

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Rio Grande do Sul
Município: Estrela

Estação Pluviográfica: Guaporé
Código ANA: 02851044
Estação Pluviométrica: Muçum
Código ANA: 02951070

 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**

Município: Estrela

Estação Pluviográfica: Guaporé

Código: 02851044

Estação Pluviométrica: Muçum

Código: 02951070

**GOIÂNIA
2014**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTAS 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 Goiânia

Copyright © 2014 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: Estrela, Estação Pluviográfica: Guaporé 02851044 e Estação Pluviométrica: Muçum Código 02951070. Albert Teixeira Cardoso; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2014.

17p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

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

Edison Lobão

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

Luiz Gonzaga Baião

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Oswaldo Castanheira

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Thales de Queiroz Sampaio

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 REGIONAL DE GOIÂNIA

Luiz Fernando Magalhães
Superintendente

Cíntia de Lima Vilas Boas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Gilmar José Rizzotto
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Sheila Soraya Alves Knust
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Maria José Aleixo
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 Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Margarida Regueira da Costa – Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato – Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida-Sureg/BH

Apoio Técnico

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel – REFO

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Eliane Cristina Godoy Moreira-Sureg/SP

Jennifer Laís Assano -Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira-Sureg/SP

Juliana Oliveira-Sureg/BE

Fabiana Ferreira Cordeiro-Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso -Sureg/GO

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – RETE

Estagiários de Hidrologia

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior-Sureg/MA

Diovana Daus Borges Fortes -Sureg/PA

Fernanda Ribeiro Gonçalves Sotero de Menezes -Sureg/BH

Fernando Lourenço de Souza Junior – Sureg/RE

Ivo Cleiton Costa Bonfim -REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda-Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros -Sureg/RE

Liomar Santos da Hora-Sureg/SA

Lemia Ribeiro-Sureg/SA

Márcia Faermann -Sureg/PA

Mariana Carolina Lima de Oliveira-Sureg/BH

Mayara Luiza de Menezes Oliveira-Sureg/MA

Nayara de Lima Oliveira-Sureg/GO

Pedro da Silva Junqueira-Sureg/PA

Rosangela de Castro – Sureg/SP

Taciana dos Santos Lima–RETE

Thais Danielle Oliveira Gasparin – Sureg/SP

Vanessa Romero-Sureg/GO

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 Estrela. Foram elaboradas duas IDFs, sendo que a primeira (IDF1) foi elaborada com dados de uma estação pluviográfica e subsidiou parâmetros a serem utilizadas na segunda (IDF2), elaborada com séries de uma estação pluviométrica. A IDF1, indicada para tempos de retorno até 75 anos, foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica de Guaporé, código 02851044, localizada no município de Guaporé, a 73 km da sede de Estrela. A segunda equação, IDF2, foi elaborada aplicando metodologia de desagregação, sendo a série levantada de registros de precipitações diárias máximas por ano civil da estação pluviométrica de Muçum, código 02951070, localizada aproximadamente a 38 km da sede de Estrela. Ambas as estações são operadas pela CPRM/ANA.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Estrela e regiões circunvizinhas.

O município de Estrela está localizado no estado do rio Grande do Sul, na Latitude 29°30'03" S e Longitude 51°57'00" W, a 109 km de Porto Alegre, capital do estado. O município possui área de 184,2 Km² e a sede localiza-se a uma altitude de 62 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 30.619 habitantes.

A estação Guaporé, código 02851044, está localizada na Latitude 28°52'07,5" S e Longitude 51°54'05,5" W e a estação Muçum, código 02951070, está localizada na Latitude 29°08'54,5" S e Longitude 51°51'54,4" W; ambas inserem-se na sub-bacia 86 (sub-bacia do rio Taquari), mais especificamente nas sub-bacias do rio Guaporé e rio das Antas, respectivamente. As duas estações são operadas pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), sendo que Guaporé apresenta série de registros contínuos de precipitação desde 1990 e Muçum foi instalada em 1986. A estação pluviográfica de Guaporé localiza-se no município de Guaporé, a aproximadamente 485 m de altitude e distante cerca de 73 km a montante da sede municipal de Estrela. Os dados para definição da equação IDF1, no período de 1993 a 2013, foram obtidos a partir dos dados diários contínuos de precipitação coletados de um pluviógrafo modelo IH e de uma PCD Chuva Temperatura e Umidade AGSolver. A estação pluviométrica de Muçum localiza-se no município de Muçum, a 240 m de altitude e distante 38 km da sede municipal de Estrela. Os dados pluviométricos utilizados para a elaboração da IDF2, do período de 1986 até 2013, foram obtidos de um pluviômetro Ville de Paris.

