

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: Iporanga

Estação Pluviográfica e Pluviométrica:
Barra dos Pilões

Código ANA: 02448015

Código DAEE-SP: F5-031R

 **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**

Município: Iporanga - SP

**Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Barra dos Pilões
Códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE)**

**PORTO ALEGRE
2016**

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

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. Município: Iporanga/SP. Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Barra dos Pilões, Códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE). Osvalcílio Mercês Furtunato, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2016.

18p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II FURTUNATO, O. M.; PICKBRENNER, K. e 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**

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

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

Alexandre Goulart
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

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/AS

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 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 Iporanga/SP. Foram elaboradas duas IDFs, sendo que a primeira (IDF1), foi elaborada com dados de um pluviográfico e subsidiou parâmetros a serem utilizadas na segunda (IDF2), elaborada com dados de um pluviômetro. A IDF1 foi desenvolvida com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros de precipitações máximas da estação pluviográfica Barra dos Pilões, códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE). Para a elaboração da IDF2 aplicou-se a metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias máximas obtidos da estação pluviométrica do mesmo posto Barra dos Pilões. A estação pluviométrica e pluviográfica Barra dos Pilões está localizada no município de Iporanga, aproximadamente a 17 km da sede do município.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Iporanga/SP.

O município de Iporanga está localizado na porção sul do estado de São Paulo, na Latitude 24°35'07" S e Longitude 48°35'51" W, limitando-se com a fronteira norte do estado do Paraná. O município faz divisa com os municípios de Adrianópolis, Itaoca, Apiaí, Ribeirão Branco, Guapiara, Ribeirão Grande, Eldorado e Barra do Turvo. Possui área de 1.152 Km² e sua sede localiza-se a uma altitude de 100 metros. A população de Iporanga, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 4.299 habitantes.

A estação pluviométrica e pluviográfica de Barra dos Pilões, códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE), está localizada no município de Iporanga, na Latitude 24°33'00" S e Longitude 48°26'00" W, inserindo-se na sub-bacia 81, sub-bacia do rio Ribeira do Iguape. Esta estação localiza-se aproximadamente a 17 km da sede do município e é operada pelo DAEE-SP (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), encontrando-se em atividade desde 1969.

Para a elaboração da IDF do município de Iporanga, procedeu-se a um estudo preliminar com os registros contínuos da estação pluviográfica Barra dos Pilões. Este estudo subsidiou a geração de uma IDF (IDF1) e permitiu o cálculo das relações entre alturas de precipitação de diferentes durações, usadas para a desagregação da série de máximos anuais levantados de registros da estação pluviométrica de Barra dos Pilões.

Os dados para definição da equação IDF 1 foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo, no período de 1976 a 1993, e os dados para definição da IDF 2 foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados de um pluviômetro, no período de 1969 a 2014.

A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações.

