

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE



ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: São Paulo

Município: Pilar do Sul

Estação Pluviográfica e Pluviométrica:
Usina Batista

Código ANA: 02347049

Código DAEE: E4-028R



2019

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

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

(Desagregação de Precipitações Diárias)

Município: Pilar do Sul/SP

Estação Pluviográfica e Pluviométrica: Usina Batista
Códigos: 02347049 (ANA) E4-028R(DAEE)

Caluan Rodrigues Capozzoli

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

SÃO PAULO

2019

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

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

Copyright @ 2019 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

C245 Capozzoli, Caluan Rodrigues
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município: Pilar do Sul/SP / Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – São Paulo: CPRM, 2019.
17p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-545-8

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Karine Pickbrenner. II. Pinto, Eber José de Andrade. III. Título

CDD 551.570981
CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

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

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Marisete Fátima Dadald Pereira

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Alexandre Vidigal de Oliveira

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Lília Mascarenhas Sant'Agostino

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Júlio César Andreolli Caliento
Superintendente

Vanesca Sartorelli Medeiros
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Maurício Pavan Silva
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Fabrizio Prior Caltabelotta
Gerente de Infraestrutura Geocientífica

Carlos Augusto Fiorim Enumo
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

Divisão de Hidrologia Aplicada
Adriana Dantas Medeiros
Achiles Monteiro (*In memoriam*)

Divisão de Geologia Aplicada
Sandra Fernandes da Silva

**Coordenação Executiva do DEHID
Projeto Atlas Pluviométrico**
Eber José de Andrade Pinto

**Coordenação do Projeto Cartas
Municipais de Suscetibilidade**
Tiago Antonelli

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias (*In memoriam*) - REFO
Karine Pickbrenner - SUREG/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - SUREG/PA
Adriano da Silva Santos - SUREG/RE
Caluan Rodrigues Capozzoli – SUREG/SP
Catharina dos Prazeres Campos de Farias – SUREG/BE
Jean Ricardo da Silvado 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

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.

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 Pilar do Sul. 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 foi elaborada com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros da estação pluviográfica Usina Batista, códigos 02347049 (ANA) e E4-028R(DAEE), operada pelo DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo. Na elaboração da IDF2 aplicou-se metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Usina Batista, código 02347049 (ANA), operada pelo DAEE.

A estação pluviográfica e pluviométrica Usina Batista está a cerca de 8 km de distância da sede municipal de Pilar do Sul.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	02
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	07
4 – REFERÊNCIAS	07
ANEXO I	08
ANEXO II	10
ANEXO III	11

LISTA DE FIGURAS

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

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência IDF1

Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência IDF2

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h IDF1

Tabela 02 – Altura de chuva em mm IDF1

Tabela 03 – Intensidade da chuva em mm/h IDF2

Tabela 04 – Altura de chuva em mm IDF2

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Pilar do Sul.

O município de Pilar do Sul está localizado na Região Metropolitana de Sorocaba, no estado de São Paulo, na Latitude 23°48'30" S e Longitude 47°43'22" W, a 140 km de São Paulo. O município possui área de 680 Km² e localiza-se a uma altitude de 689 metros. Sua população, segundo o censo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), é de 26.406 habitantes.

Para a elaboração da IDF do município de Pilar do Sul, procedeu-se a um estudo preliminar com os dados da estação pluviográfica Usina Batista, códigos 02347049 (ANA) e E4-028R(DAEE). 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 Usina Batista, de mesmo código.

Ambas as estações, pluviográfica e pluviométrica, estão localizadas no município de Pilar do Sul, na latitude 23°50'00" S e longitude 47°39'01" W e inseridas na sub-bacia 64 (sub-bacia dos rios Paraná, Paranapanema, Amambá e outros). Os dados para definição da equação IDF1 foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo, no período de 1974 até 1984 enquanto que os dados para definição da IDF2 correspondem a leituras diárias de pluviômetro realizadas entre 1937 e 2014.

