

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Rio de Janeiro
Município: Porciúncula
Estação Pluviométrica: Porciúncula
Código ANA: 02042027

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2015

**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: Porciúncula - RJ

**Estação Pluviométrica: Porciúncula
Código: 02042027**

**GOIÂNIA
2015**

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 de Goiânia

Copyright @ 2015 CPRM - Superintendência Regional de Goiânia
Rua 148, 485 – Setor Marista
Goiânia - GO - 74.170-110
Telefone: (62) 3240-1100
Fax: (62) 3240-1417
<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: Porciúncula/RJ. Estação Pluviométrica: Porciúncula, Código 02042027. Albert Teixeira Cardoso, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Goiânia: CPRM, 2015.

12p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – CARDOSO, A. T.; 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

Carlos Eduardo de Souza Braga

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Pereira Zimmermann

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E

TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Carlos Nogueira da Costa Junior

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

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

Eduardo Santa Helena

SUPERINTENDÊNCIA DE GOIÂNIA

Luiz Fernando Magalhães
Superintendente

Cíntia de Lima Vilas Boas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Luciana Felício Pereira
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Sheila Soraya Alves Knust
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcelo Henrique da Silva Rosa
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

Divisão de Hidrologia Aplicada

Achiles Eduardo Guerra Castro Monteiro

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Sandra Fernandes da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

Andressa Macêdo Silva de Azambuja-Sureg/BE

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 Silva do 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

Betania Rodrigues dos Santos – Sureg/GO

Celina Monteiro – Sureg/BE

Danielle Cutolo – Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar – Sureg/SP

Priscila Nishihara Leo – Sureg/SP

Eliamara Soares Silva – RETE

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 Porciúncula/RJ onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Porciúncula, código 02042027.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Porciúncula/RJ e regiões circunvizinhas.

Porciúncula é o município mais setentrional do estado do Rio de Janeiro e, por esse motivo, faz divisa com os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O município de Porciúncula está inserido na sub-bacia do Rio Paraíba do Sul e faz fronteira com os municípios de Dorcas do Rio Preto/ES, Guacui/ES, Varre-sai, Natividade, Antônio Prado de Minas/MG, Tombos/MG, Faria Lemos/MG e Caiana/MG. O município possui uma área de 302.025 km² (IBGE, 2010) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 190 metros do nível do mar. A população de Porciúncula, segundo IBGE (2010), é de 17.760 habitantes.

A estação Porciúncula, código 02042027, está localizada no município de Porciúncula, na Latitude 20°57'48"S e Longitude 042°02'14"O. A estação pluviométrica encontra-se em atividade desde 1928, sendo operada pelo Serviço Geológico do Brasil/CPRM. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviômetro modelo padrão DNAEE.