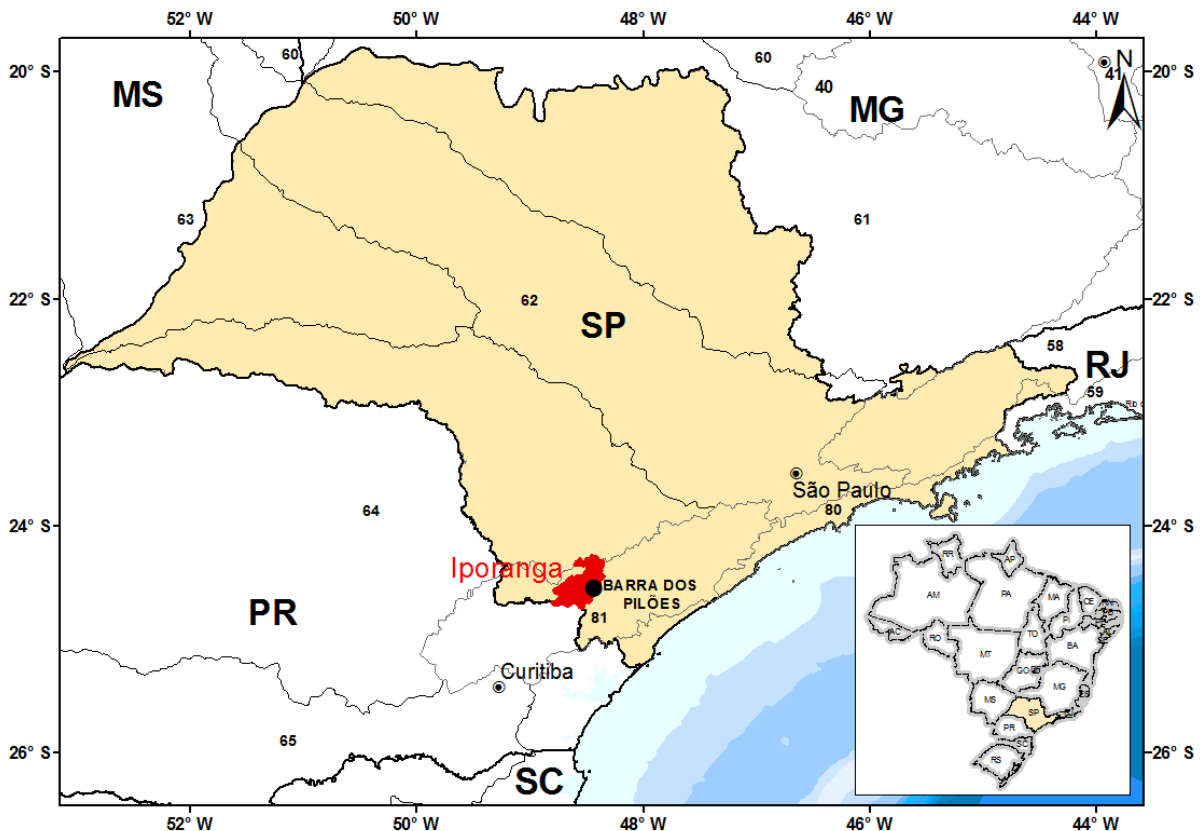


Figura 01 – Localização do Município e das Estações Pluviométrica e Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

2.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação utilizando os dados pluviográficos está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Barra dos Pilões, códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE), foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviográficos.

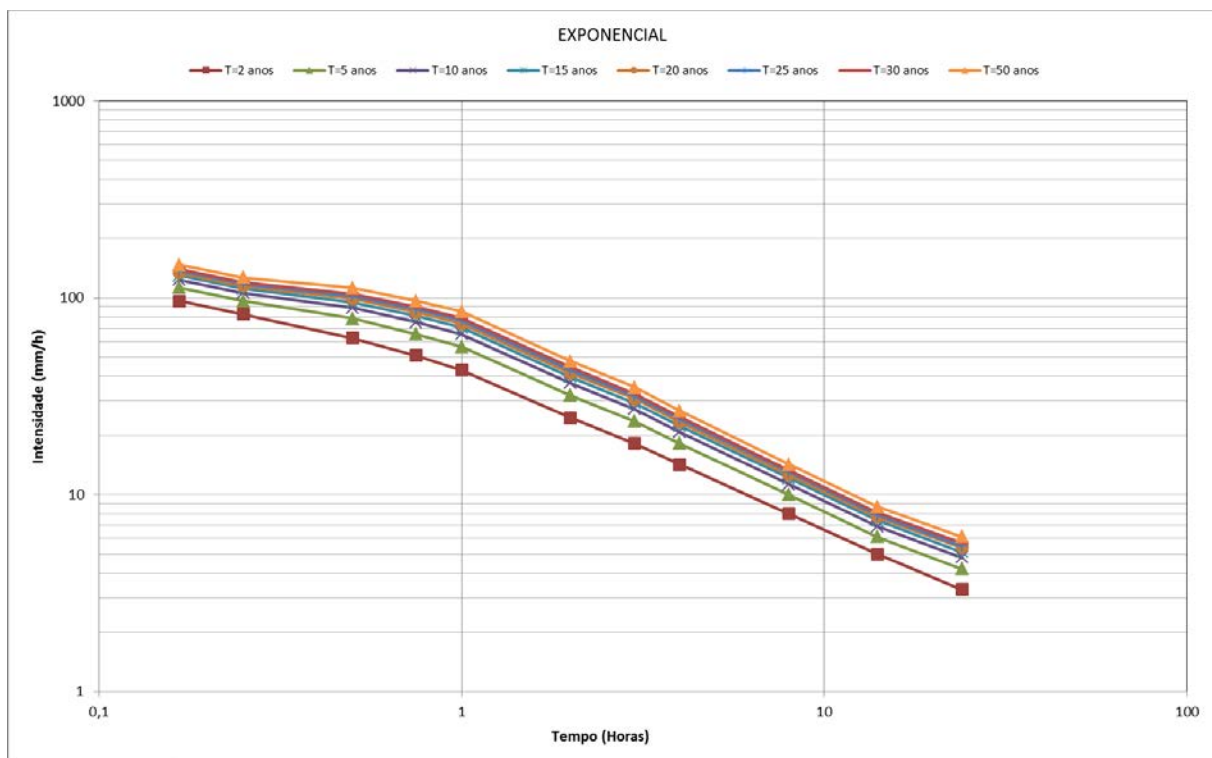


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Barra dos Pilões os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 242,9; b = 0,1688; c = 5,3 \text{ e } d = 0,4201;$$