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

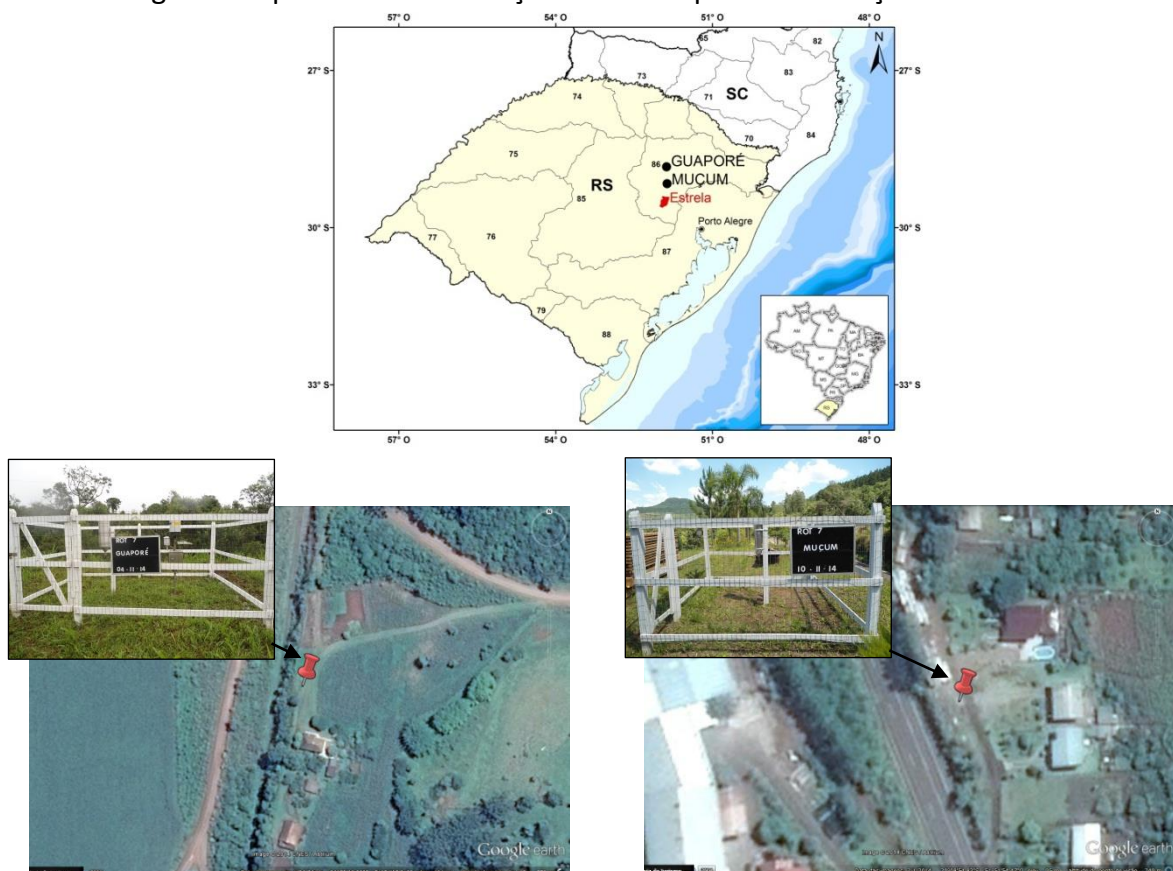


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica de Guaporé e Estação Pluviométrica de Muçum (Fonte: GOOGLE, 2014).