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

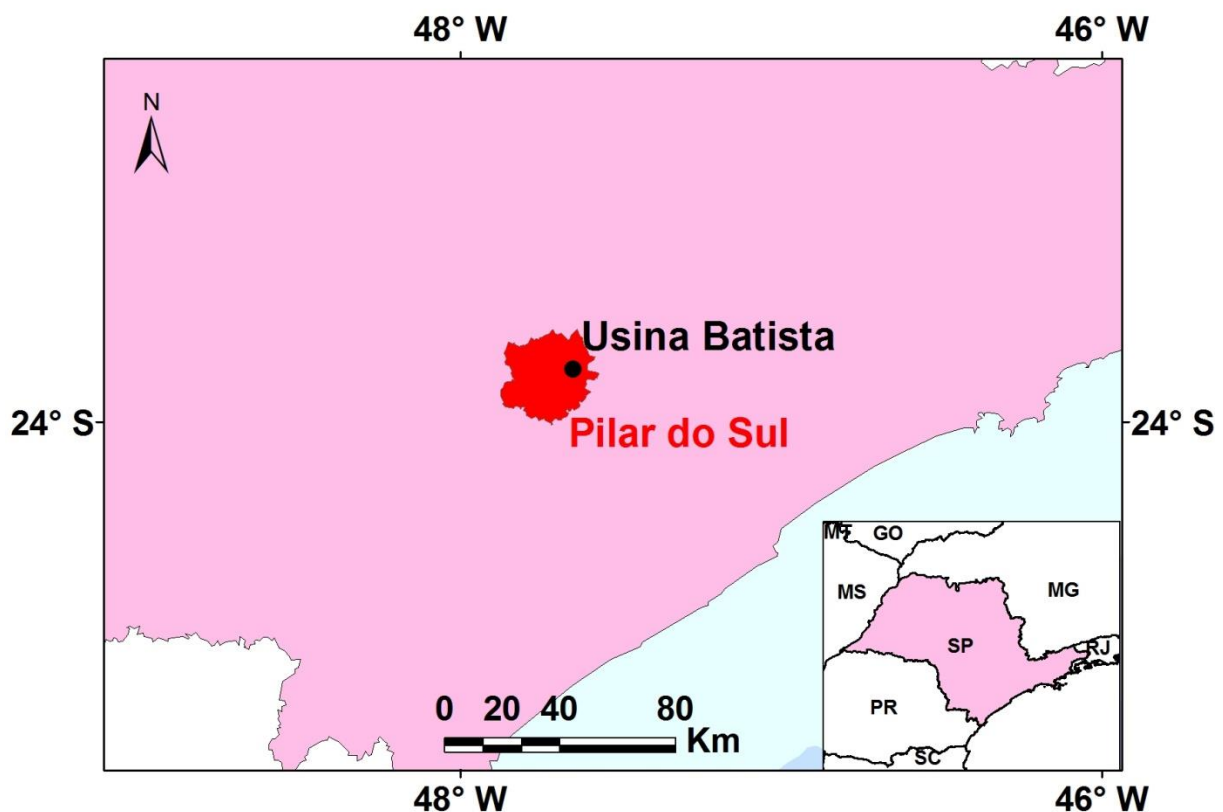


Figura 01 – Localização do Município, da Estação Pluviográfica e Pluviométrica

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 Usina Batista, códigos 02347049 (ANA) e E4-028R(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.