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

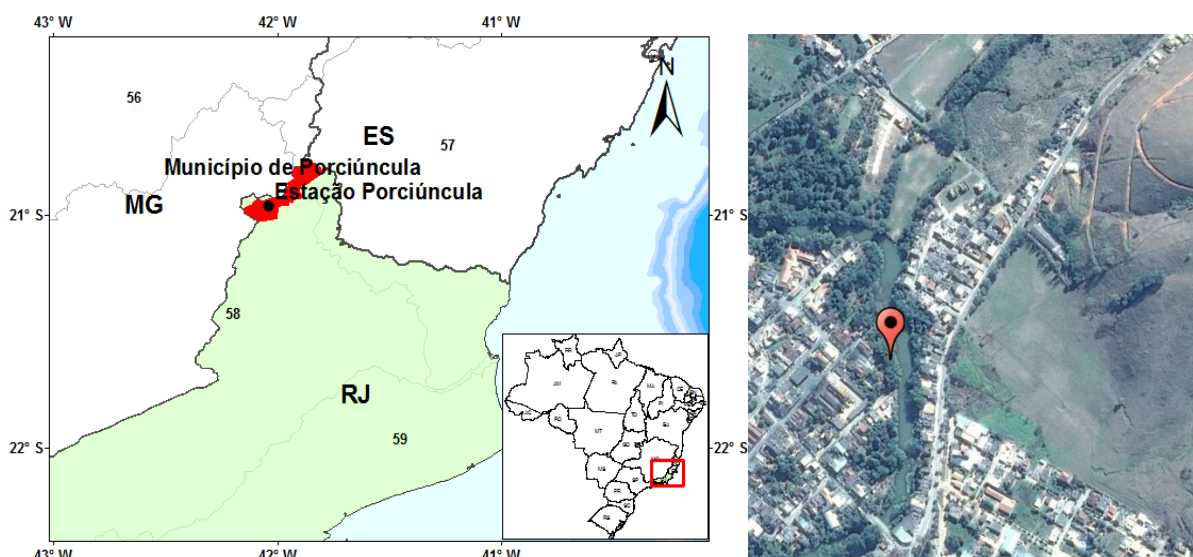


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fonte: Google, 2015)

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 Porciúncula, código 02042027, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico 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 pela CPRM para o município de Muriaé (CAPOZZOLI, C. R.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A., 2014), distante aproximadamente 38 km do município de Porciúncula. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

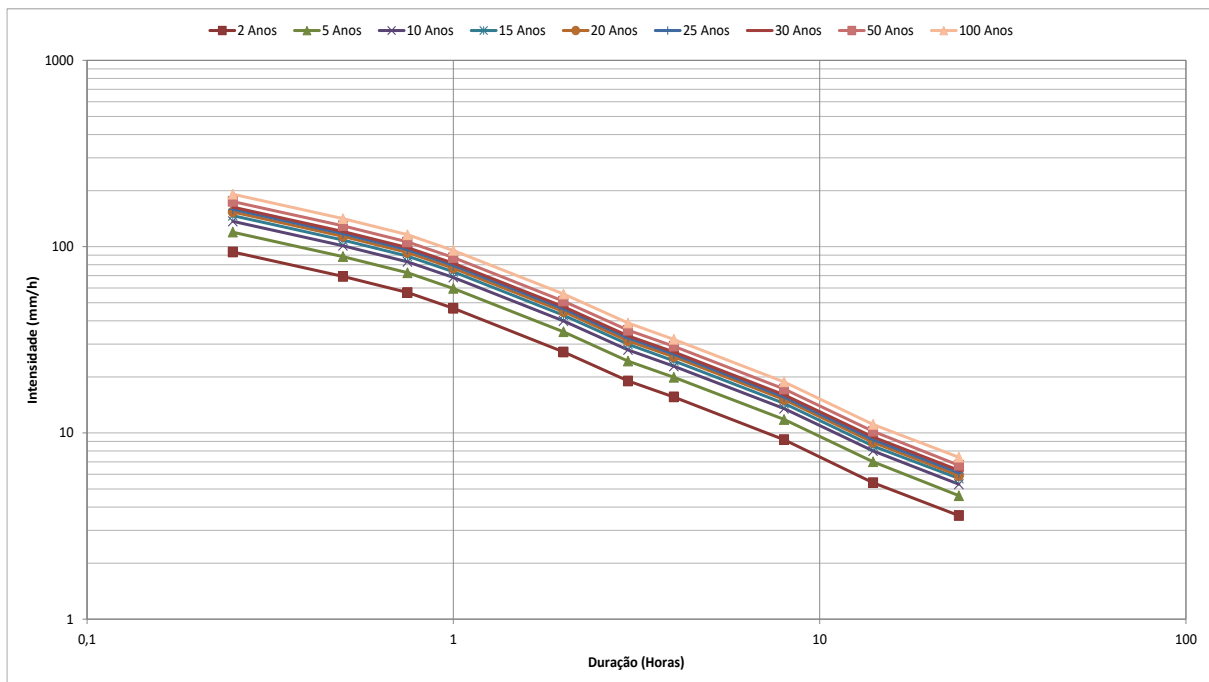


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Porciúncula, os parâmetros das equações IDF são os seguintes:

$$15\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1775,2; b = 0,1784; c = 16,8 \text{ e } d = 0,8644;$$