2 – EQUAÇÕES

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 Guaporé, código 02851044, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam no 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. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

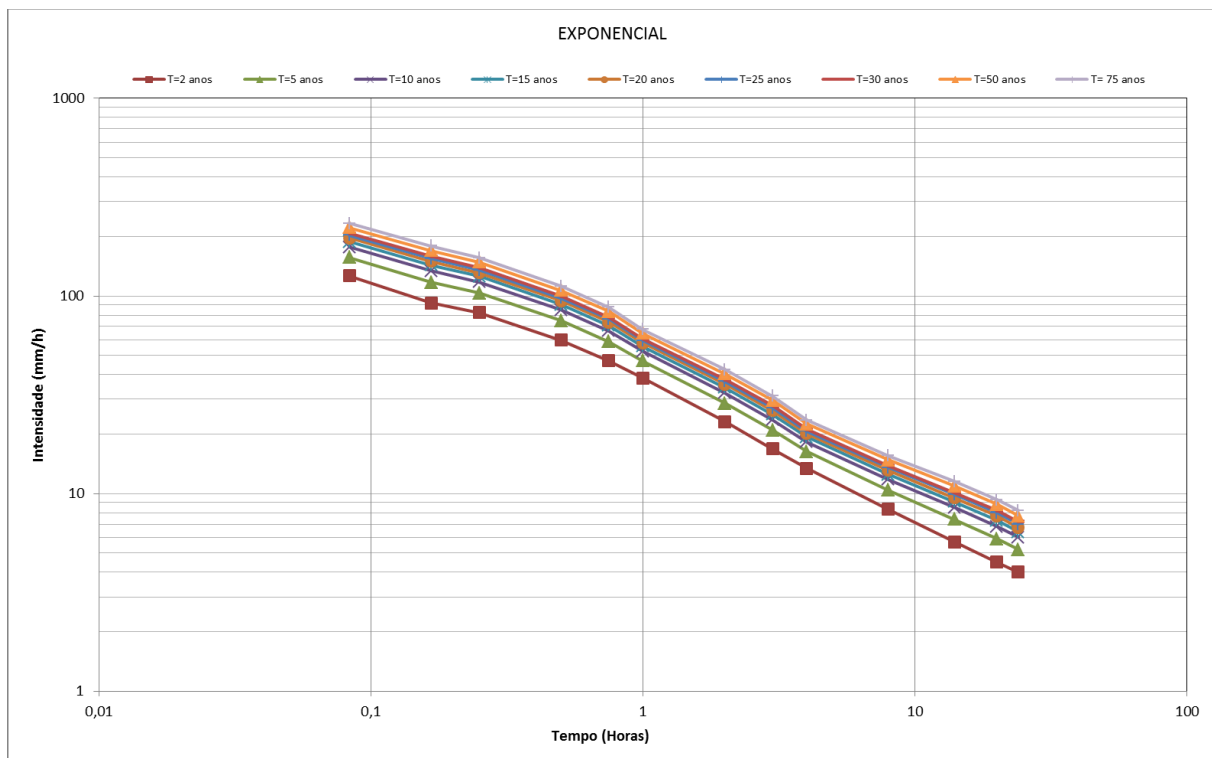


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 da estação Guaporé os parâmetros da equação os seguintes:

$$5\text{min} \leq t < 4\text{h}$$

$$a = 1752,7; b = 0,1686; c = 16,4; d = 0,9067$$

$$i = \frac{1752,7 T^{0,1686}}{(t+16,4)^{0,9067}} \quad (02)$$

$$4h \leq t \leq 24h$$

$$a = 485,3; b = 0,1566; c = 28,2; d = 0,6599$$

$$i = \frac{485,3 T^{0,1566}}{(t+28,2)^{0,6599}} \quad (03)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno até 75 anos e durações de 5 minutos até 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	60	70	75
5 Minutos	122,5	143,0	160,7	172,1	180,6	187,5	193,4	203,0	210,8	217,4	223,1	225,7
10 Minutos	101,3	118,2	132,8	142,2	149,3	155,0	159,9	167,8	174,3	179,7	184,4	186,6
15 Minutos	86,5	101,0	113,5	121,5	127,6	132,5	136,6	143,4	148,9	153,5	157,6	159,4
20 Minutos	75,7	88,3	99,3	106,3	111,6	115,9	119,5	125,4	130,2	134,3	137,8	139,4
30 Minutos	60,7	70,9	79,7	85,3	89,5	93,0	95,9	100,6	104,5	107,8	110,6	111,9
45 Minutos	47,1	55,0	61,8	66,2	69,5	72,1	74,4	78,1	81,1	83,6	85,8	86,8
1 HORA	38,6	45,1	50,7	54,3	57,0	59,2	61,0	64,0	66,5	68,6	70,4	71,2
2 HORAS	22,8	26,7	30,0	32,1	33,7	35,0	36,1	37,9	39,3	40,5	41,6	42,1
3 HORAS	16,4	19,2	21,5	23,1	24,2	25,1	25,9	27,2	28,2	29,1	29,9	30,2
4 HORAS	13,5	15,6	17,4	18,5	19,4	20,1	20,6	21,6	22,4	23,0	23,6	23,8
5 HORAS	11,8	13,6	15,2	16,2	17,0	17,6	18,1	18,9	19,6	20,1	20,6	20,9
6 HORAS	10,6	12,2	13,6	14,5	15,2	15,7	16,2	16,9	17,5	18,0	18,5	18,7
7 HORAS	9,6	11,1	12,4	13,2	13,8	14,3	14,7	15,4	15,9	16,4	16,8	17,0
8 HORAS	8,9	10,2	11,4	12,1	12,7	13,2	13,5	14,2	14,7	15,1	15,5	15,6
12 HORAS	6,9	7,9	8,8	9,4	9,8	10,2	10,5	11,0	11,4	11,7	12,0	12,1
14 HORAS	6,2	7,2	8,0	8,5	8,9	9,2	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9	11,0
20 HORAS	4,9	5,7	6,4	6,8	7,1	7,4	7,6	7,9	8,2	8,4	8,6	8,7
24 HORAS	4,4	5,1	5,7	6,0	6,3	6,5	6,7	7,0	7,3	7,5	7,7	7,8

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
5 Minutos	10,2	11,9	13,4	14,3	15,1	15,6	16,1	16,9	17,6	18,1	18,6	18,8
10 Minutos	16,9	19,7	22,1	23,7	24,9	25,8	26,6	28,0	29,0	29,9	30,7	31,1
15 Minutos	21,6	25,2	28,4	30,4	31,9	33,1	34,2	35,8	37,2	38,4	39,4	39,9
20 Minutos	25,2	29,4	33,1	35,4	37,2	38,6	39,8	41,8	43,4	44,8	45,9	46,5
30 Minutos	30,4	35,4	39,8	42,7	44,8	46,5	47,9	50,3	52,3	53,9	55,3	55,9
45 Minutos	35,3	41,2	46,3	49,6	52,1	54,1	55,8	58,6	60,8	62,7	64,3	65,1
1 HORA	38,6	45,1	50,7	54,3	57,0	59,2	61,0	64,0	66,5	68,6	70,4	71,2
2 HORAS	45,7	53,3	59,9	64,2	67,4	70,0	72,1	75,7	78,6	81,1	83,2	84,2
3 HORAS	49,2	57,5	64,6	69,2	72,6	75,4	77,7	81,6	84,7	87,4	89,7	90,7
4 HORAS	54,0	62,4	69,5	74,1	77,5	80,3	82,6	86,4	89,5	92,0	94,3	95,3
5 HORAS	59,1	68,2	76,1	81,1	84,8	87,8	90,3	94,5	97,9	100,7	103,2	104,3
6 HORAS	63,5	73,3	81,7	87,1	91,1	94,3	97,0	101,5	105,1	108,2	110,8	112,0
7 HORAS	67,4	77,8	86,7	92,4	96,6	100,1	103,0	107,7	111,5	114,8	117,6	118,9
8 HORAS	70,9	81,8	91,2	97,2	101,7	105,3	108,3	113,3	117,3	120,7	123,7	125,0
12 HORAS	82,4	95,1	106,0	112,9	118,1	122,3	125,9	131,7	136,4	140,3	143,7	145,3
14 HORAS	87,1	100,6	112,1	119,4	124,9	129,4	133,1	139,3	144,2	148,4	152,0	153,7
20 HORAS	99,0	114,3	127,4	135,7	142,0	147,0	151,3	158,2	163,9	168,6	172,7	174,6
24 HORAS	105,6	121,9	135,9	144,8	151,4	156,8	161,4	168,8	174,8	179,9	184,2	186,2