$$i = \frac{242,9T^{0,1688}}{(t+5,3)^{0,4201}} \quad (02)$$

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1482,0; b = 0,1774; c = 4,1; d = 0,8581$$

$$i = \frac{1482T^{0,1688}}{(t+4,1)^{0,8581}} \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempo de retorno até 50 anos e durações de 10 minutos a 24 horas. 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
5 Minutos	102,5	119,7	134,5	144,0	151,2	157,0	161,9	170,0	176,5
10 Minutos	86,8	101,3	113,9	122,0	128,0	133,0	137,1	143,9	149,5
15 Minutos	77,1	90,0	101,1	108,3	113,7	118,1	121,8	127,8	132,7
20 Minutos	70,3	82,0	92,2	98,7	103,7	107,6	111,0	116,5	121,0
30 Minutos	61,1	71,3	80,2	85,8	90,1	93,6	96,5	101,3	105,2
45 Minutos	52,7	61,5	69,1	74,0	77,7	80,6	83,2	87,3	90,7
1 Hora	47,2	55,1	61,9	66,3	69,6	72,3	74,5	78,2	81,2
2 Horas	26,8	31,5	35,6	38,3	40,3	41,9	43,3	45,5	47,4
3 Horas	19,1	22,4	25,4	27,3	28,7	29,9	30,8	32,5	33,8
4 Horas	15,0	17,6	19,9	21,4	22,5	23,4	24,2	25,5	26,5
5 Horas	12,4	14,6	16,5	17,7	18,7	19,4	20,1	21,1	22,0
6 Horas	10,6	12,5	14,1	15,2	16,0	16,6	17,2	18,1	18,8
7 Horas	9,3	11,0	12,4	13,3	14,0	14,6	15,1	15,9	16,5
8 Horas	8,3	9,8	11,1	11,9	12,5	13,0	13,5	14,2	14,7
12 Horas	5,9	6,9	7,8	8,4	8,9	9,2	9,5	10,0	10,4
14 Horas	5,2	6,1	6,9	7,4	7,8	8,1	8,4	8,8	9,1
20 Horas	3,8	4,5	5,1	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7
24 Horas	3,3	3,8	4,3	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,8

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
5 Minutos	8,5	10,0	11,2	12,0	12,6	13,1	13,5	14,2	14,7
10 Minutos	14,5	16,9	19,0	20,3	21,3	22,2	22,9	24,0	24,9
15 Minutos	19,3	22,5	25,3	27,1	28,4	29,5	30,4	32,0	33,2
20 Minutos	23,4	27,3	30,7	32,9	34,6	35,9	37,0	38,8	40,3
30 Minutos	30,5	35,7	40,1	42,9	45,1	46,8	48,3	50,7	52,6
45 Minutos	39,5	46,1	51,8	55,5	58,2	60,5	62,4	65,5	68,0
1 Hora	47,2	55,1	61,9	66,3	69,6	72,3	74,5	78,2	81,2
2 Horas	53,5	63,0	71,2	76,5	80,5	83,8	86,5	91,1	94,8
3 Horas	57,2	67,3	76,2	81,8	86,1	89,6	92,5	97,4	101,3
4 Horas	59,9	70,5	79,7	85,7	90,1	93,8	96,9	101,9	106,1
5 Horas	62,0	73,0	82,5	88,7	93,3	97,1	100,3	105,5	109,8
6 Horas	63,8	75,0	84,8	91,2	95,9	99,8	103,1	108,5	112,9
7 Horas	65,3	76,8	86,8	93,3	98,2	102,2	105,5	111,1	115,5
8 Horas	66,6	78,3	88,6	95,2	100,2	104,2	107,7	113,3	117,9
12 Horas	70,7	83,2	94,1	101,1	106,4	110,7	114,3	120,3	125,2
14 Horas	72,3	85,1	96,2	103,4	108,8	113,2	116,9	123,0	128,0
20 Horas	76,2	89,6	101,3	108,9	114,6	119,2	123,1	129,6	134,8
24 Horas	78,2	92,0	104,0	111,8	117,7	122,4	126,4	133,0	138,4

2.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

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 Barra dos Pilões, códigos 02448015 (ANA) e F5-031R (DAEE), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), apresentada no Anexo II. 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 a IDF1, para a estação pluviográfica localizada no mesmo posto da estação pluviométrica de Barra dos Pilões. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo III.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

