

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina

Município: Jaborá

Estação Pluviométrica: Joaçaba

Código ANA: 02751004

 **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
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

RELATÓRIO
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Município: Jaborá/SC

Estação Pluviométrica: Joaçaba
Código: 02751004

Equação definida por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto em 2018

Adriana Burin Weschenfelder
Karine Pickbrenner
Eber José de Andrade Pinto



PORTO ALEGRE

2018

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 Carvalho

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Ana Cláudia Viero
Superintendente (Interino)

Diogo Rodrigues Andrade da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucy Takehara Chemale
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Cláudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Paulo Ricardo de Fraga Costa
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 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 – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – SUREG /PA

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.

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 por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto, (2018a) para o município de Joaçaba/SC, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano civil da estação pluviométrica Joaçaba, código 02751004.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	04
4 – REFERÊNCIAS	04
ANEXO I	05
ANEXO II	06

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 por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto, (2018a) para o município de Joaçaba/SC é indicada para o município de Jaborá/SC.

O município de Jaborá está localizado a 319 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Catanduvas, Joaçaba, Ouro, Presidente Castello Branco, Concórdia e Irani. O município possui uma área aproximada de 182 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 721 metros em sua sede. A população de Jaborá, segundo IBGE (2010), é de 4.041 habitantes.

A estação Joaçaba, código 02751004, está localizada na Latitude 27°10'18"S e Longitude 51°30'01"O; na sub-bacia 72, sub-bacia dos rios Uruguai, do Peixe e outros. A estação pluviométrica localiza-se no município de Joaçaba, a 22,6 km da sede do município de Jaborá. Esta estação encontra-se em operação desde 1943 e o período utilizado na elaboração da equação IDF foi de 1944 a 2017. Os dados para definição da equação foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro modelo Ville de Paris operado pela CPRM–Serviço Geológico do Brasil.

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

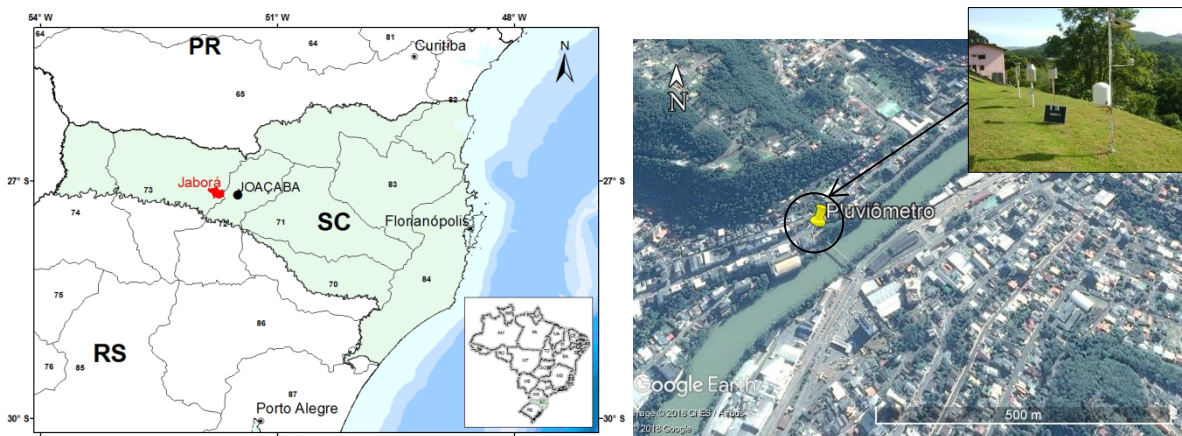


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

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 Joaçaba, código 02751004, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil (01/Jan a 31/Dez), apresentada no Anexo I. 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 as relações IDF estabelecidas por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2018b), para o município de Irani. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