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 Muçum, código 02951070, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil, apresentada no Anexo III. 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 para a estação de Guaporé, localizada no município de Guaporé, distante 35 km a montante da estação de Muçum.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviométricos desagregados.

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 03 é 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

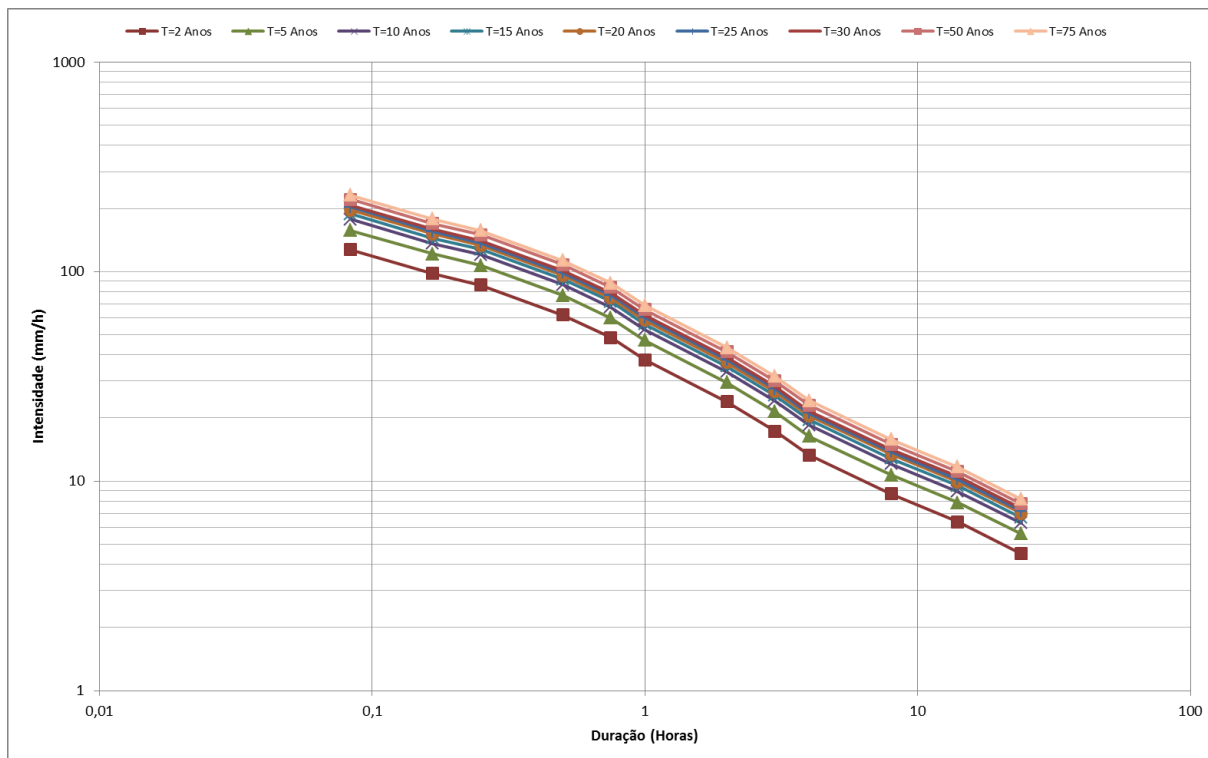


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

No caso da estação Muçum os parâmetros da equação os seguintes:

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

$a = 1136,5; b = 0,1575; c = 11,6; d = 0,8072$

$$i = \frac{1136,5T^{0,1575}}{(t+11,6)^{0,8072}} \quad (05)$$

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

$a = 463,9; b = 0,1457; c = 35; d = 0,6377$

$$i = \frac{463,9T^{0,1457}}{(t+35)^{0,6377}} \quad (06)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 75 anos e durações de 5 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, <i>T</i> (anos)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75
5 Minutos	131,3	151,6	169,1	180,3	188,6	195,4	201,1	210,4	217,9	224,3	229,8	232,3
10 Minutos	106,1	122,6	136,7	145,8	152,5	158,0	162,6	170,1	176,2	181,3	185,8	187,8
15 Minutos	89,7	103,6	115,6	123,2	128,9	133,5	137,4	143,8	148,9	153,3	157,0	158,8
20 Minutos	78,1	90,2	100,6	107,2	112,2	116,2	119,6	125,1	129,6	133,4	136,7	138,1
30 Minutos	62,5	72,2	80,6	85,9	89,9	93,1	95,8	100,2	103,8	106,8	109,5	110,7
45 Minutos	48,8	56,3	62,8	67,0	70,1	72,6	74,7	78,2	81,0	83,3	85,4	86,3
1 HORA	40,3	46,6	52,0	55,4	58,0	60,0	61,8	64,7	67,0	68,9	70,6	71,4
2 HORAS	24,7	28,5	31,8	33,9	35,5	36,7	37,8	39,6	41,0	42,2	43,2	43,7
3 HORAS	18,2	21,1	23,5	25,0	26,2	27,1	27,9	29,2	30,3	31,1	31,9	32,3
4 HORAS	14,6	16,9	18,8	20,1	21,0	21,8	22,4	23,4	24,3	25,0	25,6	25,9
5 HORAS	12,3	14,2	15,9	16,9	17,7	18,3	18,9	19,7	20,4	21,0	21,5	21,8
6 HORAS	10,7	12,3	13,8	14,7	15,3	15,9	16,4	17,1	17,7	18,2	18,7	18,9
7 HORAS	9,5	10,9	12,2	13,0	13,6	14,1	14,5	15,2	15,7	16,2	16,6	16,7
8 HORAS	9,6	10,9	12,1	12,8	13,4	13,8	14,2	14,8	15,3	15,7	16,1	16,2
12 HORAS	7,5	8,6	9,5	10,1	10,5	10,8	11,1	11,6	12,0	12,3	12,6	12,7
14 HORAS	6,8	7,8	8,6	9,2	9,5	9,9	10,1	10,6	10,9	11,2	11,5	11,6
20 HORAS	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	7,9	8,1	8,5	8,8	9,0	9,2	9,3
24 HORAS	4,9	5,6	6,2	6,6	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,0	8,2	8,3

Tabela 04 – 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
5 Minutos	10,9	12,6	14,1	15,0	15,7	16,3	16,8	17,5	18,2	18,7	19,1	19,4
10 Minutos	17,7	20,4	22,8	24,3	25,4	26,3	27,1	28,4	29,4	30,2	31,0	31,3
15 Minutos	22,4	25,9	28,9	30,8	32,2	33,4	34,4	35,9	37,2	38,3	39,3	39,7
20 Minutos	26,0	30,1	33,5	35,7	37,4	38,7	39,9	41,7	43,2	44,5	45,6	46,0
30 Minutos	31,3	36,1	40,3	42,9	44,9	46,5	47,9	50,1	51,9	53,4	54,7	55,3
45 Minutos	36,6	42,3	47,1	50,2	52,6	54,4	56,0	58,6	60,7	62,5	64,0	64,7
1 HORA	40,3	46,6	52,0	55,4	58,0	60,0	61,8	64,7	67,0	68,9	70,6	71,4
2 HORAS	49,4	57,0	63,6	67,8	70,9	73,5	75,6	79,1	81,9	84,3	86,4	87,3
3 HORAS	54,7	63,2	70,4	75,1	78,6	81,4	83,8	87,6	90,8	93,4	95,7	96,8
4 HORAS	58,5	67,6	75,4	80,4	84,1	87,1	89,6	93,8	97,1	100,0	102,4	103,5
5 HORAS	61,5	71,1	79,3	84,5	88,4	91,6	94,3	98,6	102,2	105,1	107,7	108,9
6 HORAS	64,1	74,0	82,5	88,0	92,1	95,4	98,1	102,7	106,4	109,4	112,1	113,4
7 HORAS	66,2	76,5	85,3	91,0	95,2	98,6	101,5	106,2	110,0	113,2	115,9	117,2
8 HORAS	76,6	87,5	96,8	102,7	107,1	110,6	113,6	118,5	122,4	125,7	128,5	129,8
12 HORAS	90,0	102,8	113,8	120,7	125,9	130,0	133,5	139,2	143,8	147,7	151,1	152,6
14 HORAS	95,6	109,2	120,8	128,2	133,7	138,1	141,8	147,9	152,7	156,9	160,4	162,0
20 HORAS	109,6	125,2	138,5	147,0	153,3	158,3	162,6	169,6	175,2	179,9	184,0	185,8
24 HORAS	117,4	134,2	148,5	157,5	164,2	169,7	174,2	181,7	187,7	192,7	197,1	199,1

