

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: Rancho Queimado
Estação Pluviométrica: Rancho Queimado
Código ANA: 02749020

 **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: Rancho Queimado- SC

**Estação Pluviométrica: Rancho Queimado
Código: 02749020 (ANA)**

**PORTO ALEGRE
2016**

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 @ 2016 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: Rancho Queimado/SC. Estação Pluviométrica: Rancho Queimado Código 02749020 (ANA) Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2016.

12p.; 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

Vicente Humberto Lobo 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

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 REGIONAL DE PORTO ALEGRE

José Leonardo Silva Andriotti
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

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 Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Oswalcélio 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

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 Rancho Queimado/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Rancho Queimado, código 02749020 (ANA). Esta estação está localizada no município de Rancho Queimado, aproximadamente a 1,3 km da sede do município.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Rancho Queimado

O município de Rancho Queimado está localizado no estado de Santa Catarina. O município possui uma área aproximada de 286 km² (IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude aproximada de 810 metros. Sua população, segundo IBGE (2010), é de 2.748 habitantes.

A estação Rancho Queimado, código 02749020, está localizada na Latitude 27°40'21"S e Longitude 049°00'22" O, e está inserida na sub-bacia 84 no divisor de águas, próximo as nascentes dos Rios Cubatão e Rio das Antas.

A estação pluviométrica localiza-se no município de Rancho Queimado, aproximadamente a 1,3 km da sede do município. Esta estação encontra-se em operação desde 1976, o período utilizado foi de 1977 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.

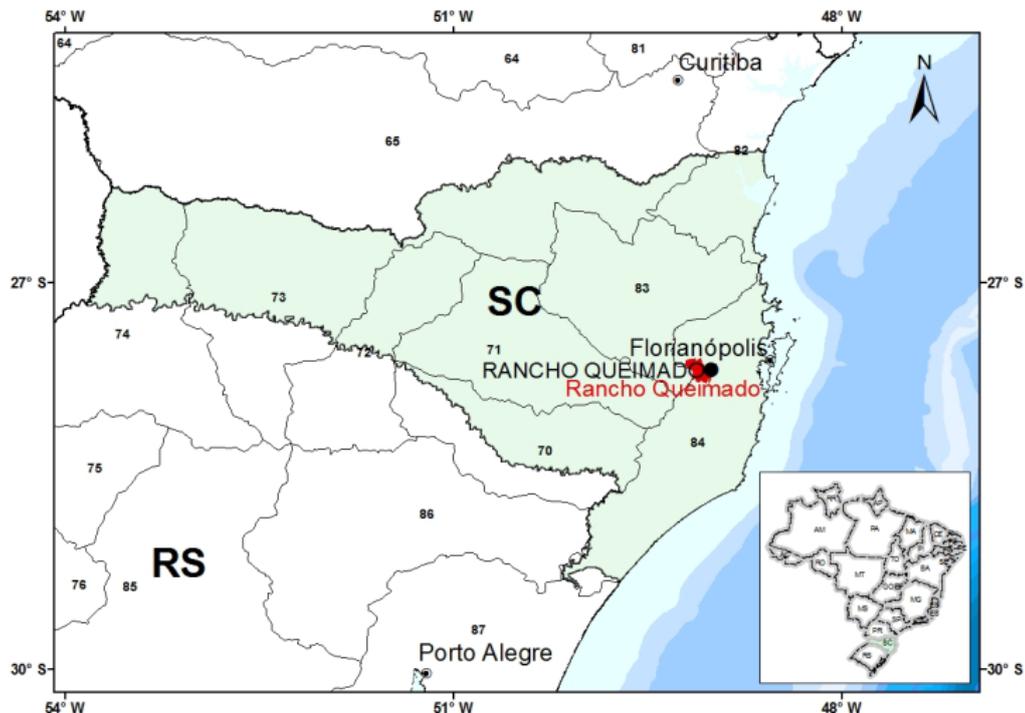


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

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 Rancho Queimado, código 02749020, 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 Weschenfelder *et al.*(2013), para a estação de Anitápolis, localizada no município de Anitápolis, distante aproximadamente 29 km da estação desagregada Rancho Queimado.