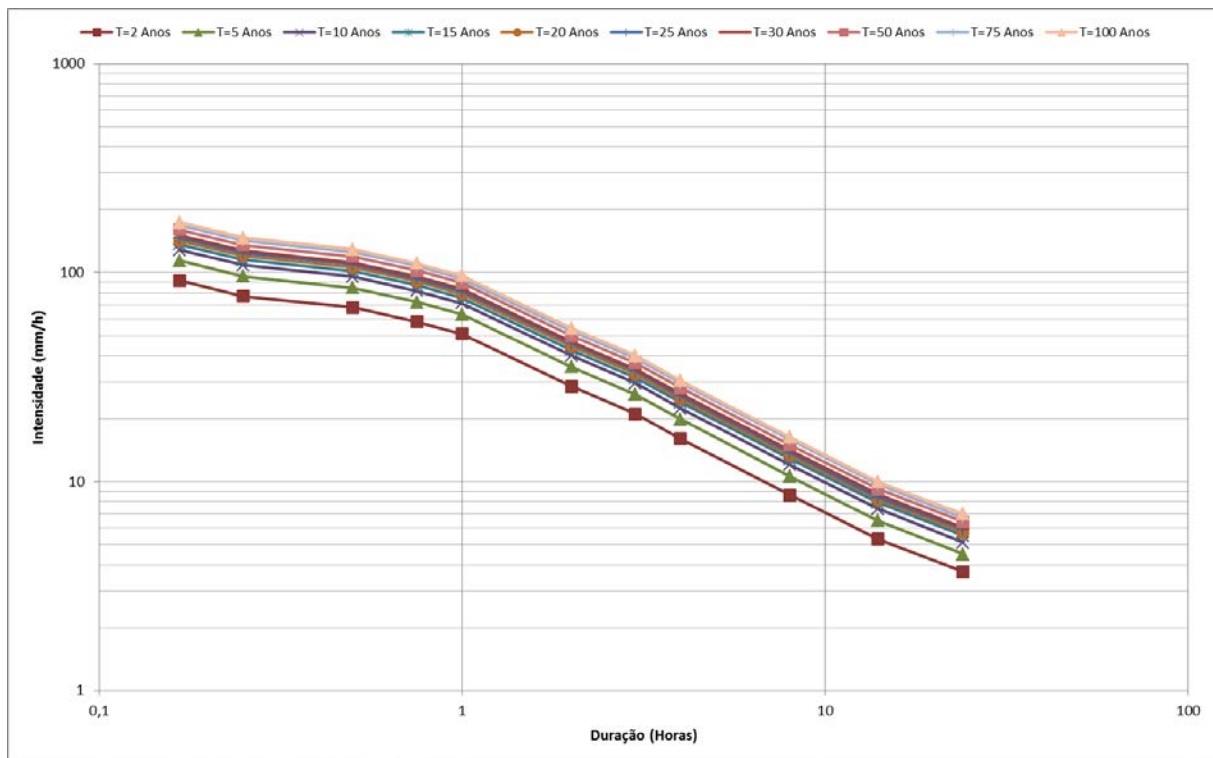


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 03 são do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (04)$$

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 Barra dos Pilões os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 469,3; b = 0,1613; c = 19,1; d = 0,5240$$

$$i = \frac{469,3T^{0,1613}}{(t+19,1)^{0,5240}} \quad (05)$$

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1634,6; b = 0,1571; c = 1,0; d = 0,8559$$