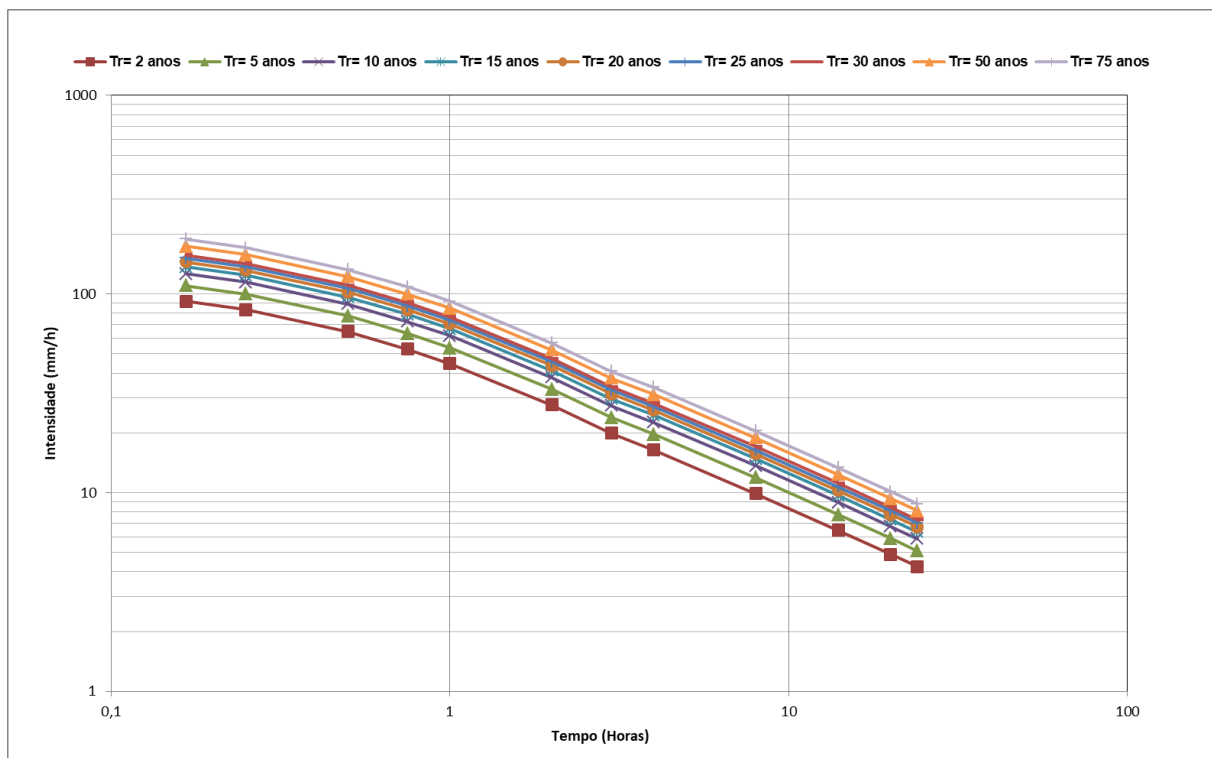


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência IDF1

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 Usina Batista os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 3\text{h}$$

$$a = 4018,2; b = 0,1984; c = 38 \text{ e } d = 1,0111;$$

$$i = \frac{4018,2T^{0,1984}}{(t+38)^{1,0111}} \quad (02)$$

$$3\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1343,9; b = 0,2008; c = 38 \text{ e } d = 0,8082; \quad (03)$$

$$i = \frac{1343,9T^{0,2008}}{(t+38)^{0,8082}}$$

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 IDF1

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75
10 Minutos	92,0	110,4	126,6	137,2	145,3	151,9	157,5	166,7	174,3	180,7	188,9
15 Minutos	83,2	99,8	114,6	124,2	131,4	137,4	142,5	150,8	157,6	163,5	170,9
20 Minutos	76,0	91,1	104,6	113,3	120,0	125,4	130,0	137,7	143,9	149,2	156,0
30 Minutos	64,7	77,6	89,0	96,5	102,2	106,8	110,7	117,2	122,5	127,0	132,8
45 Minutos	52,9	63,4	72,8	78,9	83,5	87,3	90,5	95,8	100,2	103,9	108,6
1 HORA	44,7	53,6	61,5	66,7	70,6	73,8	76,5	81,0	84,7	87,8	91,8
2 HORAS	27,6	33,1	38,0	41,1	43,6	45,5	47,2	50,0	52,2	54,2	56,6
3 HORAS	19,9	23,9	27,4	29,7	31,5	32,9	34,1	36,1	37,7	39,1	40,9
4 HORAS	16,4	19,7	22,6	24,5	26,0	27,2	28,2	29,8	31,2	32,4	33,9
5 HORAS	14,0	16,8	19,3	20,9	22,2	23,2	24,0	25,5	26,6	27,6	28,9
6 HORAS	12,2	14,7	16,9	18,3	19,4	20,3	21,1	22,3	23,4	24,2	25,3
7 HORAS	10,9	13,1	15,1	16,4	17,3	18,1	18,8	19,9	20,8	21,6	22,6
8 HORAS	9,9	11,9	13,7	14,8	15,7	16,4	17,0	18,0	18,9	19,6	20,5
12 HORAS	7,3	8,7	10,0	10,9	11,5	12,1	12,5	13,3	13,9	14,4	15,0
14 HORAS	6,5	7,8	8,9	9,7	10,2	10,7	11,1	11,8	12,3	12,8	13,4
20 HORAS	4,9	5,9	6,8	7,3	7,8	8,1	8,4	8,9	9,3	9,7	10,1
24 HORAS	4,2	5,1	5,9	6,4	6,7	7,0	7,3	7,7	8,1	8,4	8,8