As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

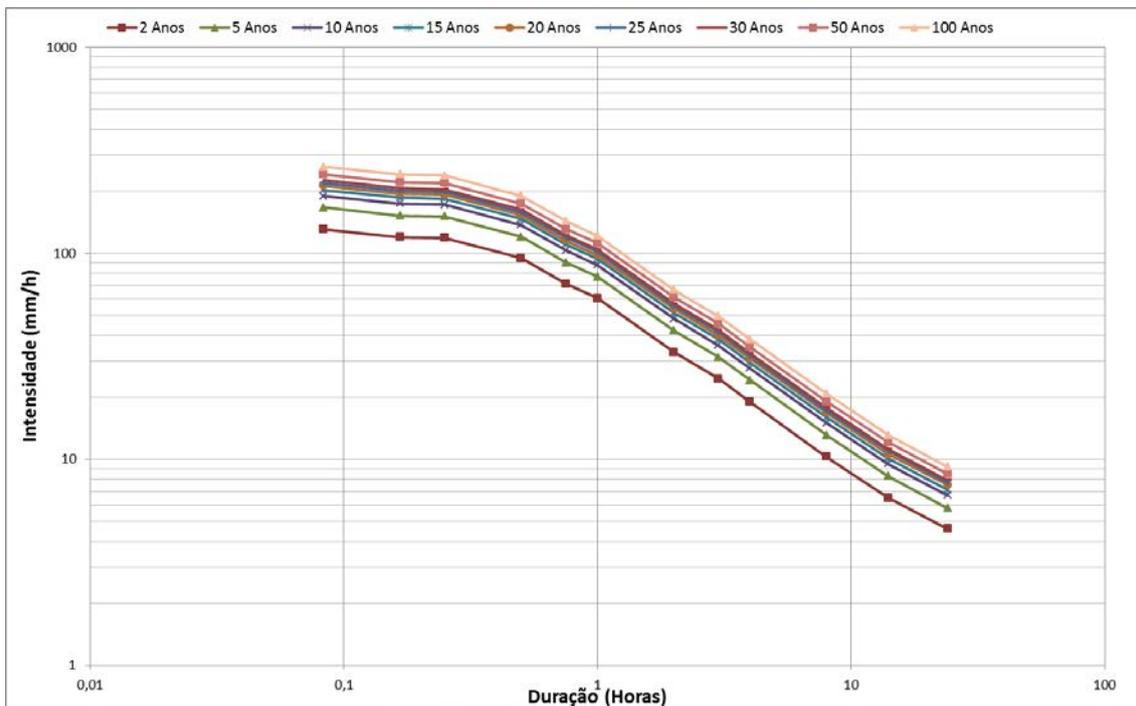


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Rancho Queimado, os parâmetros das equações IDF são os seguintes:

$5\text{min} \leq t < 45\text{min}$

$a = 3253,1; b = 0,1698; c = 35$ e $d = 0,8773$;

$$i = \frac{3253,1T^{0,1698}}{(t+35)^{0,8773}} \quad (02)$$

$45\text{h} \leq t \leq 24\text{h}$

$a = 1695,4; b = 0,1701; c = 2,0$ e $d = 0,8294$;

$$i = \frac{1695,4T^{0,1701}}{(t+2)^{0,8294}} \quad (03)$$

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	143,9	168,1	189,1	202,5	212,7	220,9	227,8	239,2	248,5	256,3	263,1	266,2	279,5
10 Minutos	129,7	151,6	170,5	182,7	191,8	199,2	205,5	215,8	224,1	231,1	237,3	240,1	252,1
15 Minutos	118,3	138,2	155,5	166,5	174,9	181,6	187,3	196,7	204,3	210,7	216,3	218,9	229,8
20 Minutos	108,8	127,1	143,0	153,2	160,8	167,1	172,3	180,9	187,9	193,8	199,0	201,3	211,4
30 Minutos	94,0	109,8	123,5	132,3	138,9	144,3	148,8	156,3	162,3	167,4	171,8	173,9	182,6
45 Minutos	78,3	91,5	102,9	110,3	115,8	120,3	124,1	130,3	135,3	139,6	143,3	145,0	152,3
1 HORA	62,2	72,7	81,8	87,6	92,0	95,6	98,6	103,6	107,6	110,9	113,9	115,2	121,0
2 HORAS	35,5	41,5	46,7	50,0	52,5	54,5	56,2	59,1	61,4	63,3	65,0	65,7	69,0
3 HORAS	25,5	29,8	33,5	35,9	37,7	39,1	40,4	42,4	44,0	45,4	46,6	47,2	49,5
4 HORAS	20,1	23,5	26,4	28,3	29,7	30,9	31,9	33,5	34,8	35,9	36,8	37,2	39,1
5 HORAS	16,7	19,6	22,0	23,6	24,8	25,7	26,5	27,9	28,9	29,8	30,6	31,0	32,6
6 HORAS	14,4	16,8	18,9	20,3	21,3	22,1	22,8	24,0	24,9	25,7	26,4	26,7	28,0
7 HORAS	12,7	14,8	16,7	17,9	18,8	19,5	20,1	21,1	21,9	22,6	23,2	23,5	24,7
8 HORAS	11,4	13,3	14,9	16,0	16,8	17,4	18,0	18,9	19,6	20,2	20,8	21,0	22,1
12 HORAS	8,1	9,5	10,7	11,4	12,0	12,5	12,9	13,5	14,0	14,5	14,9	15,0	15,8
14 HORAS	7,1	8,4	9,4	10,1	10,6	11,0	11,3	11,9	12,4	12,7	13,1	13,2	13,9
20 HORAS	5,3	6,2	7,0	7,5	7,9	8,2	8,4	8,9	9,2	9,5	9,7	9,9	10,4
24 HORAS	4,6	5,3	6,0	6,4	6,8	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2	8,4	8,5	8,9

