

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: Apiúna

Estação Pluviográfica: Neisse Central

Código ANA: 02749016

 **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
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Apiúna - SC

**Estação Pluviométrica: Neisse Central
Código: 02749016 (ANA)**

**PORTO ALEGRE
2017**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE
A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÃO
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2017 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre - RS - 90.840-030
Telefone: 0(xx)(51) 3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Apiúna/SC. Estação Pluviométrica: Neisse Central Código 02749016 (ANA) Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2017.

13p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II -
WESCHENFELDER, A.B.; PICKBRENNER, K.; 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**

Vicente Humberto Lobo cruz

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Cruz

Vice-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Conselheiros

Ladice Peixoto

Eduardo Carvalho Nepomuceno Alencar

Telton Elber Correa

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Interino)

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Nelson Victor Le Cocq D'Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Eduardo Camozzato
Superintendente

Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marilene Fátima Bastos
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 memorian*)

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder-Sureg/PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/AS

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – Sureg/BH

Apoio Técnico

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

Maximiliano Paschoaloti Messa

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 Apiuna/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Neisse Central, código 02749016 (ANA). Esta estação está localizada no município de Apiúna, aproximadamente a 770 m da sede do município.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Apiúna.

O município de Apiúna está localizado no estado de Santa Catarina. O município possui uma área aproximada de 493 km² (IBGE, 2010) e sua sede localiza-se a uma altitude aproximada de 101 metros. A população de Apiúna, segundo IBGE (2010), é de 9.600 habitantes.

A estação Neisse Central, código 02749016, está localizada na Latitude 27°02'25"S e Longitude 049°22'53" O, nos limites com o Parque Nacional da Serra do Itajaí. Está inserida na sub-bacia 83, sub-bacia do rio Itajaí-Açu, mais especificamente na sub-bacia do rio Neisse, afluente pela margem direita do rio Itajaí-Açu, principal rio da sub-bacia.

A estação pluviométrica localiza-se no município de Apiúna, aproximadamente a 770 m da sede do município. Esta estação encontra-se em operação desde 1956; o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1957 a 2015. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro convencional, operado atualmente pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agrícola de Santa Catarina).

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

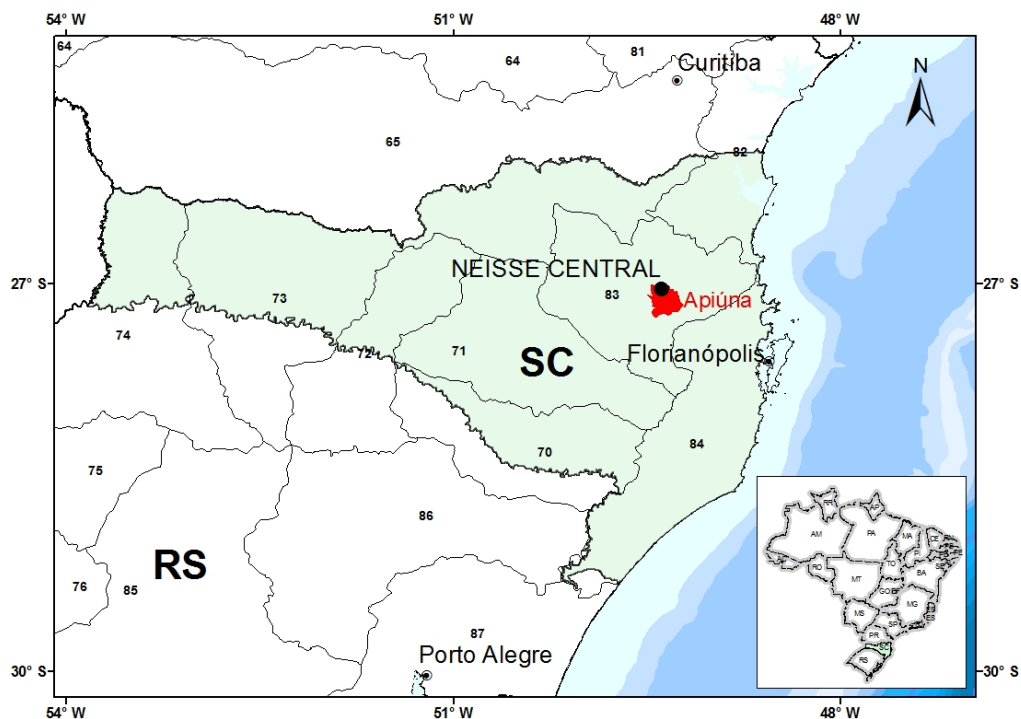


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

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 Neisse Central, código 02749016, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil 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 obtidas com as relações IDF estabelecidas

