	463,8
24 HORAS	161,0	209,3	255,3	286,8	311,4	331,9	349,7	379,8	404,8	426,5	445,8	454,7	493,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

O pluviograma da figura 4 apresenta o evento de chuva do dia 21 de janeiro de 1976 registrado na estação pluviográfica de Itapitangui em Cananéia, onde foi registrada uma Chuva de 303 mm com duração de 8 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 04. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (08)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 303 mm dividido por 8 h é igual a 37,9 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{37,9(480 + 80,9)^{0,6971}}{909,3} \right]^{1/0,2864} = 75 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 75 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,33%, ou

$$P(i \geq 37,9 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{75} 100 = 1,33\%$$

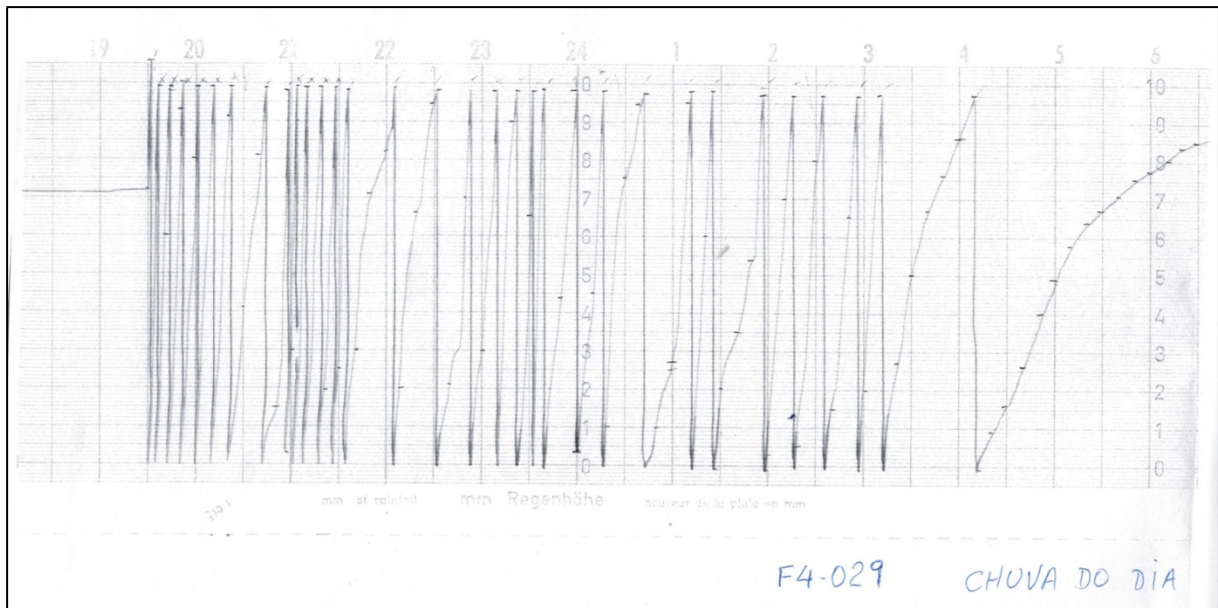


Figura 04 – Registro de chuva do dia 21 de janeiro de 1976 da estação Itapitangui, códigos 02447040 (ANA) F4-029(DAEE).

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>. Acesso em 15 de junho de 2016.

GOOGLE EARTH. Estação pluviográfica de Itapitangui. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 15 de junho de 2016.

PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. CPRM. Belo Horizonte. Mar, 2013.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN	DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS
17/01/1976	26,7	17/01/1976	40,1	17/01/1976	72,7	17/01/1976	90,6	17/01/1976	94,9	17/01/1976	97,7
21/01/1976	19,3	21/01/1976	25,9	21/01/1976	41,2	21/01/1976	57,5	21/01/1976	67,0	21/01/1976	124,4
14/11/1976	35,7	14/11/1976	47,9	13/11/1976	30,1	14/11/1976	92,0	14/11/1976	97,0	23/02/1976	54,4
05/01/1977	18,0	05/01/1977	23,7	14/11/1976	79,1	27/02/1979	57,0	27/02/1979	60,3	14/11/1976	103,2
05/02/1977	19,9	05/02/1977	23,1	05/01/1977	33,6	02/03/1979	40,1	02/03/1979	48,1	27/02/1979	61,9
24/04/1977	20,2	24/04/1977	20,4	05/02/1977	30,5	13/03/1979	45,5	13/03/1979	57,8	02/03/1979	71,0
12/11/1977	17,2	12/11/1977	21,2	27/02/1979	49,4	16/12/1979	39,1	16/12/1979	52,0	13/03/1979	87,0
18/12/1978	18,5	18/12/1978	20,5	02/03/1979	32,0	19/02/1980	38,6	19/02/1980	50,4	16/12/1979	71,0
27/02/1979	28,7	27/02/1979	34,7	13/03/1979	34,4	09/03/1980	42,0	09/03/1980	46,3	19/02/1980	70,4
13/03/1979	15,2	13/03/1979	20,3	16/12/1979	31,5	05/01/1981	54,2	23/12/1980	46,5	23/12/1980	73,0
09/03/1980	14,4	09/03/1980	20,2	09/03/1980	34,3	06/01/1981	51,6	05/01/1981	59,4	06/01/1981	83,7
24/11/1980	14,9	21/12/1980	20,0	05/01/1981	43,4	23/01/1981	38,7	06/01/1981	61,4	10/03/1982	54,6
21/12/1980	17,2	05/01/1981	25,6	06/01/1981	41,3	31/01/1981	38,9	23/01/1981	46,0	13/02/1983	67,2
30/12/1980	15,0	06/01/1981	23,0	31/01/1981	30,8	10/03/1982	36,8	31/01/1981	43,2	23/01/1984	62,5
06/01/1981	18,6	19/01/1981	19,4	13/02/1983	43,9	13/02/1983	57,2	13/02/1983	62,2	08/02/1984	54,5
05/02/1982	16,2	10/03/1982	18,4	13/03/1983	30,11	08/03/1984	47,2	08/03/1984	52,8	08/03/1984	81,9
13/02/1983	19,5	13/02/1983	24,8	08/03/1984	35,8	10/01/1989	37,2	10/01/1989	48,6	10/01/1989	70,8

DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	20 HORAS	DATA	24 HORAS
17/01/1976	104,3	17/01/1976	105,11	17/01/1976	134,6	17/01/1976	134,8	17/01/1976	134,8	16/01/1976	134,8
21/01/1976	151,1	21/01/1976	187,3	21/01/1976	303,3	21/01/1976	318,3	21/01/1976	324,6	21/01/1976	328,0
14/11/1976	107,5	14/03/1976	70,6	23/02/1976	90,5	23/02/1976	109,1	23/02/1976	113,9	23/02/1976	113,9
27/02/1979	63,2	14/11/1976	108,4	14/03/1976	113,6	14/03/1976	134,4	14/03/1976	138,5	14/03/1976	138,8
02/03/1979	108,7	02/03/1979	126,4	14/11/1976	108,4	14/11/1976	108,4	14/11/1976	108,4	13/11/1976	142,7
13/03/1979	109,2	13/03/1979	112,5	02/03/1979	154,5	02/03/1979	178,5	02/03/1979	185,4	02/03/1979	185,4
16/12/1979	86,0	16/12/1979	99,0	13/03/1979	118,2	13/03/1979	151,9	13/03/1979	195,6	13/03/1979	220,0
19/02/1980	82,7	19/02/1980	95,6	16/12/1979	150,7	16/12/1979	161,1	16/12/1979	161,7	16/12/1979	161,7
23/12/1980	87,0	23/12/1980	103,6	19/02/1980	158,8	19/02/1980	181,1	19/02/1980	182,2	19/02/1980	186,8
05/01/1981	82,1	05/01/1981	88,6	23/12/1980	121,1	23/12/1980	171,9	16/03/1980	120,7	16/03/1980	121,7
06/01/1981	89,4	06/01/1981	95,6	05/01/1981	93,8	06/02/1981	101,5	23/12/1980	172,2	23/12/1980	172,2
13/02/1983	70,2	13/02/1983	71,4	06/01/1981	98,4	15/01/1983	103,0	06/01/1981	108,2	05/01/1981	191,0
22/01/1984	65,2	23/01/1984	90,2	07/03/1983	115,2	13/02/1983	106,0	13/02/1983	131,9	06/02/1981	114,0
23/01/1984	79,8	08/02/1984	82,3	23/01/1984	138,1	07/03/1983	152,8	06/03/1983	200,7	13/02/1983	151,5
08/02/1984	75,6	08/03/1984	103,1	08/03/1984	103,2	23/01/1984	187,1	03/12/1983	123,5	06/03/1983	229,4
08/03/1984	94,8	10/01/1989	88,61	10/01/1989	98,0	08/03/1984	104,9	22/01/1984	242,7	03/12/1983	145,6
10/01/1989	81,8	20/03/1990	68,9	20/03/1990	94,6	10/01/1989	108,3	10/01/1989	108,3	22/01/1984	278,1

