

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E
DE DESASTRES

INFORMAÇÕES DE ALERTA DE
CHEIAS E INUNDAÇÕES

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Rio de Janeiro
Município: Quatis

Estação Pluviométrica: Ribeirão de São Joaquim
Código ANA: 02244034

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2016

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E
DE DESASTRES**

INFORMAÇÕES DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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

Município: Quatis - RJ

**Estação Pluviométrica: Ribeirão de São Joaquim,
Código ANA 02244034**

**SÃO PAULO
2016**

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DE DESASTRES
INFORMAÇÕES DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS 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 São Paulo

Copyright © 2016 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Bairro Cerqueira César
São Paulo - SP - 01304-010
Telefone: (11) 3775-5101
Fax: (11) 3256-8430
<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: Quatis/RJ. Estação Pluviométrica: Ribeirão de São Joaquim, Código ANA 02244034. Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – São Paulo : CPRM, 2016.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – CAPOZZOLI C.R.; PICKBRENER, K. e PINTO, E. J. A

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e

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

Luiz Eduardo Barata

**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 SÃO PAULO

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente

Vanesca Sartorelli Medeiros
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizete Domingues Salvador
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Lauro Gracindo Pizzatto
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Evaristo da Silva
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

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/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

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 Gestão de Riscos e de Desastres 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 Quatis/RJ onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Ribeirão de São Joaquim, Código ANA 02244034, localizada no município de Quatis, distante 13 km da sede municipal.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Quatis.

O município de Quatis está localizado no estado do Rio de Janeiro, na microrregião do Vale Paraíba Fluminense, na fronteira com o estado de Minas Gerais. Quatis faz divisa com os municípios de Barra Mansa (RJ), Passa-Vinte (MG), Porto Real (RJ), Resende (RJ) e Valença (RJ).

O município de Quatis possui área aproximada de 286 km² (IBGE) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 415 metros. Segundo o IBGE, apresentava no ano de 2010 uma população de 12.793 habitantes.

A Estação Ribeirão de São Joaquim, Código ANA 02244034, está localizada na Latitude 22°18'13"S e Longitude 44°11'13"W, no próprio município de Quatis, a uma distância aproximada de 13 km da sede municipal. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro padrão DNAEE. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

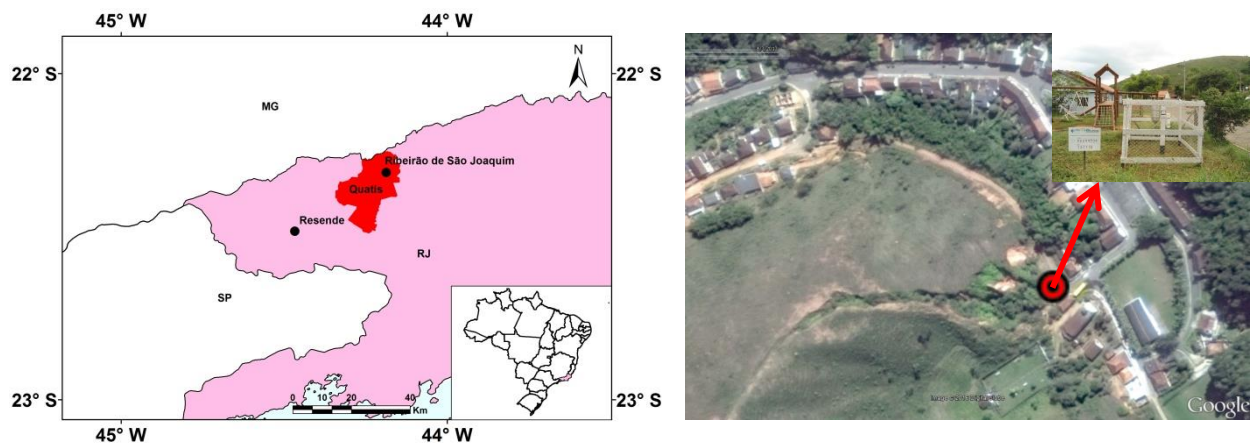


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

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 Ribeirão de São Joaquim, Código ANA 02244034, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Outubro a 30/Setembro), 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 o município de Resende/RJ, distante cerca de 23 km da sede do município de Quatis. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