Tabela 02 – Altura de chuva em mm IDF1

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75
10 Minutos	15,3	18,4	21,1	22,9	24,2	25,3	26,2	27,8	29,0	30,1	31,5
15 Minutos	20,8	25,0	28,6	31,0	32,9	34,3	35,6	37,7	39,4	40,9	42,7
20 Minutos	25,3	30,4	34,9	37,8	40,0	41,8	43,3	45,9	48,0	49,7	52,0
30 Minutos	32,4	38,8	44,5	48,2	51,1	53,4	55,4	58,6	61,3	63,5	66,4
45 Minutos	39,7	47,6	54,6	59,2	62,6	65,5	67,9	71,9	75,1	77,9	81,4
1 HORA	44,7	53,6	61,5	66,7	70,6	73,8	76,5	81,0	84,7	87,8	91,8
2 HORAS	55,2	66,2	75,9	82,3	87,1	91,1	94,4	100,0	104,5	108,3	113,2
3 HORAS	59,8	71,7	82,3	89,1	94,4	98,6	102,3	108,3	113,2	117,4	122,7
4 HORAS	65,4	78,6	90,4	98,0	103,8	108,6	112,7	119,4	124,8	129,5	135,4
5 HORAS	69,8	83,9	96,4	104,6	110,8	115,9	120,2	127,4	133,2	138,2	144,5
6 HORAS	73,4	88,2	101,4	110,0	116,6	121,9	126,4	134,0	140,1	145,3	152,0
7 HORAS	76,5	91,9	105,6	114,6	121,4	127,0	131,7	139,5	145,9	151,4	158,3
8 HORAS	79,1	95,1	109,3	118,5	125,6	131,4	136,3	144,4	151,0	156,6	163,8
12 HORAS	87,2	104,8	120,5	130,7	138,5	144,8	150,2	159,2	166,5	172,7	180,6
14 HORAS	90,4	108,6	124,8	135,4	143,5	150,1	155,7	164,9	172,5	178,9	187,1
20 HORAS	97,8	117,5	135,1	146,6	155,3	162,4	168,4	178,5	186,6	193,6	202,5
24 HORAS	101,7	122,2	140,5	152,4	161,5	168,9	175,2	185,6	194,1	201,3	210,6

2.2 – IDF2: Desagregação de dados diários 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 pluviométrica Usina Batista, códigos 02347049 (ANA) e E4-028R(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 Gumbel, 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 Usina Batista, códigos 02347049 (ANA) E4-028R (DAEE). As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

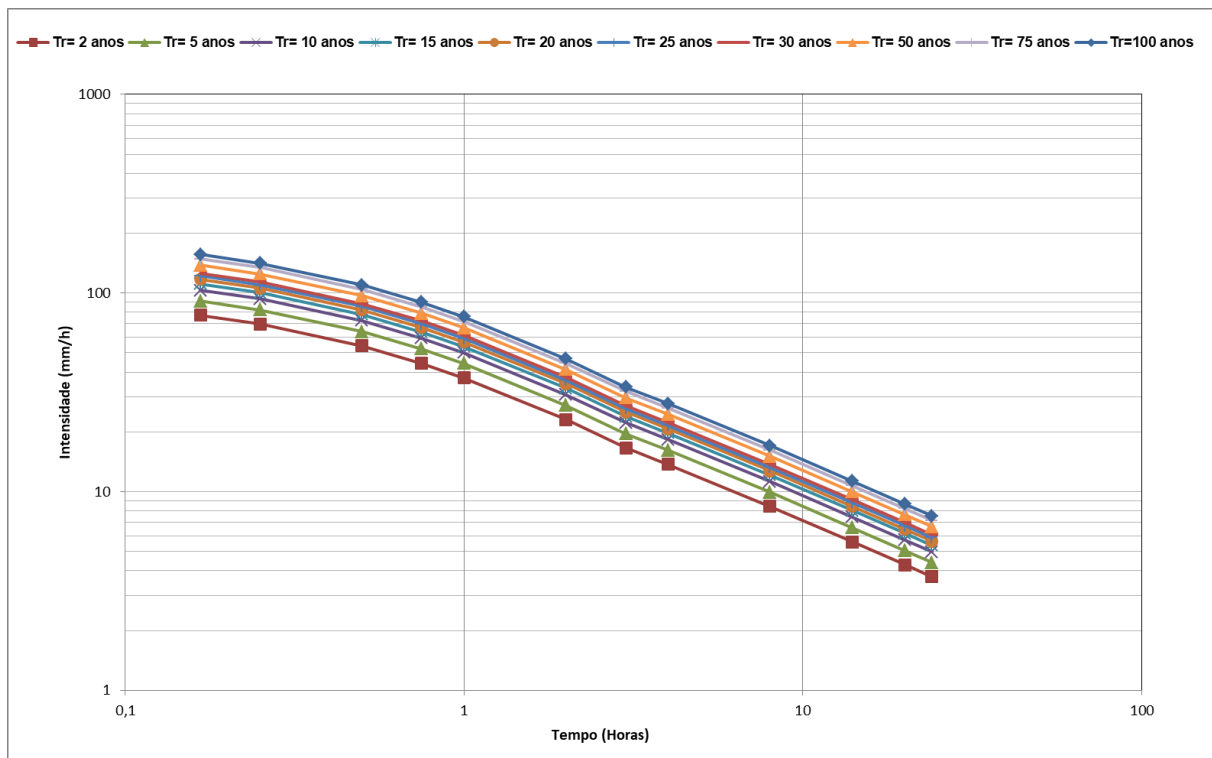


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência IDF2

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 Usina Batista os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 3\text{h}$$