ANEXO II

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd1/Pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,79	0,62	0,81	0,97
Mínima	0,75	0,59	0,80	0,86
Média	0,76	0,59	0,81	0,95
Mediana	0,75	0,59	0,81	0,96

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h
Máxima	0,77	0,87	0,91	0,79	0,88	0,92
Mínima	0,77	0,83	0,87	0,68	0,85	0,89
Média	0,77	0,87	0,88	0,70	0,85	0,90
Mediana	0,77	0,87	0,88	0,69	0,85	0,90

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,35	0,46	0,79	0,97
Mínima	0,34	0,43	0,69	0,86
Média	0,35	0,46	0,77	0,95
Mediana	0,35	0,46	0,78	0,96

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P24horas)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h	Relação 20h/24h
Máxima	0,34	0,44	0,52	0,57	0,73	0,84	0,94
Mínima	0,28	0,37	0,42	0,48	0,71	0,83	0,91
Média	0,29	0,38	0,44	0,50	0,71	0,83	0,93
Mediana	0,29	0,37	0,43	0,49	0,71	0,83	0,93

ANEXO III

Série de Dados Utilizados– Altura de Chuva diária (mm)

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1961	1962	02/03/1962	101,2
1962	1963	11/01/1963	340,8
1963	1964	13/06/1964	107,2
1964	1965	15/02/1965	159,0
1965	1966	10/02/1966	330,8
1966	1967	31/01/1967	190,0
1967	1968	23/01/1968	110,8
1968	1969	22/06/1969	161,2
1969	1970	20/11/1969	185,4
1970	1971	05/03/1971	141,0
1971	1972	20/02/1972	110,9
1972	1973	10/04/1973	185,2
1973	1974	25/12/1973	122,5
1974	1975	21/03/1975	203,6
1975	1976	21/01/1976	336,5
1976	1977	14/11/1976	109,6
1977	1978	05/02/1978	245,4
1978	1979	02/03/1979	204,2
1979	1980	19/02/1980	170,8
1980	1981	23/12/1980	178,3
1981	1982	25/05/1982	101,0
1982	1983	06/03/1983	149,4
1983	1984	23/01/1984	199,1
1984	1985	12/11/1984	57,9
1985	1986	24/03/1986	123,8
1986	1987	04/12/1986	85,5
1987	1988	24/01/1988	104,2
1988	1989	10/01/1989	118,8
1989	1990	09/01/1990	112,1
1990	1991	25/01/1991	145,5
1991	1992	16/01/1992	112,9
1992	1993	10/01/1993	141,5
1993	1994	23/01/1994	152,8
1994	1995	03/02/1995	196,5
1995	1996	29/12/1995	146,8
1996	1997	25/05/1997	110,1
1997	1998	04/01/1998	162,2

ANEXO III (Continuação)

1998	1999	08/03/1999	91,4
1999	2000	14/11/1999	46,1
2000	2001	22/01/2001	120,3
2001	2002	06/04/2002	161,9
2002	2003	22/02/2003	99,5
2003	2004	12/04/2004	110,11
2004	2005	11/12/2004	110,3
2005	2006	11/03/2006	229,5
2006	2007	09/02/2007	132,51
2007	2008	14/01/2008	196,9
2008	2009	26/02/2009	275,1
2009	2010	08/01/2010	125,9
2010	2011	01/08/2011	80,5
2011	2012	28/02/2012	93,5
2012	2013	10/01/2013	96,7

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF).

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

ENDEREÇOS

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial

Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 - Centro
São Paulo - SP - CEP: 01304-010
Tel.: 11 3775-5100 - Fax: 11 3256-8430

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

www.cprm.gov.br



PAC