

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina
Município: Flor do Sertão
Estação Pluviométrica: Ponte do Sargento
Código ANA: 02653004

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



2018

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
RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

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: Flor do Sertão/SC

Estação Pluviométrica: Ponte do Sargento
Código: 02653004

José Alexandre Moreira Farias
Eber José de Andrade Pinto



FORTALEZA

2018

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
Residência de Fortaleza

Copyright © 2018 CPRM - Residência de Fortaleza
Avenida Antônio Sales, 1418 – Joaquim Távora
Fortaleza – CE – 60.135-101
Telefone: 0(xx)(85) 3878-0200
Fax: 0(xx)(85) 3878-0240
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

F224 Farias, José Alexandre Moreira.
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município: Flor do Sertão/SC; Estação Pluviométrica: Ponte do Sargento, Código 02653004. José Alexandre Moreira Farias e Eber José de Andrade Pinto – Fortaleza: CPRM, 2018.
13p.; anexos.
Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.
ISBN 978-85-7499-390-4
1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF. I. Farias, José Alexandre Moreira. II. Pinto, Eber José de Andrade. II. Título.
CDD 551.578

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Giovania F. B. do Nascimento (CRB 3/911)

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

Wellington Moreira Franco

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Félix

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Vicente Humberto Lôbo Cruz

**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

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Interino)

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica (Interino)

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

Juliano de Souza Oliveira

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência

Robério Boto de Aguiar
Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

Edney Smith de Moraes Palheta
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

Guilherme Marques e Souza
Assistente de Infraestrutura Geocientífica

Francisco de Assis Vasconcelos
Assistente 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 Mansine Maia

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

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 - REFO

Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder-Sureg/PA

Adriano da Silva Santos/Surege/RE

Albert Teixeira Cardoso/Sureg/PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias– 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

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 estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Flor do Sertão/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Ponte do Sargento, código 02653004.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	05
4 – REFERÊNCIAS	06
ANEXO I	07

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Flor do Sertão/SC.

O município de Flor do Sertão está localizado a 680 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, na mesorregião do Oeste Catarinense. Faz fronteira com os municípios de São Miguel do Oeste, Romelândia, São Miguel da Boa Vista, Maravilha, Iraceminha e Descanso. O município possui uma área aproximada de 58,735 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017) e localiza-se a uma altitude de 302 metros em sua sede. A população de Flor do Sertão, segundo IBGE (2018), é de 1.586 habitantes.

A estação Ponte do Sargento, código 02653004, está localizada na Latitude 26°40'58,08S e Longitude 53°17'12,12O (segundo Inventário da ANA); na sub-bacia 74 (sub-bacia dos rios Uruguai, da Várzea e outros). A estação pluviométrica localiza-se o município de Romelândia. Esta estação entrou em operação no ano de 1969 e o período disponível de dados, utilizado na elaboração da IDF foi de 1970 a 2017. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação, sendo a estação operada pela CPRM.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

2 – EQUAÇÃO

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 Ponte do Sargento, código 02653004, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Set a 31/Ago), apresentada no Anexo I. 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 para a isozona D, definidas por Torga (1974).