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Estrela, foi registrada uma Chuva de 60 mm com duração de 45 min, 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 04. 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, 60 mm dividido por 0,75 h é igual a 80 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{80(45 + 11,6)^{0,8072}}{1136,5} \right]^{1/0,1575} = 46,3 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 46,3 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,16%, ou

$$P(i \geq 80 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{46,3} 100 = 2,16\%$$

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviográfica de Guaporé.* Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 23 de dezembro de 2014.

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica de Muçum.* Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 23 de dezembro de 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=430780&search=rio-grande-do-sul|estrela|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>. Acesso em 23 de dezembro de 2014.

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	5 MIN	DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN	DATA	1 HORA
24/04/1990	9,5	21/02/1990	12,4	21/02/1990	16,5	21/02/1990	28,9	21/02/1990	36,8	21/02/1990	38,3
14/02/1993	11,1	24/04/1990	12,4	24/04/1990	17,1	16/01/1993	36,5	16/01/1993	46,5	12/10/1990	30,3
03/03/1993	10,3	16/01/1993	14,4	16/01/1993	20,4	14/02/1993	45,6	14/02/1993	49,6	16/01/1993	49,2
16/11/1993	11,7	14/02/1993	20,3	14/02/1993	29,5	03/03/1993	30,8	03/03/1993	42,9	14/02/1993	50,9
10/03/1994	9,8	03/03/1993	17,4	03/03/1993	22,3	10/03/1994	30,0	10/03/1994	38,6	03/03/1993	46,4
18/04/1994	8,6	16/11/1993	12,6	10/03/1994	19,6	24/01/1996	40,9	23/12/1995	30,5	10/03/1994	38,8
14/02/1995	9,4	20/01/1996	12,3	20/01/1996	18,4	29/03/1996	32,7	24/01/1996	43,6	23/12/1995	36,0
26/02/1995	9,5	24/01/1996	20,2	24/01/1996	26,3	13/11/1996	23,9	29/03/1996	33,7	24/01/1996	44,6
24/01/1996	13,5	29/03/1996	21,9	29/03/1996	26,8	19/12/1996	38,0	13/11/1996	26,3	29/03/1996	33,9
24/02/1996	9,9	19/12/1996	16,7	13/11/1996	16,4	06/02/1997	23,9	19/12/1996	47,3	13/11/1996	30,3
29/03/1996	12,5	31/10/1997	20,5	19/12/1996	22,6	31/10/1997	37,7	06/02/1997	29,7	19/12/1996	48,5
07/04/1996	8,3	04/01/1998	13,7	06/02/1997	16,7	04/01/1998	31,1	31/10/1997	41,2	06/02/1997	35,5
14/08/1996	9,5	24/01/1998	12,2	31/10/1997	28,4	08/03/1998	28,3	30/12/1997	29,4	31/10/1997	42,4
19/12/1996	10,5	27/01/1998	13,0	04/01/1998	20,2	29/12/1999	25,3	04/01/1998	35,7	30/12/1997	34,8