por Pfafstetter (1982), para a estação de Blumenau, localizada no município de Blumenau, distante aproximadamente 35,6 km da estação desagregada Neisse Central.

As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

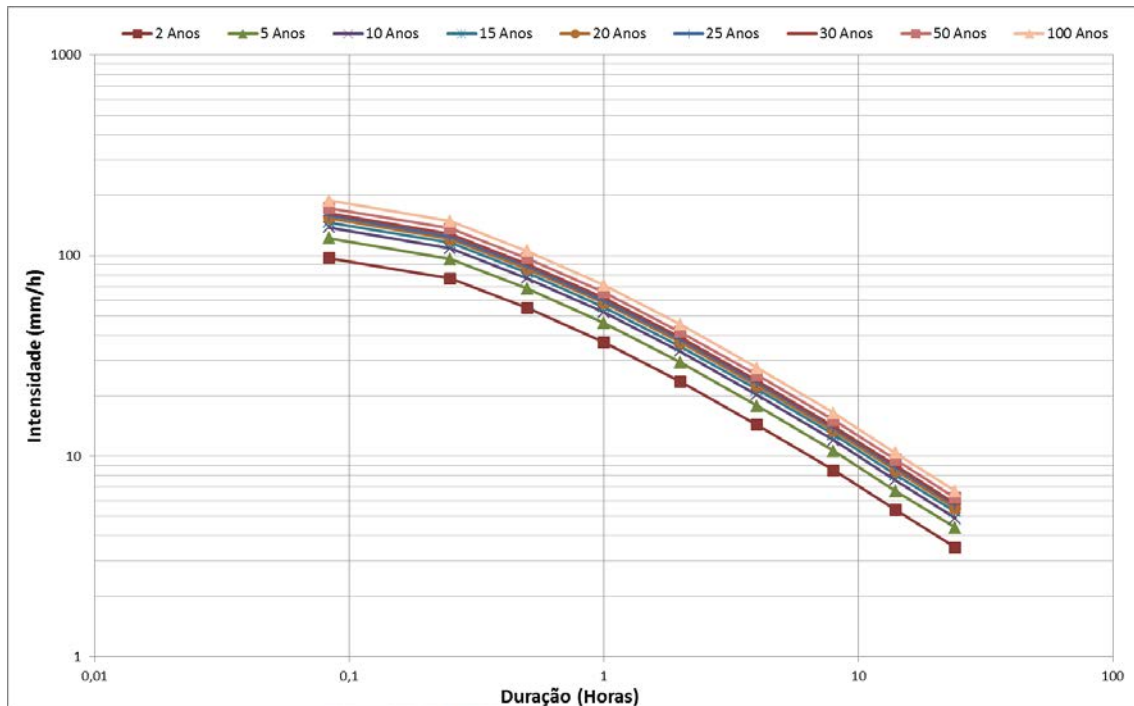


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 02 são 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 Neisse Central, os parâmetros das equações IDF são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 24\text{min}$$