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

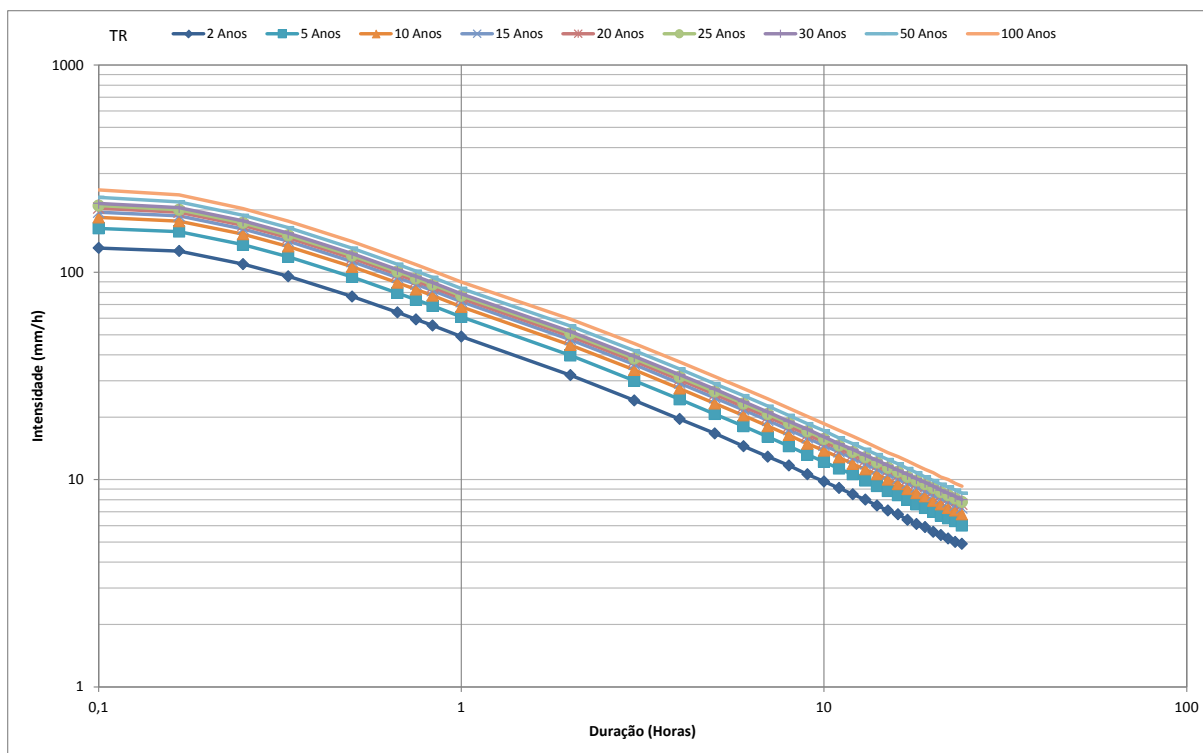


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

$$i = \left\{ \left[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60)) \right] + [c \ln(T) + d] \right\} / t \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

a, b, c, d, δ são parâmetros da equação

No caso de Flor do Sertão, para durações de 06 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$06\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 3,1713; b = 14,0202; c = 10,3072; d = 43,5828 \text{ e } \delta = 0,0;$$

$$i = \left\{ \left[(3,1713 \ln(T) + 14,0202) \cdot \ln(t + (0,0/60)) \right] + 10,3072 \ln(T) + 43,5828 \right\} / t \quad (02)$$

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 5,2209; b = 17,9590; c = 10,3035; d = 43,5861 \text{ e } \delta = 0,0;$$

$$i = \left\{ \left[(5,2209 \ln(T) + 17,9590) \cdot \ln(t + (0,0/60)) \right] + 10,3035 \ln(T) + 43,5861 \right\} / t \quad (03)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de 2 anos até 100 anos. 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	60	75	90	100
6 Minutos	133,8	161,4	182,2	194,4	203,0	209,7	215,2	223,9	230,6	236,0	242,7	248,2	251,4
10 Minutos	130,0	155,4	174,7	185,9	193,9	200,1	205,2	213,1	219,3	224,4	230,6	235,6	238,6
15 Minutos	113,0	134,6	151,0	160,6	167,4	172,7	177,0	183,8	189,1	193,4	198,7	203,0	205,5
20 Minutos	98,7	117,5	131,7	140,0	145,9	150,4	154,2	160,0	164,6	168,3	172,9	176,6	178,8
30 Minutos	79,0	93,8	105,1	111,6	116,3	119,9	122,9	127,6	131,2	134,1	137,8	140,7	142,4
45 Minutos	61,4	72,9	81,6	86,7	90,3	93,1	95,3	98,9	101,7	104,0	106,8	109,1	110,4
1 HORA	50,7	60,2	67,3	71,5	74,5	76,8	78,6	81,6	83,9	85,8	88,1	90,0	91,0
2 HORAS	32,8	39,2	44,0	46,9	48,9	50,4	51,7	53,7	55,2	56,5	58,1	59,3	60,1
3 HORAS	24,8	29,7	33,4	35,6	37,1	38,3	39,3	40,8	42,0	43,0	44,2	45,2	45,7
4 HORAS	20,2	24,2	27,2	29,0	30,3	31,2	32,0	33,3	34,3	35,1	36,1	36,9	37,3
5 HORAS	17,1	20,5	23,1	24,6	25,7	26,5	27,2	28,3	29,1	29,8	30,7	31,3	31,7
6 HORAS	14,9	17,9	20,2	21,5	22,4	23,2	23,8	24,7	25,4	26,0	26,8	27,4	27,7
7 HORAS	13,2	15,9	18,0	19,1	20,0	20,6	21,2	22,0	22,7	23,2	23,8	24,4	24,7
8 HORAS	11,9	14,4	16,2	17,3	18,0	18,6	19,1	19,9	20,5	20,9	21,5	22,0	22,3
12 HORAS	8,7	10,5	11,8	12,6	13,2	13,6	13,9	14,5	14,9	15,3	15,7	16,1	16,3
14 HORAS	7,7	9,3	10,5	11,2	11,7	12,0	12,3	12,8	13,2	13,5	13,9	14,2	14,4
24 HORAS	5,0	6,0	6,8	7,2	7,6	7,8	8,0	8,3	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
6 Minutos	13,4	16,1	18,2	19,4	20,3	21,0	21,5	22,4	23,1	23,6	24,3	24,8	25,1
10 Minutos	21,7	25,9	29,1	31,0	32,3	33,3	34,2	35,5	36,6	37,4	38,4	39,3	39,8
15 Minutos	28,2	33,7	37,8	40,2	41,9	43,2	44,3	46,0	47,3	48,3	49,7	50,7	51,4
20 Minutos	32,9	39,2	43,9	46,7	48,6	50,1	51,4	53,3	54,9	56,1	57,6	58,9	59,6
30 Minutos	39,5	46,9	52,5	55,8	58,2	60,0	61,4	63,8	65,6	67,1	68,9	70,4	71,2
45 Minutos	46,1	54,7	61,2	65,0	67,7	69,8	71,5	74,2	76,3	78,0	80,1	81,8	82,8
1 HORA	50,7	60,2	67,3	71,5	74,5	76,8	78,6	81,6	83,9	85,8	88,1	90,0	91,0
2 HORAS	65,7	78,4	88,1	93,7	97,7	100,8	103,4	107,4	110,5	113,0	116,1	118,7	120,1
3 HORAS	74,4	89,1	100,2	106,8	111,4	114,9	117,9	122,5	126,1	129,0	132,6	135,5	137,2
4 HORAS	80,6	96,7	108,9	116,0	121,0	124,9	128,1	133,2	137,1	140,3	144,2	147,4	149,3
5 HORAS	85,5	102,6	115,6	123,1	128,5	132,7	136,1	141,5	145,7	149,1	153,3	156,7	158,6
6 HORAS	89,4	107,4	121,0	129,0	134,7	139,0	142,6	148,3	152,7	156,3	160,6	164,2	166,3
7 HORAS	92,7	111,5	125,7	133,9	139,8	144,4	148,1	154,0	158,6	162,3	166,9	170,6	172,8
8 HORAS	95,6	115,0	129,7	138,2	144,3	149,0	152,9	159,0	163,7	167,6	172,3	176,1	178,4
12 HORAS	104,3	125,7	141,8	151,2	157,9	163,1	167,4	174,1	179,3	183,5	188,7	193,0	195,4
14 HORAS	107,7	129,7	146,4	156,2	163,1	168,5	172,9	179,8	185,2	189,6	195,0	199,3	201,9
24 HORAS	119,3	143,9	162,6	173,5	181,2	187,2	192,1	199,9	205,9	210,8	216,8	221,7	224,5