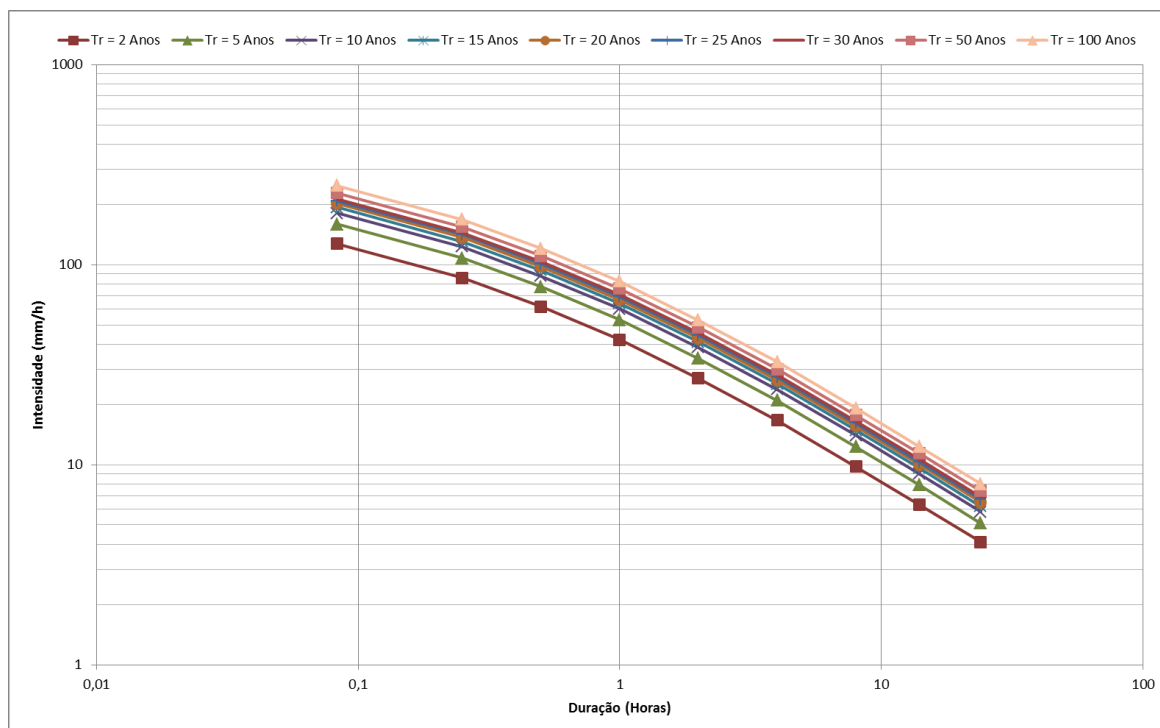


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Ribeirão de São Joaquim, os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 1078,9$; $b = 0,1597$; $c = 12,5$ e $d = 0,7675$, para as durações de 5 minutos até 24 horas

$$i = \frac{1078,9T^{0,1597}}{(t+12,5)^{0,7675}} \text{ para } 5 \text{ minutos} \leq t \leq 24 \text{ horas} \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempos de retorno 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	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	134,0	155,1	173,2	184,8	193,5	200,5	216,2	224,0	230,6	239,0	246,1	250,2
10 Minutos	110,5	127,9	142,9	152,4	159,6	165,4	178,3	184,7	190,2	197,1	202,9	206,3
15 Minutos	94,7	109,6	122,5	130,7	136,8	141,8	152,8	158,4	163,0	168,9	173,9	176,9
20 Minutos	83,3	96,4	107,7	114,9	120,3	124,7	134,4	139,3	143,4	148,6	153,0	155,6
30 Minutos	67,8	78,5	87,7	93,5	97,9	101,5	109,4	113,4	116,7	121,0	124,5	126,6
45 Minutos	53,8	62,2	69,5	74,2	77,7	80,5	86,8	89,9	92,6	95,9	98,7	100,4
1 HORA	45,0	52,1	58,2	62,1	65,0	67,4	72,6	75,2	77,5	80,3	82,7	84,1
2 HORAS	28,3	32,8	36,6	39,1	40,9	42,4	45,7	47,4	48,8	50,5	52,0	52,9
3 HORAS	21,3	24,6	27,5	29,3	30,7	31,8	34,3	35,6	36,6	37,9	39,1	39,7
4 HORAS	17,3	20,0	22,3	23,8	24,9	25,9	27,9	28,9	29,7	30,8	31,7	32,3
5 HORAS	14,7	17,0	19,0	20,2	21,2	22,0	23,7	24,5	25,2	26,2	26,9	27,4
6 HORAS	12,8	14,8	16,6	17,7	18,5	19,2	20,7	21,4	22,1	22,9	23,5	23,9
7 HORAS	11,4	13,2	14,8	15,8	16,5	17,1	18,4	19,1	19,7	20,4	21,0	21,3
8 HORAS	10,3	12,0	13,4	14,3	14,9	15,5	16,7	17,3	17,8	18,5	19,0	19,3
12 HORAS	7,6	8,8	9,9	10,5	11,0	11,4	12,3	12,8	13,1	13,6	14,0	14,2
14 HORAS	6,8	7,9	8,8	9,4	9,8	10,2	11,0	11,4	11,7	12,1	12,5	12,7
20 HORAS	5,2	6,0	6,7	7,1	7,5	7,8	8,4	8,7	8,9	9,2	9,5	9,7
24 HORAS	4,5	5,2	5,8	6,2	6,5	6,8	7,3	7,5	7,8	8,0	8,3	8,4