$$i = \frac{1634,6T^{0,1571}}{(t+1,0)^{0,8559}} \quad (06)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno até 100 anos e durações de 10 minutos até 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 03 – 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	99,0	114,8	128,4	137,1	143,6	148,9	153,3	160,6	166,5	171,4	177,7	183,0	186,2
10 Minutos	89,7	104,0	116,3	124,2	130,1	134,9	138,9	145,5	150,8	155,3	161,0	165,8	168,6
15 Minutos	82,6	95,7	107,1	114,3	119,7	124,1	127,8	133,9	138,8	142,9	148,2	152,6	155,2
20 Minutos	76,9	89,1	99,6	106,4	111,4	115,5	119,0	124,6	129,2	133,0	137,9	142,0	144,5
30 Minutos	68,2	79,1	88,4	94,4	98,9	102,5	105,6	110,6	114,6	118,1	122,4	126,1	128,2
45 Minutos	59,3	68,8	76,9	82,1	86,0	89,2	91,8	96,2	99,7	102,7	106,4	109,6	111,5
1 Hora	53,1	61,6	68,9	73,5	77,0	79,9	82,2	86,1	89,3	92,0	95,3	98,2	99,9
2 Horas	30,1	34,7	38,7	41,3	43,2	44,7	46,0	48,1	49,8	51,3	53,1	54,7	55,6
3 Horas	21,3	24,6	27,4	29,2	30,6	31,7	32,6	34,1	35,3	36,3	37,6	38,7	39,4
4 Horas	16,7	19,3	21,5	22,9	23,9	24,8	25,5	26,7	27,6	28,4	29,5	30,3	30,8
5 Horas	13,8	15,9	17,7	18,9	19,8	20,5	21,1	22,1	22,9	23,5	24,4	25,1	25,5
6 Horas	11,8	13,6	15,2	16,2	16,9	17,5	18,1	18,9	19,6	20,1	20,8	21,5	21,8
7 Horas	10,3	11,9	13,3	14,2	14,8	15,4	15,8	16,6	17,1	17,6	18,3	18,8	19,1
8 Horas	9,2	10,7	11,9	12,7	13,2	13,7	14,1	14,8	15,3	15,7	16,3	16,8	17,1
12 Horas	6,5	7,5	8,4	9,0	9,4	9,7	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,9	12,1
14 Horas	5,7	6,6	7,4	7,8	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,6
20 Horas	4,2	4,9	5,4	5,8	6,1	6,3	6,5	6,8	7,0	7,2	7,5	7,7	7,8
24 Horas	3,6	4,2	4,6	5,0	5,2	5,4	5,5	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,7

Tabela 04 – 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	8,3	9,6	10,7	11,4	12,0	12,4	12,8	13,4	13,9	14,3	14,8	15,3	15,5
10 Minutos	15,0	17,3	19,4	20,7	21,7	22,5	23,1	24,2	25,1	25,9	26,8	27,6	28,1
15 Minutos	20,6	23,9	26,8	28,6	29,9	31,0	32,0	33,5	34,7	35,7	37,0	38,1	38,8
20 Minutos	25,6	29,7	33,2	35,5	37,1	38,5	39,7	41,5	43,1	44,3	46,0	47,3	48,2
30 Minutos	34,1	39,5	44,2	47,2	49,4	51,3	52,8	55,3	57,3	59,0	61,2	63,0	64,1
45 Minutos	44,5	51,6	57,7	61,6	64,5	66,9	68,9	72,1	74,8	77,0	79,8	82,2	83,6
1 Hora	53,1	61,6	68,9	73,5	77,0	79,9	82,2	86,1	89,3	92,0	95,3	98,2	99,9
2 Horas	60,1	69,4	77,4	82,5	86,3	89,4	92,0	96,3	99,7	102,6	106,3	109,3	111,2
3 Horas	63,9	73,8	82,3	87,7	91,7	95,0	97,8	102,3	105,9	109,0	112,9	116,2	118,1
4 Horas	66,7	77,0	85,9	91,5	95,7	99,2	102,0	106,8	110,6	113,8	117,8	121,3	123,3
5 Horas	68,9	79,6	88,7	94,6	98,9	102,5	105,4	110,3	114,3	117,6	121,8	125,3	127,4
6 Horas	70,8	81,7	91,1	97,1	101,6	105,2	108,3	113,3	117,4	120,8	125,1	128,7	130,9
7 Horas	72,4	83,6	93,2	99,3	103,9	107,6	110,8	115,9	120,0	123,5	127,9	131,6	133,8
8 Horas	73,8	85,2	95,1	101,3	106,0	109,8	113,0	118,2	122,4	126,0	130,4	134,2	136,5
12 Horas	78,3	90,4	100,8	107,5	112,4	116,4	119,8	125,4	129,8	133,6	138,4	142,4	144,8
14 Horas	80,1	92,5	103,1	109,9	115,0	119,1	122,5	128,2	132,8	136,6	141,5	145,6	148,0
20 Horas	84,3	97,4	108,6	115,7	121,1	125,4	129,0	135,0	139,8	143,9	149,0	153,3	155,9
24 Horas	86,6	100,0	111,5	118,8	124,3	128,7	132,5	138,6	143,6	147,7	153,0	157,4	160,1

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Iporanga, foi registrada uma Chuva de 75 mm com duração de 45 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial no município. 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:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^a}{a} \right]^{1/b} \quad (07)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 75 mm dividido por 0,75 h é igual a 100 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{100,0(45 + 19,1)^{0,5240}}{469,3} \right]^{1/0,1613} = 50,9 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 50,9 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,96%, ou

$$P(i \geq 100,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{50,9} 100 = 1,96\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=352120>. Acesso em 02 de agosto de 2016.