$$a = 3500; b = 0,1804; c = 38,1; d = 1,0168$$

$$i = \frac{3500T^{0,1804}}{(t+38,1)^{1,0168}} \quad (05)$$

$$3\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 921,7; b = 0,1804; c = 32,5; d = 0,7728$$

$$i = \frac{921,7T^{0,1804}}{(t-32,5)^{0,7728}} \quad (06)$$

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 IDF2

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	77,3	91,2	103,3	111,1	117,0	121,9	125,9	132,6	138,1	142,7	148,6	153,5	156,5
15 Minutos	69,9	82,4	93,4	100,5	105,9	110,2	113,9	120,0	124,9	129,1	134,4	138,8	141,5
20 Minutos	63,8	75,2	85,2	91,7	96,6	100,6	103,9	109,5	114,0	117,8	122,6	126,7	129,1
30 Minutos	54,3	64,0	72,5	78,0	82,2	85,6	88,4	93,1	97,0	100,2	104,3	107,8	109,9
45 Minutos	44,3	52,3	59,2	63,7	67,1	69,9	72,2	76,1	79,2	81,8	85,2	88,1	89,7
1 HORA	37,4	44,2	50,0	53,8	56,7	59,0	61,0	64,3	66,9	69,1	72,0	74,4	75,8
2 HORAS	23,0	27,2	30,8	33,1	34,9	36,3	37,6	39,6	41,2	42,6	44,3	45,8	46,7
3 HORAS	16,6	19,6	22,2	23,9	25,2	26,2	27,1	28,5	29,7	30,7	31,9	33,0	33,6
4 HORAS	13,7	16,2	18,3	19,7	20,8	21,6	22,3	23,5	24,5	25,3	26,4	27,2	27,8
5 HORAS	11,8	13,9	15,7	16,9	17,8	18,5	19,2	20,2	21,0	21,7	22,6	23,4	23,8
6 HORAS	10,3	12,2	13,8	14,9	15,7	16,3	16,8	17,7	18,5	19,1	19,9	20,5	20,9
7 HORAS	9,3	10,9	12,4	13,3	14,0	14,6	15,1	15,9	16,6	17,1	17,8	18,4	18,8
8 HORAS	8,4	9,9	11,2	12,1	12,7	13,3	13,7	14,4	15,0	15,5	16,2	16,7	17,0
12 HORAS	6,3	7,4	8,4	9,0	9,5	9,9	10,2	10,7	11,2	11,5	12,0	12,4	12,7
14 HORAS	5,6	6,6	7,5	8,0	8,4	8,8	9,1	9,6	10,0	10,3	10,7	11,1	11,3
20 HORAS	4,3	5,0	5,7	6,1	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5	8,6
24 HORAS	3,7	4,4	5,0	5,4	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9	7,2	7,4	7,5

Tabela 04 – Altura de chuva em mm IDF2

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	12,9	15,2	17,2	18,5	19,5	20,3	21,0	22,1	23,0	23,8	24,8	25,6	26,1
15 Minutos	17,5	20,6	23,4	25,1	26,5	27,5	28,5	30,0	31,2	32,3	33,6	34,7	35,4
20 Minutos	21,3	25,1	28,4	30,6	32,2	33,5	34,6	36,5	38,0	39,3	40,9	42,2	43,0
30 Minutos	27,1	32,0	36,3	39,0	41,1	42,8	44,2	46,6	48,5	50,1	52,2	53,9	54,9
45 Minutos	33,2	39,2	44,4	47,8	50,3	52,4	54,2	57,1	59,4	61,4	63,9	66,0	67,3
1 HORA	37,4	44,2	50,0	53,8	56,7	59,0	61,0	64,3	66,9	69,1	72,0	74,4	75,8
2 HORAS	46,1	54,4	61,6	66,3	69,8	72,7	75,1	79,1	82,4	85,1	88,6	91,6	93,3
3 HORAS	49,8	58,8	66,6	71,7	75,5	78,6	81,2	85,6	89,1	92,0	95,8	99,0	100,9
4 HORAS	54,8	64,7	73,3	78,8	83,0	86,5	89,3	94,1	98,0	101,2	105,4	108,9	111,0
5 HORAS	58,8	69,3	78,5	84,5	89,0	92,7	95,8	100,9	105,0	108,5	113,0	116,8	119,0
6 HORAS	62,0	73,2	82,9	89,2	94,0	97,8	101,1	106,5	110,8	114,6	119,3	123,2	125,6
7 HORAS	64,8	76,5	86,7	93,2	98,2	102,2	105,7	111,3	115,9	119,7	124,6	128,8	131,3
8 HORAS	67,3	79,4	90,0	96,8	101,9	106,1	109,7	115,5	120,3	124,3	129,4	133,7	136,3
12 HORAS	75,0	88,5	100,3	107,9	113,6	118,3	122,3	128,8	134,1	138,5	144,2	149,1	151,9
14 HORAS	78,1	92,1	104,4	112,3	118,2	123,1	127,2	134,0	139,5	144,2	150,1	155,1	158,1
20 HORAS	85,4	100,7	114,1	122,8	129,3	134,7	139,2	146,6	152,6	157,7	164,2	169,7	172,9
24 HORAS	89,3	105,3	119,4	128,4	135,3	140,8	145,5	153,3	159,6	164,9	171,7	177,4	180,9