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	11,2	12,9	14,4	15,4	16,1	16,7	18,0	18,7	19,2	19,9	20,5	20,9
10 Minutos	18,4	21,3	23,8	25,4	26,6	27,6	29,7	30,8	31,7	32,8	33,8	34,4
15 Minutos	23,7	27,4	30,6	32,7	34,2	35,4	38,2	39,6	40,8	42,2	43,5	44,2
20 Minutos	27,8	32,1	35,9	38,3	40,1	41,6	44,8	46,4	47,8	49,5	51,0	51,9
30 Minutos	33,9	39,2	43,8	46,8	49,0	50,7	54,7	56,7	58,4	60,5	62,3	63,3
45 Minutos	40,3	46,7	52,1	55,6	58,2	60,4	65,1	67,4	69,4	71,9	74,1	75,3
1 HORA	45,0	52,1	58,2	62,1	65,0	67,4	72,6	75,2	77,5	80,3	82,7	84,1
2 HORAS	56,7	65,6	73,3	78,2	81,8	84,8	91,4	94,7	97,5	101,1	104,1	105,8
3 HORAS	63,8	73,9	82,5	88,0	92,2	95,5	103,0	106,7	109,8	113,8	117,2	119,2
4 HORAS	69,1	80,0	89,3	95,3	99,8	103,4	111,5	115,5	118,9	123,2	126,9	129,0
5 HORAS	73,3	84,9	94,8	101,2	105,9	109,8	118,3	122,6	126,2	130,8	134,7	136,9
6 HORAS	76,9	89,0	99,4	106,1	111,1	115,1	124,1	128,6	132,4	137,2	141,2	143,6
7 HORAS	80,0	92,6	103,4	110,4	115,5	119,7	129,1	133,7	137,7	142,7	146,9	149,4
8 HORAS	82,7	95,8	107,0	114,1	119,5	123,9	133,5	138,3	142,4	147,6	152,0	154,5
12 HORAS	91,5	105,9	118,3	126,3	132,2	137,0	147,7	153,0	157,5	163,3	168,1	170,9
14 HORAS	95,0	110,0	122,9	131,1	137,3	142,3	153,3	158,9	163,6	169,5	174,5	177,5
20 HORAS	103,6	119,9	134,0	142,9	149,6	155,1	167,2	173,2	178,3	184,8	190,3	193,5
24 HORAS	108,2	125,3	139,9	149,3	156,3	162,0	174,6	181,0	186,3	193,1	198,8	202,1

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, no município de Quatis, foi registrada uma Chuva de 100 mm com duração de 2 horas (120 minutos). Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 03. 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, 100 mm dividido por 2 h é igual a 50 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{50(120 + 12,5)^{0,7675}}{1078,9} \right]^{1/0,1597} = 70 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 70 anos corresponde a uma probabilidade de 1,43% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 100\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{70} 100 = 1,43\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PFASFSTETTER, O. *Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos*. 2.ed. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Obras de Saneamento - Coordenadoria de Comunicação Social, 1982.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 18 de março de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 18 de março de 2016.

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 (01/Out a 30/Set)

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
06/03/1944	94,0
30/12/1945	73,3
24/03/1951	194,8
11/11/1952	132,4
02/12/1953	86,8
10/12/1954	63,4
17/02/1956	81,0
16/12/1956	55,6
06/05/1958	114,8
06/01/1959	116,8
25/01/1961	96,6
20/01/1962	124,8
22/11/1962	66,0
23/02/1964	66,0
05/01/1965	69,2
14/01/1966	90,4
23/01/1968	50,8
24/01/1969	117,8
21/02/1970	110,2
11/03/1971	80,4
15/02/1972	98,0
14/11/1972	99,2
21/03/1974	95,4
15/12/1974	85,0
26/11/1975	112,6
27/03/1977	87,0
28/10/1982	99,6
28/12/1983	88,6
30/01/1985	85,6
09/01/1986	69,4
21/03/1987	80,2
20/02/1988	103,5
24/12/1988	91,9
22/01/1990	98,9
25/03/1991	86,8
17/01/1992	129,9

ANEXO I (continuação)

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

Máximo por Ano Hidrológico (01/Out a 30/Set)

11/12/1993	66,6
13/02/1995	82,7
27/12/1995	108,5
18/11/1996	124,8
16/01/1998	91,3
23/02/1999	102,4
09/02/2000	97,7
05/02/2001	75,2
30/01/2003	47,7
26/03/2004	67,3
18/01/2005	107,5
18/02/2006	80,9
11/02/2007	85,0
15/03/2008	74,3
11/11/2009	99,5
05/12/2010	113,5
16/03/2012	77,5
07/02/2013	98,9
03/04/2014	49,0
30/03/2015	46,7

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 Resende/RJ.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,90	0,80	0,68	0,55	0,43

Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,73	0,51	0,25

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão de Riscos e de Desastres 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 São Paulo

Rua Costa, 55 - Cerqueira César
São Paulo - SP - CEP: 01304-010
Tel.: 11 3775-5101 - Fax: 11 3775-5165

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