$$i = \frac{1775,2T^{0,1784}}{(t+16,8)^{0,8644}} \quad (02)$$

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 (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
15 Minutos	101,0	118,9	134,6	144,7	152,3	158,5	172,3	179,3	185,3	192,8	199,2	202,9
20 Minutos	89,0	104,8	118,6	127,5	134,2	139,7	151,9	158,1	163,3	169,9	175,5	178,9
30 Minutos	72,3	85,1	96,4	103,6	109,0	113,5	123,4	128,4	132,7	138,0	142,6	145,3
45 Minutos	56,9	67,0	75,8	81,5	85,7	89,2	97,0	101,0	104,3	108,5	112,1	114,3
1 Horas	47,1	55,5	62,8	67,5	71,1	73,9	80,4	83,7	86,4	90,0	92,9	94,7
2 Horas	28,6	33,7	38,1	41,0	43,1	44,9	48,8	50,8	52,5	54,6	56,4	57,5
3 Horas	20,9	24,6	27,8	29,9	31,5	32,8	35,7	37,1	38,3	39,9	41,2	42,0
4 Horas	16,6	19,5	22,1	23,8	25,0	26,0	28,3	29,5	30,5	31,7	32,7	33,4
5 Horas	13,8	16,3	18,4	19,8	20,9	21,7	23,6	24,6	25,4	26,4	27,3	27,8
6 Horas	11,9	14,0	15,9	17,1	18,0	18,7	20,3	21,2	21,9	22,7	23,5	23,9
7 Horas	10,5	12,4	14,0	15,0	15,8	16,5	17,9	18,6	19,2	20,0	20,7	21,1
8 Horas	9,4	11,1	12,5	13,4	14,2	14,7	16,0	16,7	17,2	17,9	18,5	18,9
12 Horas	6,7	7,9	8,9	9,6	10,1	10,5	11,4	11,9	12,2	12,7	13,2	13,4
14 Horas	5,9	6,9	7,8	8,4	8,8	9,2	10,0	10,4	10,7	11,2	11,6	11,8
20 Horas	4,3	5,1	5,8	6,2	6,5	6,8	7,4	7,7	7,9	8,3	8,5	8,7
24 Horas	3,7	4,4	4,9	5,3	5,6	5,8	6,3	6,6	6,8	7,1	7,3	7,4

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
15 Minutos	25,2	29,7	33,6	36,2	38,1	39,6	43,1	44,8	46,3	48,2	49,8	50,7
20 Minutos	29,7	34,9	39,5	42,5	44,7	46,6	50,6	52,7	54,4	56,6	58,5	59,6
30 Minutos	36,2	42,6	48,2	51,8	54,5	56,7	61,7	64,2	66,3	69,0	71,3	72,7
45 Minutos	42,6	50,2	56,8	61,1	64,3	66,9	72,8	75,7	78,2	81,4	84,1	85,7
1 Horas	47,1	55,5	62,8	67,5	71,1	73,9	80,4	83,7	86,4	90,0	92,9	94,7
2 Horas	57,2	67,4	76,3	82,0	86,3	89,8	97,6	101,6	105,0	109,2	112,8	115,0
3 Horas	62,7	73,8	83,5	89,8	94,5	98,4	107,0	111,3	115,0	119,7	123,6	126,0
4 Horas	66,4	78,2	88,5	95,1	100,1	104,2	113,3	117,9	121,8	126,8	130,9	133,4
5 Horas	69,2	81,5	92,2	99,2	104,4	108,6	118,1	122,9	127,0	132,1	136,5	139,1
6 Horas	71,5	84,2	95,3	102,4	107,8	112,2	122,0	127,0	131,2	136,5	141,0	143,7
7 Horas	73,4	86,5	97,8	105,2	110,7	115,2	125,3	130,4	134,7	140,2	144,8	147,5
8 Horas	75,1	88,4	100,0	107,5	113,2	117,8	128,1	133,3	137,7	143,3	148,0	150,9
12 Horas	80,1	94,3	106,7	114,7	120,8	125,7	136,7	142,2	146,9	152,9	158,0	161,0
14 Horas	82,0	96,6	109,3	117,5	123,7	128,7	140,0	145,6	150,5	156,6	161,7	164,8
20 Horas	86,5	101,9	115,3	123,9	130,5	135,8	147,6	153,6	158,7	165,2	170,6	173,9
24 Horas	88,9	104,6	118,4	127,3	134,0	139,4	151,6	157,8	163,0	169,6	175,2	178,6