$$a = 1251,6; b = 0,1495; c = 18,9 \text{ e } d = 0,8083;$$

$$i = \frac{1251,6T^{0,1495}}{(t+18,9)^{0,8083}} \quad (02)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de 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, <i>T</i> (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
5 Minutos	106,7	122,4	135,8	144,3	150,6	155,7	160,0	167,0	172,7	177,5	181,6	183,5	191,6
10 Minutos	91,5	105,0	116,4	123,7	129,2	133,5	137,2	143,3	148,1	152,2	155,8	157,4	164,3
15 Minutos	80,5	92,3	102,4	108,8	113,5	117,4	120,6	125,9	130,2	133,8	136,9	138,3	144,4
20 Minutos	72,0	82,6	91,6	97,3	101,6	105,0	107,9	112,7	116,5	119,7	122,5	123,8	129,2
30 Minutos	59,8	68,6	76,1	80,9	84,4	87,3	89,7	93,6	96,8	99,5	101,8	102,9	107,4
45 Minutos	48,2	55,3	61,3	65,1	68,0	70,3	72,3	75,4	78,0	80,2	82,0	82,9	86,5
1 HORA	40,7	46,6	51,7	54,9	57,4	59,3	60,9	63,6	65,8	67,6	69,2	69,9	73,0
2 HORAS	25,7	29,5	32,7	34,8	36,3	37,5	38,6	40,3	41,6	42,8	43,8	44,2	46,2
3 HORAS	19,3	22,1	24,5	26,0	27,2	28,1	28,9	30,1	31,2	32,0	32,8	33,1	34,6
4 HORAS	15,6	17,8	19,8	21,0	22,0	22,7	23,3	24,3	25,2	25,9	26,5	26,7	27,9
5 HORAS	13,1	15,1	16,7	17,8	18,5	19,2	19,7	20,6	21,3	21,9	22,4	22,6	23,6
6 HORAS	11,4	13,1	14,5	15,5	16,1	16,7	17,1	17,9	18,5	19,0	19,5	19,7	20,5
7 HORAS	10,2	11,6	12,9	13,7	14,3	14,8	15,2	15,9	16,4	16,9	17,3	17,5	18,2
8 HORAS	9,2	10,5	11,6	12,4	12,9	13,4	13,7	14,3	14,8	15,2	15,6	15,7	16,4
12 HORAS	6,7	7,6	8,5	9,0	9,4	9,7	10,0	10,4	10,8	11,1	11,3	11,5	12,0
14 HORAS	5,9	6,8	7,5	8,0	8,3	8,6	8,8	9,2	9,5	9,8	10,0	10,1	10,6
20 HORAS	4,4	5,1	5,7	6,0	6,3	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,6	8,0
24 HORAS	3,8	4,4	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,5	6,6	6,9

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
5 Minutos	8,9	10,2	11,3	12,0	12,5	13,0	13,3	13,9	14,4	14,8	15,1	15,3	16,0
10 Minutos	15,3	17,5	19,4	20,6	21,5	22,3	22,9	23,9	24,7	25,4	26,0	26,2	27,4
15 Minutos	20,1	23,1	25,6	27,2	28,4	29,3	30,2	31,5	32,5	33,4	34,2	34,6	36,1
20 Minutos	24,0	27,5	30,5	32,4	33,9	35,0	36,0	37,6	38,8	39,9	40,8	41,3	43,1
30 Minutos	29,9	34,3	38,1	40,4	42,2	43,6	44,9	46,8	48,4	49,8	50,9	51,4	53,7
45 Minutos	36,2	41,5	46,0	48,9	51,0	52,7	54,2	56,6	58,5	60,1	61,5	62,2	64,9
1 HORA	40,7	46,6	51,7	54,9	57,4	59,3	60,9	63,6	65,8	67,6	69,2	69,9	73,0
2 HORAS	51,5	59,0	65,5	69,6	72,6	75,1	77,2	80,5	83,3	85,6	87,6	88,5	92,4
3 HORAS	57,8	66,2	73,5	78,1	81,5	84,3	86,6	90,4	93,5	96,0	98,3	99,3	103,7
4 HORAS	62,2	71,4	79,2	84,1	87,8	90,8	93,3	97,4	100,7	103,5	105,9	107,0	111,7
5 HORAS	65,7	75,4	83,6	88,8	92,7	95,9	98,5	102,9	106,3	109,3	111,8	113,0	118,0
6 HORAS	68,6	78,7	87,3	92,7	96,8	100,1	102,9	107,4	111,0	114,1	116,7	118,0	123,1
7 HORAS	71,1	81,5	90,4	96,1	100,3	103,7	106,6	111,2	115,0	118,2	120,9	122,2	127,6
8 HORAS	73,2	84,0	93,2	99,0	103,3	106,8	109,8	114,6	118,5	121,8	124,6	125,9	131,4
12 HORAS	80,0	91,7	101,7	108,1	112,8	116,7	119,9	125,2	129,4	133,0	136,1	137,5	143,5
14 HORAS	82,6	94,8	105,1	111,7	116,6	120,5	123,9	129,3	133,7	137,4	140,6	142,0	148,3
20 HORAS	88,9	102,0	113,1	120,2	125,5	129,7	133,3	139,2	143,9	147,9	151,3	152,9	159,6
24 HORAS	92,3	105,9	117,4	124,7	130,2	134,6	138,4	144,4	149,3	153,5	157,0	158,7	165,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Apiúna, foi registrada uma chuva de 63 mm com duração de 45 minutos. 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:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^a}{a} \right]^{1/b} \quad (03)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 63 mm dividido por 45 minutos é igual a 84 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{84(45 + 18,9)^{0,8083}}{1251,6} \right]^{1/0,1495} = 82,1 \text{ anos}$$