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Flor do Campo, foi registrada uma Chuva de 89 mm com duração de 1 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: *Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:*

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 89 mm dividido por 1 h é igual a 89 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{89 \times 1 - 14,0202 \ln(1 + (0,0/60)) - 43,5828}{3,1713 \ln(1 + (0,0/60)) + 10,3072} \right] = 82,0 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 82,0 anos corresponde a uma probabilidade de 1,2% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 89 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{82,0} 100 = 1,2\%$$

4 – REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. *Imagem de localização da Estação pluviométrica de Ponte do Sargento*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em Outubro de 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lor-do-sertao/panorama>. Acesso em Outubro de 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lor-do-sertao/panorama>. Acesso em Outubro de 2018.

TABORGA, J. T. *Práticas Hidrológicas*. TRANSCON Consultoria Técnica Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 1974.

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

WIKIPEDIA. *Município de Flor do Sertão/SC*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Flor_do_Sert%C3%A3o. Acesso em Outubro de 2018.

ANEXO I

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

Máximos por ano hidrológico (01/Set a 31/Ago)

N	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	N	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	07/07/1970	75,8	25	09/03/1994	78,2
2	16/04/1971	89,2	26	15/09/1994	80,3
3	25/08/1972	111,8	27	24/09/1995	95,6
4	06/01/1973	108,8	28	20/06/1997	126,4
5	21/04/1974	117,4	29	01/02/1998	98,6
6	21/11/1974	99,2	30	02/07/1999	141,0
7	09/12/1975	171,6	31	18/04/2000	66,3
8	06/02/1977	70,2	32	19/02/2001	64,4
9	18/07/1978	62,2	33	08/10/2001	100,2
10	09/05/1979	133,8	34	24/12/2002	81,4
11	25/01/1980	78,8	35	14/12/2003	167,3
12	26/04/1981	104,4	36	18/06/2005	113,8
13	22/03/1982	92,5	37	16/08/2006	132,3
14	07/07/1983	154,2	38	15/04/2007	118,5
15	20/12/1983	92,4	39	30/10/2008	89,4
16	26/09/1984	92,3	40	23/04/2010	124,1
17	08/04/1986	91,2	41	22/06/2011	150,7
18	15/01/1987	138,6	42	26/04/2012	113,9
19	13/04/1988	85,2	43	19/02/2013	110,3
20	26/10/1988	73,2	44	01/05/2014	115,8
21	29/04/1990	128,6	45	02/01/2015	138,2
22	30/01/1991	118,4	46	10/12/2015	116,5
23	27/02/1992	128,2	47	19/05/2017	118,3
24	29/10/1992	115,2			

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 Belém

Av. Dr. Freitas, 3.645 - Marco
Belém - PA - CEP: 66095-110
Tel.: 91 3182-1300 - Fax: 91 3276-4020

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

Ouidoria

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

www.cprm.gov.br



PAC