GOOGLE EARTH. Estação pluviométrica e pluviográfica de Barra dos Pilões. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 02 de agosto 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 por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN	DATA	1 HORA
27/01/1977	19,5	27/01/1977	24,4	27/01/1977	34,5	27/01/1977	38,8	27/01/1977	40,7
05/02/1977	15,0	05/02/1977	16,8	05/02/1977	23,9	05/02/1977	31,0	05/02/1977	38,1
08/02/1977	18,8	08/02/1977	24,6	08/02/1977	35,7	08/02/1977	41,2	08/02/1977	42,3
21/03/1977	14,6	21/03/1977	17,4	24/09/1977	25,2	24/09/1977	28,5	24/09/1977	29,3
23/03/1977	15,2	23/03/1977	18,3	27/02/1979	23,4	01/11/1978	25,9	01/11/1978	30,0
24/09/1977	17,4	24/09/1977	19,7	26/07/1979	23,7	25/01/1980	26,5	25/01/1980	30,5
27/02/1979	12,4	27/02/1979	15,9	16/02/1980	22,7	16/02/1980	29,3	16/02/1980	35,7
30/03/1979	14,6	30/03/1979	18,1	03/03/1980	27,0	03/03/1980	29,5	03/03/1980	31,1
26/07/1979	14,8	26/07/1979	18,0	10/01/1981	22,8	10/01/1981	28,2	10/01/1981	35,7
13/12/1979	12,4	03/03/1980	18,3	14/01/1981	44,0	14/01/1981	45,3	14/01/1981	45,5
03/03/1980	12,7	05/01/1981	17,1	20/01/1981	24,6	20/01/1981	26,4	20/02/1982	30,7
05/01/1981	14,4	14/01/1981	25,5	10/02/1982	24,4	20/02/1982	27,3	17/03/1982	31,4
14/01/1981	19,0	20/01/1981	18,6	17/03/1982	23,3	17/03/1982	27,9	21/11/1982	31,6
21/01/1981	15,4	06/11/1983	18,3	21/11/1982	23,2	21/11/1982	30,1	23/02/1983	32,3
20/02/1982	12,4	22/12/1983	16,9	23/02/1983	23,7	23/02/1983	30,8	07/07/1983	37,6
06/09/1982	12,9	27/01/1984	19,2	07/07/1983	24,8	07/07/1983	31,8	27/01/1984	63,1
06/11/1983	16,8	13/12/1984	17,7	27/01/1984	33,6	27/01/1984	46,5	13/12/1984	27,3
21/12/1983	13,5	21/03/1985	22,6	13/12/1984	25,3	13/12/1984	26,4	21/03/1985	67,7
27/01/1984	12,9	27/03/1985	17,5	21/03/1985	41,7	21/03/1985	56,7	27/03/1985	33,7
13/12/1984	12,5	24/11/1985	18,3	27/03/1985	28,1	27/03/1985	32,3	19/01/1986	43,1
21/03/1985	15,3	19/01/1986	18,1	19/01/1986	25,6	19/01/1986	38,2	12/02/1986	35,4
24/11/1985	16,0	26/03/1986	18,7	12/02/1986	26,3	12/02/1986	32,9	26/03/1986	43,2
19/01/1986	17,2	22/01/1988	24,5	26/03/1986	28,2	26/03/1986	35,7	22/01/1988	52,9
26/03/1986	14,6	31/01/1988	19,8	22/01/1988	42,0	22/01/1988	49,2	04/02/1988	27,3
22/01/1988	16,6	04/02/1988	23,2	04/02/1988	27,0	04/02/1988	27,2	03/10/1988	28,9
31/01/1988	15,6	03/10/1988	18,7	03/10/1988	24,4	03/10/1988	27,2	20/12/1988	61,1
04/02/1988	17,2	25/10/1988	16,9	20/12/1988	41,5	20/12/1988	55,9	05/01/1989	31,8
03/10/1988	13,3	20/12/1988	21,9	05/01/1989	27,3	05/01/1989	30,8	20/02/1989	44,3
25/10/1988	13,5	05/01/1989	17,1	20/02/1989	36,2	20/02/1989	41,2	24/02/1989	50,5
20/12/1988	15,9	20/02/1989	19,6	24/02/1989	29,0	24/02/1989	39,2	20/03/1989	30,2
20/02/1989	14,2	24/02/1989	16,3	20/03/1989	24,9	20/03/1989	27,9	21/01/1990	39,3
20/03/1989	15,2	20/03/1989	19,1	22/11/1989	23,0	22/11/1989	26,0	15/12/1991	41,6
16/01/1990	16,5	16/01/1990	17,5	21/01/1990	34,8	21/01/1990	37,8	22/12/1991	30,4
21/01/1990	15,9	21/01/1990	21,4	15/12/1991	35,9	15/12/1991	39,5	31/01/1992	71,6
15/12/1991	20,6	15/12/1991	26,7	31/01/1992	40,1	22/12/1991	27,8	17/10/1992	31,2
31/01/1992	16,6	31/01/1992	23,3	17/10/1992	22,8	31/01/1992	60,1	16/11/1992	32,2
16/11/1992	13,7	16/11/1992	18,4	16/11/1992	26,0	17/10/1992	28,2	09/01/1993	28,3
04/02/1993	13,3	04/02/1993	16,1	04/02/1993	22,7	16/11/1992	31,3	13/01/1993	29,3