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em um determinado dia foi registrada na estação Usina Batista uma Chuva de 84 mm com duração de 2 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

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

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (07)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 100 mm dividido por 2 h é igual a 42 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{42(120 + 38,1)^{1,0168}}{3500} \right]^{1/0,1804} = 56 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 56 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,8%, ou

$$P(i \geq 42,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{56} 100 = 1,8\%$$

4 – REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama do município de Pilar do Sul (SP)**. Publicado em 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pilar-do-sul/panorama>. Acesso em: 13 ago. 2019.

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

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração (10 Min. - 24 Horas) – Altura de Chuva (mm)

Data	10 Min.	Data	15 Min.	Data	30 Min.	Data	45 Min.	Data	1 Hora	Data	2 Horas
11/01/1974	14,2	05/04/1974	22,1	05/04/1974	40,0	05/04/1974	53,1	05/04/1974	54,4	18/03/1974	38,7
05/04/1974	16,0	28/02/1975	18,0	29/10/1974	22,1	29/10/1974	33,9	29/10/1974	39,0	05/04/1974	61,7
28/02/1975	14,7	10/11/1975	17,4	28/02/1975	24,5	28/02/1975	26,6	28/02/1975	27,9	29/10/1974	41,6
10/11/1975	15,2	13/12/1975	25,9	10/11/1975	23,1	13/12/1975	36,6	13/12/1975	37,3	19/12/1974	37,2
13/12/1975	21,6	28/02/1976	26,3	13/12/1975	34,5	28/02/1976	60,4	28/02/1976	67,5	28/02/1975	33,7
28/02/1976	19,3	25/10/1976	32,5	28/02/1976	47,3	25/10/1976	66,2	25/10/1976	69,7	13/12/1975	39,0
25/10/1976	24,1	06/11/1976	15,3	25/10/1976	57,2	08/02/1977	27,4	08/02/1977	31,1	28/02/1976	79,3
06/11/1976	14,5	08/02/1977	16,7	08/02/1977	23,0	17/03/1977	28,8	17/03/1977	34,7	25/10/1976	71,6
08/02/1977	14,0	24/09/1977	17,0	29/03/1977	29,5	29/03/1977	35,2	29/03/1977	37,7	20/01/1977	40,8
17/03/1977	12,4	30/03/1978	19,0	21/12/1977	27,0	21/12/1977	34,2	21/12/1977	41,8	17/03/1977	35,0
24/09/1977	15,7	09/06/1978	15,8	30/03/1978	26,9	30/03/1978	29,3	30/03/1978	31,5	29/03/1977	41,4
18/02/1978	12,1	30/12/1978	21,8	09/06/1978	25,3	09/06/1978	28,2	09/06/1978	33,7	21/12/1977	62,1
30/03/1978	14,0	30/10/1979	16,5	30/12/1978	26,8	30/12/1978	27,0	30/12/1978	31,5	09/06/1978	45,9
09/06/1978	13,8	11/12/1979	20,0	11/12/1979	28,2	11/12/1979	31,8	11/12/1979	34,5	30/12/1978	34,1
30/12/1978	18,0	13/12/1980	18,0	24/02/1980	22,2	16/12/1979	25,5	16/12/1979	30,9	11/12/1979	36,8
30/10/1979	14,6	28/12/1980	17,0	12/01/1981	50,2	24/02/1980	29,8	26/01/1980	28,0	16/12/1979	43,6
11/12/1979	15,3	12/01/1981	30,2	14/01/1981	30,2	12/01/1981	60,3	24/02/1980	33,1	26/01/1980	47,2
13/12/1980	15,2	14/01/1981	15,6	27/01/1981	26,3	14/01/1981	39,9	12/01/1981	64,8	24/02/1980	34,9
28/12/1980	14,2	27/01/1981	18,7	01/02/1981	35,2	27/01/1981	27,2	14/01/1981	51,0	12/01/1981	67,7
12/01/1981	22,6	01/02/1981	18,8	06/02/1981	23,2	01/02/1981	43,7	01/02/1981	47,8	14/01/1981	79,2
27/01/1981	15,6	06/02/1981	15,8	27/06/1982	23,3	11/03/1982	27,9	11/03/1982	31,8	01/02/1981	48,7
01/02/1981	13,0	27/06/1982	16,1	24/10/1982	25,7	24/10/1982	27,3	24/10/1982	27,7	11/03/1982	49,7
24/10/1982	12,1	24/10/1982	17,6	21/12/1982	22,1	21/12/1982	30,6	21/12/1982	34,3	27/11/1982	35,2
04/08/1984	14,3	04/08/1984	15,1	19/03/1983	22,6	28/12/1983	27,1	28/12/1983	28,4	21/12/1982	41,2