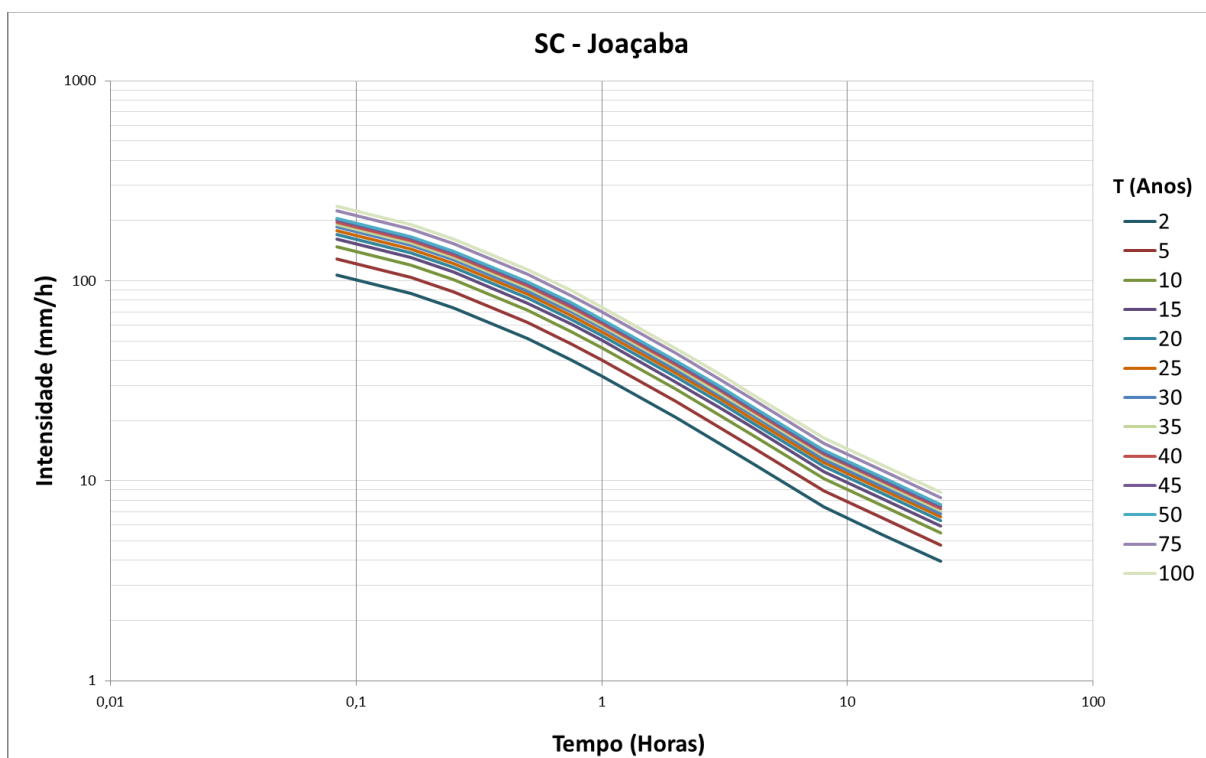


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Joaçaba, para durações de 5 minutos até 8 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t < 8\text{h}$$

$$a = 816,0; b = 0,2036; c = 11,1 \text{ e } d = 0,7823;$$

$$i = \frac{816,0 T^{0,2036}}{(t+11,1)^{0,7823}} \quad (02)$$

Para durações iguais e superiores 8 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$8\text{h} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 213,3; b = 0,2035; c = 0 \text{ e } d = 0,5678;$$