ANEXO I (Continuação)

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
27/01/1977	45,9	18/01/1977	40,8	18/01/1977	44,5	18/01/1977	46,8	27/01/1977	53,4	05/02/1977	81,6
05/02/1977	47,4	27/01/1977	49,9	27/01/1977	51,4	27/01/1977	52,9	05/02/1977	64,1	05/11/1978	64,5
08/02/1977	45,2	05/02/1977	49,4	05/02/1977	51,8	05/02/1977	64,1	02/03/1977	49,1	26/12/1978	76,0
01/11/1978	35,8	08/02/1977	45,4	08/02/1977	45,4	08/02/1977	45,4	05/11/1978	60,0	25/01/1980	73,9
27/12/1978	32,2	01/11/1978	35,9	27/12/1978	42,8	02/03/1977	48,5	27/12/1978	63,5	05/01/1981	113,0
25/01/1980	38,4	27/12/1978	39,0	25/01/1980	42,6	06/11/1978	49,1	05/01/1981	103,1	21/02/1981	61,0
16/02/1980	37,6	25/01/1980	41,3	16/02/1980	39,6	27/12/1978	54,6	14/01/1981	51,9	16/03/1982	86,4
10/01/1981	42,0	16/02/1980	39,5	05/01/1981	45,9	10/07/1980	47,9	21/02/1981	61,0	25/05/1982	71,9
14/01/1981	51,9	06/01/1981	37,3	10/01/1981	45,3	05/01/1981	66,0	17/03/1982	74,0	09/07/1982	65,5
21/02/1981	36,1	10/01/1981	43,1	14/01/1981	51,9	10/01/1981	46,7	09/07/1982	49,7	15/11/1982	54,8
20/02/1982	35,0	14/01/1981	51,9	21/02/1981	56,1	14/01/1981	51,9	15/11/1982	49,8	13/01/1983	76,1
23/02/1982	32,4	21/02/1981	47,1	20/02/1982	48,3	21/02/1981	59,5	21/11/1982	52,5	06/03/1983	63,4
17/03/1982	46,3	20/02/1982	47,0	17/03/1982	49,3	20/02/1982	48,5	14/01/1983	60,3	20/05/1983	59,9
21/11/1982	35,7	17/03/1982	48,9	21/11/1982	43,4	17/03/1982	74,0	20/05/1983	56,3	28/05/1983	79,2
18/01/1983	32,9	21/11/1982	42,2	20/05/1983	39,0	21/11/1982	50,0	29/05/1983	67,6	07/07/1983	61,1
23/02/1983	37,2	23/02/1983	37,6	29/05/1983	43,9	20/05/1983	46,1	07/07/1983	61,1	18/09/1983	85,7
29/05/1983	35,5	29/05/1983	40,8	07/07/1983	53,9	29/05/1983	62,5	19/09/1983	75,6	27/01/1984	102,9
07/07/1983	46,0	07/07/1983	50,2	19/09/1983	39,2	07/07/1983	61,1	22/10/1983	51,8	03/08/1984	58,0
27/01/1984	90,2	27/01/1984	92,6	27/01/1984	92,9	19/09/1983	60,2	27/01/1984	93,4	20/09/1984	55,8
21/03/1985	79,8	21/03/1985	79,8	13/12/1984	39,6	27/01/1984	93,1	03/08/1984	54,4	26/09/1984	60,3
27/03/1985	39,7	27/03/1985	42,4	21/03/1985	79,8	03/11/1984	45,2	07/12/1984	52,8	21/03/1985	79,8
19/01/1986	47,0	19/01/1986	53,5	27/03/1985	42,5	07/12/1984	52,8	21/03/1985	79,8	12/02/1986	68,2
12/02/1986	40,4	12/02/1986	43,2	19/01/1986	54,1	21/03/1985	79,8	19/01/1986	54,1	26/03/1986	60,1
26/03/1986	57,7	26/03/1986	58,6	12/02/1986	43,2	19/01/1986	54,1	12/02/1986	64,5	21/01/1988	55,2
22/01/1988	53,6	22/01/1988	53,6	26/03/1986	60,1	26/03/1986	60,1	26/03/1986	60,1	23/05/1988	54,5
03/10/1988	38,2	03/10/1988	49,0	22/01/1988	53,7	22/01/1988	54,0	22/01/1988	54,5	20/12/1988	92,6
20/12/1988	73,1	20/12/1988	77,5	03/10/1988	49,1	03/10/1988	51,7	03/10/1988	51,7	04/01/1989	71,0
05/01/1989	37,2	05/01/1989	38,2	20/12/1988	86,5	20/12/1988	92,6	20/12/1988	92,6	24/02/1989	69,1
20/02/1989	46,4	20/02/1989	47,5	05/01/1989	39,3	05/01/1989	62,9	05/01/1989	68,5	19/03/1989	64,3
24/02/1989	69,1	24/02/1989	69,1	20/02/1989	47,5	19/02/1989	47,5	24/02/1989	69,1	26/07/1989	57,4
20/03/1989	41,0	20/03/1989	44,7	24/02/1989	69,1	24/02/1989	69,1	19/03/1989	64,3	29/07/1989	63,8
16/01/1990	35,2	21/01/1990	41,4	20/03/1989	47,7	19/03/1989	56,0	26/07/1989	57,4	21/11/1989	56,1
21/01/1990	41,4	15/12/1991	46,2	21/01/1990	41,4	29/07/1989	49,2	29/07/1989	63,8	01/01/1990	57,0
15/12/1991	41,9	31/01/1992	98,1	12/09/1990	40,6	12/09/1990	51,6	12/09/1990	63,2	09/01/1990	66,2
17/10/1992	36,2	06/04/1992	35,8	15/12/1991	51,0	15/12/1991	74,5	15/12/1991	78,8	12/09/1990	73,2
16/11/1992	35,5	17/10/1992	36,3	31/01/1992	98,1	31/01/1992	98,1	31/01/1992	98,1	15/12/1991	78,8
10/12/1992	32,4	09/01/1993	44,9	09/01/1993	50,3	24/11/1992	54,8	24/11/1992	57,2	31/01/1992	165,5
09/01/1993	39,4	14/02/1993	41,5	14/02/1993	43,0	09/01/1993	52,0	09/01/1993	52,4	24/11/1992	57,2