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	12,0	14,0	15,8	16,9	17,7	18,4	19,0	19,9	20,7	21,4	21,9	22,2	23,3
10 Minutos	21,6	25,3	28,4	30,4	32,0	33,2	34,2	36,0	37,3	38,5	39,5	40,0	42,0
15 Minutos	29,6	34,5	38,9	41,6	43,7	45,4	46,8	49,2	51,1	52,7	54,1	54,7	57,5
20 Minutos	36,3	42,4	47,7	51,1	53,6	55,7	57,4	60,3	62,6	64,6	66,3	67,1	70,5
30 Minutos	47,0	54,9	61,7	66,1	69,5	72,1	74,4	78,1	81,1	83,7	85,9	86,9	91,3
45 Minutos	58,7	68,6	77,2	82,7	86,9	90,2	93,1	97,7	101,5	104,7	107,5	108,8	114,2
1 HORA	62,2	72,7	81,8	87,6	92,0	95,6	98,6	103,6	107,6	110,9	113,9	115,2	121,0
2 HORAS	71,0	82,9	93,3	100,0	105,0	109,1	112,5	118,1	122,7	126,6	129,9	131,5	138,1
3 HORAS	76,4	89,3	100,5	107,6	113,0	117,4	121,1	127,2	132,1	136,3	139,9	141,5	148,6
4 HORAS	80,4	94,0	105,8	113,3	119,0	123,6	127,5	133,9	139,1	143,4	147,2	149,0	156,5
5 HORAS	83,7	97,8	110,0	117,9	123,8	128,6	132,6	139,3	144,7	149,2	153,2	155,0	162,8
6 HORAS	86,4	101,0	113,6	121,7	127,8	132,7	136,9	143,8	149,4	154,1	158,2	160,0	168,0
7 HORAS	88,7	103,7	116,7	125,0	131,3	136,4	140,7	147,7	153,4	158,3	162,5	164,4	172,6
8 HORAS	90,8	106,2	119,4	128,0	134,4	139,6	144,0	151,2	157,0	162,0	166,3	168,3	176,7
12 HORAS	97,5	113,9	128,1	137,3	144,2	149,8	154,5	162,2	168,5	173,8	178,4	180,5	189,6
14 HORAS	100,1	117,0	131,6	141,0	148,1	153,8	158,6	166,6	173,0	178,5	183,2	185,4	194,7
20 HORAS	106,4	124,4	139,9	149,9	157,4	163,5	168,7	177,1	184,0	189,8	194,8	197,1	207,0
24 HORAS	109,8	128,3	144,4	154,7	162,5	168,7	174,1	182,8	189,9	195,8	201,0	203,4	213,6

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Rancho Queimado, foi registrada uma chuva de 105 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 105 mm dividido por 45 minutos é igual a 140 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{140(45 + 2)^{0,8294}}{1695,4} \right]^{1/01701} = 61 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 61 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,6%, ou:

$$P(i \geq 140 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{61} 100 = 1,6\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica Rancho Queimado*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em setembro de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=421430>. Acesso em setembro de 2016.

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. 20mapas.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. Atlas Pluviométrico do Brasil Equações Intensidade-Duração-Frequência: município Rio Fortuna, estação pluviográfica Anitápolis, Código 02749027. In: PINTO, E. J. A. (Coord.). *Atlas pluviométrico do Brasil: metodologia e relatórios*. Brasília: CPRM, 2013. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação.

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)
1977	1977	07/09/77	120,0
1978	1978	26/12/78	115,0
1979	1979	09/05/79	80,0
1980	1980	30/07/80	112,6
1981	1981	28/03/81	81,0
1982	1982	05/02/82	144,0
1983	1983	17/12/83	135,2
1984	1984	07/08/84	85,0
1985	1985	25/03/85	95,8
1986	1986	10/10/86	118,0
1987	1987	21/11/87	66,5
1988	1988	25/12/88	80,1
1989	1989	12/09/89	105,1
1991	1991	06/10/91	128,0
1992	1992	31/01/92	122,1
1993	1993	03/07/93	179,0
1994	1994	10/03/94	70,3
1995	1995	10/01/95	124,6
1996	1996	14/08/96	53,7
1997	1997	14/09/97	82,9
1998	1998	11/12/98	161,6
1999	1999	08/02/99	84,7
2000	2000	12/01/00	117,9
2001	2001	23/09/01	129,6
2002	2002	02/01/02	74,1
2004	2004	14/09/04	116,2
2005	2005	31/08/05	92,3
2006	2006	16/08/06	72,7
2008	2008	31/01/08	118,5
2010	2010	19/05/10	86,4
2011	2011	06/01/11	97,9
2012	2012	14/01/12	67,7
2013	2013	21/03/13	112,2
2014	2014	27/02/14	72,9
2015	2015	27/09/15	84,0

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Weschenfelder *et al.* (2013) para o município de Rio Fortuna/SC.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,83	0,75	0,69	0,60	0,55

Relação 45 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 5 min/1h
0,88	0,78	0,49	0,33	0,18

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