$$i = \frac{213,3 T^{0,2035}}{(t)^{0,5678}} \quad (03)$$

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, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	106,9	128,8	148,3	161,1	170,8	178,7	185,5	196,7	205,8	213,6	223,5	232,0	237,0
10 Minutos	86,5	104,2	120,0	130,4	138,2	144,7	150,1	159,2	166,6	172,9	180,9	187,8	191,8
15 Minutos	73,2	88,3	101,6	110,4	117,0	122,5	127,1	134,8	141,0	146,4	153,2	159,0	162,4
20 Minutos	63,9	77,0	88,6	96,2	102,0	106,8	110,8	117,5	123,0	127,6	133,6	138,6	141,6
30 Minutos	51,3	61,9	71,2	77,4	82,0	85,9	89,1	94,5	98,9	102,6	107,4	111,4	113,9
45 Minutos	40,3	48,5	55,9	60,7	64,3	67,3	69,9	74,1	77,5	80,4	84,2	87,4	89,3
1 HORA	33,4	40,3	46,4	50,4	53,4	55,9	58,0	61,5	64,4	66,8	69,9	72,6	74,2
2 HORAS	20,7	25,0	28,8	31,2	33,1	34,7	36,0	38,1	39,9	41,4	43,3	45,0	46,0
3 HORAS	15,4	18,6	21,4	23,3	24,7	25,8	26,8	28,4	29,7	30,8	32,3	33,5	34,2
4 HORAS	12,5	15,0	17,3	18,8	19,9	20,8	21,6	22,9	24,0	24,9	26,1	27,1	27,6
5 HORAS	10,5	12,7	14,6	15,9	16,8	17,6	18,3	19,4	20,3	21,1	22,0	22,9	23,4
6 HORAS	9,2	11,1	12,7	13,8	14,7	15,4	15,9	16,9	17,7	18,3	19,2	19,9	20,4
7 HORAS	8,2	9,8	11,3	12,3	13,0	13,7	14,2	15,0	15,7	16,3	17,1	17,7	18,1
8 HORAS	7,4	8,9	10,2	11,1	11,8	12,3	12,8	13,6	14,2	14,7	15,4	16,0	16,4
12 HORAS	5,9	7,1	8,1	8,8	9,4	9,8	10,2	10,8	11,3	11,7	12,3	12,7	13,0
14 HORAS	5,4	6,5	7,4	8,1	8,6	9,0	9,3	9,9	10,3	10,7	11,2	11,6	11,9
24 HORAS	4,0	4,8	5,5	6,0	6,3	6,6	6,9	7,3	7,6	7,9	8,3	8,6	8,8

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
5 Minutos	8,9	10,7	12,4	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,6	19,3	19,8
10 Minutos	14,4	17,4	20,0	21,7	23,0	24,1	25,0	26,5	27,8	28,8	30,2	31,3	32,0
15 Minutos	18,3	22,1	25,4	27,6	29,3	30,6	31,8	33,7	35,3	36,6	38,3	39,7	40,6
20 Minutos	21,3	25,7	29,5	32,1	34,0	35,6	36,9	39,2	41,0	42,5	44,5	46,2	47,2
30 Minutos	25,7	30,9	35,6	38,7	41,0	42,9	44,6	47,2	49,4	51,3	53,7	55,7	56,9
45 Minutos	30,2	36,4	41,9	45,5	48,2	50,5	52,4	55,6	58,1	60,3	63,1	65,5	66,9
1 HORA	33,4	40,3	46,4	50,4	53,4	55,9	58,0	61,5	64,4	66,8	69,9	72,6	74,2
2 HORAS	41,4	49,9	57,5	62,5	66,2	69,3	71,9	76,3	79,8	82,8	86,7	90,0	91,9
3 HORAS	46,3	55,8	64,2	69,8	74,0	77,4	80,3	85,2	89,1	92,5	96,8	100,5	102,7
4 HORAS	49,8	60,1	69,2	75,1	79,7	83,4	86,5	91,7	96,0	99,6	104,3	108,2	110,5
5 HORAS	52,7	63,5	73,1	79,4	84,2	88,1	91,5	97,0	101,5	105,3	110,2	114,4	116,9
6 HORAS	55,1	66,4	76,4	83,0	88,0	92,1	95,6	101,4	106,1	110,1	115,2	119,6	122,2
7 HORAS	57,2	68,9	79,3	86,1	91,3	95,6	99,2	105,2	110,1	114,2	119,5	124,1	126,8
8 HORAS	59,0	71,1	81,9	88,9	94,3	98,7	102,4	108,6	113,6	117,9	123,4	128,0	130,8
12 HORAS	70,3	84,7	97,6	106,0	112,3	117,6	122,0	129,4	135,4	140,5	147,0	152,6	155,9
14 HORAS	75,2	90,6	104,3	113,3	120,1	125,7	130,4	138,3	144,7	150,2	157,1	163,1	166,6
24 HORAS	94,9	114,3	131,6	143,0	151,6	158,6	164,6	174,5	182,7	189,6	198,4	205,9	210,3

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Jaborá, foi registrada uma Chuva de 102 mm com duração de 3 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:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 102 mm dividido por 3 h é igual a 34 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{34(180+11,1)^{0,7823}}{816} \right]^{1/0,2036} = 96,9 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 96,9 anos corresponde a uma probabilidade de 1,03% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 34 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{96,9} 100 = 1,03\%$$

4 – REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica de Joaçaba*. Disponível em: <<http://www.google.com/earth>>. Acesso em: 11 maio 2018.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Estatística por cidade e estado: Jaborá*. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?t=destaques&c=4208609>>. Acesso em: 24 maio 2018.