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Porciúncula, foi registrada uma chuva de 90 mm com duração de 1 hora, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial da cidade. 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, 90 mm dividido por 1 h é igual a 90 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{90(60 + 16,8)^{0,8644}}{1775,2} \right]^{1/0,1784} = 75,2 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 75,2 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,33%, ou:

$$P(i \geq 90 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{75,2} 100 = 1,33\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPOZZOLI, C. R.; PICKBRENNER, L.; PINTO, E. J. A. *Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência*. Município: Muriaé. Estação pluviográfica Jussara, código 02142009. São Paulo, SP: CPRM, 2014. 13p.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em Outubro de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330410&search=||infogr%E1ficos:informa%E7%F5es-completas>. Acesso em Outubro de 2015.

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

ANEXO I
Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)
Máximo por Ano Hidrológico (Outubro/Setembro)

Ano Inicial	Ano Final	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	Ano Inicial	Ano Final	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1940	1941	16/11/1940	104,0	1972	1973	12/11/1972	77,8
1941	1942	19/01/1942	75,6	1973	1974	14/10/1973	73,0
1942	1943	16/03/1943	52,4	1974	1975	23/11/1974	89,0
1943	1944	21/12/1943	64,6	1975	1976	27/11/1975	97,4
1944	1945	13/01/1945	60,4	1976	1977	02/04/1977	152,8
1945	1946	26/03/1946	70,0	1982	1983	07/04/1983	89,6
1946	1947	22/11/1946	70,3	1983	1984	24/12/1983	73,2
1947	1948	03/12/1947	86,4	1984	1985	27/11/1984	93,2
1948	1949	09/01/1949	112,8	1985	1986	26/08/1986	51,2
1949	1950	05/04/1950	60,2	1986	1987	29/01/1987	80,0
1950	1951	16/12/1950	63,2	1987	1988	14/12/1987	74,4
1951	1952	24/01/1952	44,4	1988	1989	02/01/1989	67,0
1952	1953	26/03/1953	60,2	1989	1990	21/12/1989	76,0
1953	1954	08/11/1953	66,2	1990	1991	26/12/1990	59,8
1954	1955	26/01/1955	98,4	1991	1992	10/03/1992	62,0
1955	1956	25/12/1955	56,8	1992	1993	22/10/1992	52,5
1956	1957	09/12/1956	61,2	1993	1994	12/01/1994	114,1
1957	1958	14/11/1957	80,0	2001	2002	13/11/2001	101,0
1959	1960	11/04/1960	109,4	2002	2003	13/01/2003	108,5
1960	1961	06/04/1961	106,6	2003	2004	28/03/2004	62,3
1961	1962	07/02/1962	72,8	2004	2005	15/02/2005	76,8
1962	1963	28/12/1962	57,2	2005	2006	28/01/2006	99,6
1963	1964	11/11/1963	48,2	2006	2007	23/11/2006	82,2
1964	1965	18/12/1964	61,2	2007	2008	14/12/2007	73,5
1965	1966	23/12/1965	87,8	2008	2009	26/12/2008	128,1
1966	1967	06/01/1967	105,0	2009	2010	13/03/2010	95,1
1967	1968	16/11/1967	48,0	2010	2011	29/12/2010	116,7
1968	1969	22/02/1969	65,0	2011	2012	01/01/2012	109,3
1969	1970	24/10/1969	58,0	2012	2013	25/09/2013	94,5
1970	1971	04/10/1970	71,0	2013	2014	15/04/2014	130,4
1971	1972	20/11/1971	96,0	2014	2015	10/11/2014	55,4

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Capozzoli, Pickbrenner & Pinto (2014) para o município de Muriaé.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,88	0,85	0,72	0,66	0,63	0,54

Relação 45 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h
0,91	0,74	0,50

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 Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista
Goiânia - GO - CEP: 74170-110
Tel.: 62 3240-1400 - Fax: 62 3240-1417

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