ANEXO I (Continuação)

Data	3 Horas	Data	4 Horas.	Data	8 Horas	Data	14 Horas	Data	20 Horas	Data	24 Horas
18/03/1974	49,0	18/03/1974	62,6	18/03/1974	103,8	18/03/1974	129,4	18/03/1974	135,9	11/01/1974	60,2
05/04/1974	67,5	05/04/1974	81,3	05/04/1974	86,6	05/04/1974	90,1	05/04/1974	90,1	17/03/1974	137,2
08/06/1974	41,8	08/06/1974	41,8	29/10/1974	50,7	08/06/1974	61,9	08/06/1974	64,5	05/04/1974	90,1
29/10/1974	43,8	29/10/1974	43,9	19/12/1974	53,2	29/10/1974	58,0	29/10/1974	58,6	08/06/1974	64,5
19/12/1974	40,1	19/12/1974	42,6	28/02/1975	62,6	18/12/1974	67,5	18/12/1974	85,2	29/10/1974	58,6
28/02/1975	40,9	28/02/1975	58,8	28/02/1976	79,8	28/02/1975	69,4	28/02/1975	69,6	18/12/1974	87,6
13/12/1975	39,5	28/02/1976	79,8	29/05/1976	56,5	30/11/1975	56,8	30/11/1975	58,6	28/02/1975	69,6
28/02/1976	79,8	29/05/1976	43,8	06/06/1976	45,7	28/02/1976	79,8	28/02/1976	86,3	28/02/1976	89,8
25/10/1976	71,6	25/10/1976	71,6	25/10/1976	71,6	29/05/1976	84,5	29/05/1976	94,4	29/05/1976	107,1
20/01/1977	51,1	20/01/1977	52,8	19/01/1977	67,2	25/10/1976	71,6	25/10/1976	71,6	25/10/1976	71,6
17/03/1977	41,7	17/03/1977	41,8	29/03/1977	45,7	19/01/1977	80,1	19/01/1977	93,7	19/01/1977	93,8
29/03/1977	44,2	29/03/1977	45,3	10/04/1977	50,1	29/03/1977	66,2	29/03/1977	66,2	21/03/1977	60,8
21/12/1977	77,8	20/12/1977	90,1	20/12/1977	100,1	02/11/1977	55,8	20/12/1977	190,6	29/03/1977	66,2
09/06/1978	49,7	09/06/1978	52,4	09/06/1978	62,8	20/12/1977	187,6	09/06/1978	69,7	20/12/1977	190,6
27/12/1978	45,0	27/12/1978	57,4	28/11/1978	52,5	09/06/1978	63,5	28/11/1978	69,7	09/06/1978	69,7
11/12/1979	42,8	11/12/1979	45,0	27/12/1978	72,3	28/11/1978	69,7	27/12/1978	80,1	28/11/1978	69,7
16/12/1979	52,8	16/12/1979	63,9	16/12/1979	101,0	27/12/1978	77,9	18/08/1979	63,4	27/12/1978	80,1
26/01/1980	59,0	26/01/1980	79,6	26/01/1980	108,0	16/12/1979	113,0	16/12/1979	113,1	18/08/1979	64,1
12/01/1981	67,8	12/01/1981	67,8	12/01/1981	71,9	26/01/1980	119,3	26/01/1980	120,7	16/12/1979	113,2
14/01/1981	81,1	14/01/1981	82,6	14/01/1981	86,1	12/01/1981	72,4	12/01/1981	72,5	26/01/1980	121,9
01/02/1981	48,7	01/02/1981	48,7	01/02/1981	48,7	14/01/1981	86,1	14/01/1981	86,1	12/01/1981	72,5
11/03/1982	51,5	10/03/1982	55,8	23/01/1982	61,6	23/01/1982	64,5	23/01/1982	64,5	14/01/1981	86,1
27/11/1982	39,9	21/12/1982	43,8	10/03/1982	56,9	10/03/1982	57,9	10/03/1982	58,0	23/01/1982	64,5
21/12/1982	43,1	21/09/1984	45,5	21/09/1984	58,4	21/09/1984	81,3	21/09/1984	88,3	20/09/1984	89,1