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

WESCHENFELDER A. B.; PICKBRENNER K.; PINTO E. J. A. *Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Joaçaba, Estação Pluviométrica: Joaçaba, Código 02751004*. Porto Alegre: CPRM, 2018a.

WESCHENFELDER A. B.; PICKBRENNER K.; PINTO E. J. A. *Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Irani, Estação Pluviográfica: Irani, Código 02751011*. Porto Alegre: CPRM, 2018b.

ANEXO I

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

Máximos por ano civil (01/Jan a 31/Dez)

N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	1943	1943	23/05/1943	127,0	34	1984	1984	06/08/1984	135,4
2	1944	1944	05/07/1944	61,4	35	1985	1985	02/02/1985	58,0
3	1945	1945	15/01/1945	58,4	36	1987	1987	14/05/1987	71,8
4	1946	1946	23/06/1946	86,0	37	1988	1988	13/05/1988	54,0
5	1947	1947	11/06/1947	67,1	38	1989	1989	04/05/1989	88,3
6	1948	1948	27/10/1948	93,8	39	1990	1990	06/06/1990	120,7
7	1949	1949	10/06/1949	46,2	40	1991	1991	06/10/1991	138,0
8	1950	1950	16/10/1950	84,6	41	1992	1992	29/05/1992	110,7
9	1951	1951	13/10/1951	96,8	42	1993	1993	22/09/1993	66,5
10	1952	1952	13/07/1952	53,2	43	1994	1994	26/04/1994	76,0
11	1953	1953	31/10/1953	105,6	44	1995	1995	05/10/1995	70,5
12	1954	1954	21/10/1954	100,4	45	1996	1996	09/02/1996	96,0
13	1955	1955	06/07/1955	67,4	46	1997	1997	20/06/1997	94,0
14	1956	1956	04/05/1956	75,0	47	1998	1998	17/10/1998	81,0
15	1957	1957	17/08/1957	67,9	48	1999	1999	03/07/1999	170,0
16	1959	1959	17/03/1959	76,7	49	2000	2000	18/04/2000	88,0
17	1960	1960	25/10/1960	75,6	50	2001	2001	17/06/2001	86,0
18	1961	1961	28/09/1961	77,0	51	2002	2002	30/10/2002	60,0
19	1962	1962	21/05/1962	92,1	52	2004	2004	13/10/2004	47,5
20	1963	1963	08/11/1963	95,1	53	2005	2005	19/05/2005	117,3
21	1964	1964	14/02/1964	98,4	54	2006	2006	16/08/2006	87,0
22	1965	1965	03/07/1965	107,2	55	2007	2007	16/05/2007	77,2
23	1973	1973	14/02/1973	93,2	56	2008	2008	14/04/2008	80,3
24	1974	1974	01/09/1974	87,2	57	2009	2009	28/09/2009	109,0
25	1975	1975	02/06/1975	78,0	58	2010	2010	09/02/2010	103,8
26	1976	1976	01/12/1976	56,7	59	2011	2011	30/10/2011	74,6
27	1977	1977	29/03/1977	75,0	60	2012	2012	28/12/2012	72,7
28	1978	1978	19/10/1978	71,2	61	2013	2013	10/08/2013	92,1
29	1979	1979	09/05/1979	85,0	62	2014	2014	01/05/2014	133,7
30	1980	1980	30/07/1980	100,0	63	2015	2015	27/09/2015	77,9
31	1981	1981	26/04/1981	56,0	64	2016	2016	03/03/2016	79,2
32	1982	1982	05/02/1982	70,0	65	2017	2017	31/05/2017	115,0
33	1983	1983	08/07/1983	97,4					

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2018b) para o município de Irani/SC.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,80	0,62	0,52	0,49	0,44	0,36

Relação 45min/1h	Relação 30min/1h	Relação 15min/1h	Relação 10min/1h	Relação 5min/1h
0,91	0,75	0,52	0,42	0,27

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 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
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