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

$$P(i \geq 84 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{82,1} 100 = 1,2\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420125&search=santa-catarina|apiuna>. Acesso em janeiro de 2017.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

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

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente. *Codificação dos cursos d'água do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: SDS, 2003. 20 mapas.

ANEXO I
Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)
Máximo por Ano Civil (01/Jan a 31/Dez)

Ano Inicial	Ano Final	Data	Precipitação Máximo Diária (mm)
1957	1957	27/12/57	69,0
1958	1958	14/03/58	73,0
1959	1959	14/08/59	48,0
1960	1960	18/08/60	65,0
1961	1961	31/10/61	78,0
1962	1962	20/09/62	64,0
1963	1963	11/01/63	92,0
1964	1964	25/07/64	43,0
1965	1965	14/12/65	66,0
1966	1966	09/02/66	76,0
1967	1967	12/02/67	59,0
1968	1968	11/01/68	50,0
1969	1969	28/08/69	50,5
1970	1970	26/12/70	52,0
1971	1971	08/06/71	67,0
1972	1972	26/08/72	86,0
1973	1973	14/02/73	60,0
1974	1974	29/12/74	64,0
1975	1975	02/10/75	85,0
1976	1976	06/03/76	90,1
1977	1977	17/08/77	75,0
1978	1978	26/12/78	100,0
1979	1979	08/10/79	75,0
1980	1980	30/07/80	96,0
1981	1981	20/01/81	50,0
1982	1982	16/08/82	95,0
1983	1983	23/09/83	98,0
1984	1984	06/08/84	148,0
1985	1985	06/04/85	40,0
1986	1986	06/11/86	67,0
1987	1987	14/06/87	67,0
1988	1988	10/01/88	78,0
1989	1989	06/01/89	100,0
1990	1990	30/05/90	86,0
1991	1991	21/06/91	83,1
1992	1992	30/05/92	93,0
1993	1993	10/01/93	81,2
1994	1994	12/05/94	83,0
1997	1997	27/11/97	97,2

1998	1998	28/04/98	66,2
1999	1999	03/07/99	113,5
2000	2000	15/01/00	114,3
2001	2001	01/10/01	100,3
2002	2002	30/10/02	64,2
2003	2003	03/03/03	72,2
2004	2004	14/09/04	80,0
2005	2005	19/05/05	122,7
2006	2006	29/07/06	75,4
2007	2007	03/11/07	70,7
2008	2008	24/11/08	66,5
2009	2009	01/08/09	64,7
2010	2010	23/04/10	82,3
2011	2011	09/09/11	89
2012	2012	14/01/12	62,5
2013	2013	22/09/13	76,0
2014	2014	24/02/14	98,7
2015	2015	22/10/15	60,5

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de Blumenau/SC

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,90	0,81	0,68	0,56	0,44

Relação 45 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,74	0,52	0,22

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 Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa

Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030

Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

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