ANEXO II

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd1/Pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10min/15 min	Relação 15min/30 min	Relação 30min/45 min	Relação 45min/1h
Máxima	0,80	0,65	0,83	0,91
Mínima	0,74	0,56	0,81	0,90
Média	0,75	0,58	0,81	0,91
Mediana	0,75	0,57	0,81	0,91

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h
Máxima	0,85	0,98	0,91	0,84	0,83	0,97
Mínima	0,83	0,91	0,88	0,81	0,80	0,95
Média	0,85	0,97	0,88	0,82	0,81	0,96
Mediana	0,85	0,97	0,88	0,82	0,81	0,96

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10min/1h	Relação 15min/1h	Relação 30min/1h	Relação 45min/1h
Máxima	0,39	0,49	0,75	0,91
Mínima	0,31	0,41	0,73	0,90
Média	0,32	0,43	0,74	0,91
Mediana	0,32	0,42	0,74	0,91

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd24horas)

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	0,46	0,55	0,61	0,67	0,79	0,95	0,99
Mínima	0,45	0,53	0,54	0,61	0,75	0,94	0,98
Média	0,45	0,53	0,55	0,62	0,76	0,94	0,98
Mediana	0,45	0,53	0,55	0,62	0,76	0,94	0,98

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)	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1944	1945	01/02/1945	76,1	1979	1980	26/01/1980	122,7
1946	1947	25/09/1947	62,3	1980	1981	14/01/1981	86,1
1947	1948	11/12/1947	66,2	1981	1982	23/01/1982	65,2
1948	1949	09/02/1949	58,0	1982	1983	29/05/1983	58,2
1949	1950	04/02/1950	94,7	1983	1984	20/09/1984	52,5
1950	1951	07/02/1951	78,5	1984	1985	26/11/1984	42,5
1951	1952	01/04/1952	62,0	1985	1986	09/05/1986	74,1
1952	1953	31/12/1952	68,3	1986	1987	15/06/1987	82,2
1953	1954	30/11/1953	72,8	1987	1988	07/02/1988	80,2
1954	1955	22/02/1955	66,6	1988	1989	09/01/1989	79,3
1955	1956	28/04/1956	108,4	1989	1990	03/01/1990	78,9
1956	1957	16/07/1957	84,0	1990	1991	09/02/1991	77,8
1957	1958	28/10/1957	75,0	1991	1992	17/03/1992	74,61
1958	1959	05/01/1959	81,2	1992	1993	17/02/1993	95,0
1959	1960	06/11/1959	76,2	1993	1994	29/01/1994	46,6
1960	1961	02/01/1961	53,0	1994	1995	15/01/1995	53,8
1961	1962	13/03/1962	98,6	1995	1996	28/12/1995	59,8
1962	1963	31/12/1962	90,6	1996	1997	11/01/1997	92,3
1963	1964	14/03/1964	50,4	1997	1998	01/03/1998	136,5
1964	1965	01/12/1964	84,4	1998	1999	09/09/1999	60,8
1965	1966	06/12/1965	48,8	1999	2000	05/01/2000	43,2
1966	1967	27/10/1966	80,5	2000	2001	31/01/2001	69,2
1967	1968	12/01/1968	110	2001	2002	02/10/2001	107,0
1968	1969	28/11/1968	56,6	2002	2003	28/11/2002	72,2
1969	1970	15/01/1970	60,5	2003	2004	27/01/2004	88,7
1970	1971	02/01/1971	55,6	2004	2005	25/05/2005	151,4
1971	1972	20/02/1972	71,9	2005	2006	10/07/2006	125,2
1972	1973	16/02/1973	74,6	2006	2007	29/11/2006	71,2
1973	1974	05/04/1974	89,5	2007	2008	07/12/2007	50,3
1974	1975	18/12/1974	75,3	2008	2009	16/02/2009	105,7
1975	1976	29/05/1976	101,2	2009	2010	09/11/2009	76,5
1976	1977	19/01/1977	89,1	2011	2012	20/06/2012	75,6
1977	1978	20/12/1977	142,0	2012	2013	16/12/2012	62,0
1978	1979	27/12/1978	71,4	2013	2014	11/12/2013	56,9

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 Infraestrutura Geocientífica

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

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 – Cerqueira César
São Paulo - SP - CEP: 01304-010
Tel.: 11 3775-5101 - 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
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br



PAC