ANEXO II

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

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 31/Set)

Data	P Max Diária	Data	P Max Diária
14/11/1969	75,6	01/02/1992	165,5
15/02/1971	80,3	22/09/1993	75,0
04/08/1972	57,9	19/01/1994	91,7
16/02/1973	68,7	19/02/1995	63,3
30/01/1974	87,3	28/02/1996	115,5
05/02/1975	95,5	21/01/1997	104,5
18/11/1975	82,5	19/06/1998	102,3
05/02/1977	66,7	09/01/1999	73,0
23/07/1978	54,2	25/03/2002	115,8
27/12/1978	63,6	25/01/2004	64,8
10/07/1980	54,0	25/05/2005	75,2
05/01/1981	93,4	02/03/2006	57,1
29/05/1983	66,7	07/01/2007	76,3
27/01/1984	93,9	28/12/2007	69,5
22/03/1985	95,9	11/07/2009	83,5
27/03/1986	68,7	08/01/2010	102,5
16/06/1987	55	01/08/2011	78,9
23/01/1988	56,2	12/07/2012	99,9
21/12/1988	98,8	12/11/2012	81,2
13/09/1990	64,9	14/02/2014	73,0
22/03/1991	78,5		

ANEXO III

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd1/Pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,78	0,66	0,82	0,89
Mínima	0,77	0,56	0,77	0,85
Média	0,78	0,59	0,78	0,86
Mediana	0,78	0,58	0,78	0,86

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h
Máxima	0,89	0,90	0,99	0,94	0,94
Mínima	0,87	0,90	0,96	0,89	0,91
Média	0,89	0,90	0,98	0,92	0,93
Mediana	0,89	0,90	0,98	0,93	0,94

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,37	0,48	0,73	0,89
Mínima	0,29	0,37	0,66	0,85
Média	0,31	0,40	0,67	0,86
Mediana	0,30	0,38	0,67	0,86

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P24horas)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h
Máxima	0,58	0,65	0,72	0,73	0,81	0,88
Mínima	0,54	0,62	0,69	0,72	0,78	0,83
Média	0,57	0,64	0,71	0,73	0,79	0,84
Mediana	0,58	0,65	0,72	0,73	0,78	0,84

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