05/10/1997	8,8	08/03/1998	14,5	27/01/1998	18,1	15/01/2000	25,1	08/03/1998	35,0	04/01/1998	37,4
31/10/1997	14,1	29/12/1999	13,5	08/03/1998	20,3	09/01/2001	38,4	29/12/1999	30,1	08/03/1998	43,1
26/11/1997	8,8	09/01/2001	15,1	29/12/1999	17,2	24/04/2001	27,6	15/01/2000	30,5	29/12/1999	33,4
04/01/1998	9,1	24/04/2001	15,4	09/01/2001	21,3	19/07/2001	39,6	09/01/2001	48,6	15/01/2000	31,1
24/01/1998	9,4	19/07/2001	22,2	24/04/2001	19,1	01/03/2002	23,5	24/04/2001	30,9	09/01/2001	51,6
29/12/1999	9,7	13/02/2002	13,2	19/07/2001	30,4	27/11/2002	25,5	19/07/2001	40,7	24/04/2001	40,1
24/04/2001	10,5	01/03/2002	12,7	13/02/2002	16,3	03/01/2003	25,1	27/11/2002	28,8	19/07/2001	41,2
19/07/2001	13,0	27/11/2002	12,2	02/10/2002	16,4	02/03/2003	39,2	02/03/2003	44,4	27/11/2002	37,9
13/02/2002	8,2	19/12/2002	15,4	27/11/2002	17,7	06/03/2003	26,1	06/03/2003	37,8	02/03/2003	45,5
02/10/2002	8,0	03/01/2003	18,5	19/12/2002	19,3	25/10/2003	25,9	25/10/2003	38,4	06/03/2003	43,2
20/11/2002	8,3	02/03/2003	16,3	03/01/2003	21,2	30/12/2003	24,0	30/12/2003	30,9	25/10/2003	47,3
19/12/2002	11,6	31/03/2005	12,7	02/03/2003	22,6	31/03/2005	25,1	10/01/2005	26,4	30/12/2003	35,0
03/01/2003	10,1	06/02/2007	12,5	31/03/2005	17,8	06/02/2007	24,6	31/03/2005	28,6	10/01/2005	31,1
02/03/2003	10,0	18/03/2007	14,9	06/02/2007	16,6	18/01/2008	34,4	06/02/2007	31,6	06/02/2007	32,6
03/06/2003	8,3	18/01/2008	26,1	18/01/2008	29,1	02/12/2008	24,4	18/01/2008	34,9	18/01/2008	35,2
08/07/2003	8,7	01/03/2008	12,5	02/12/2008	16,4	23/02/2009	23,2	02/12/2008	29,1	02/12/2008	32,3
23/02/2007	10,5	02/12/2008	12,9	07/12/2008	16,5	19/11/2009	24,3	12/01/2011	28,8	20/02/2009	30,8
18/03/2007	12,5	07/12/2008	16,4	19/11/2009	19,2	12/01/2011	28,4	26/03/2011	28,6	26/03/2011	35,4
18/01/2008	18,2	21/02/2009	12,2	12/01/2011	27,2	26/03/2011	25,4	02/02/2012	36,8	02/02/2012	41,8
01/03/2008	10,9	19/11/2009	14,7	02/02/2012	19,2	02/02/2012	29,8	07/02/2012	43,2	07/02/2012	44,4
06/06/2008	10,6	12/01/2011	18,1	07/02/2012	27,2	07/02/2012	37,6	18/02/2012	32,6	18/02/2012	33,0
07/12/2008	16,3	02/02/2012	12,8	12/12/2012	17,4	18/02/2012	29,2	25/02/2012	27,0	25/02/2012	30,8
19/11/2009	10,3	07/02/2012	18,1	20/02/2013	19,6	12/12/2012	32,0	12/12/2012	38,6	05/04/2012	30,0
22/11/2009	10,1	20/02/2013	13,1	29/06/2013	16,4	20/02/2013	23,8	20/02/2013	27,6	12/12/2012	40,8
12/01/2011	9,1	19/11/2013	12,3	19/11/2013	18,4	19/11/2013	27,2	19/11/2013	31,0	19/11/2013	31,4

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	20 HORAS	DATA	24 HORAS
21/02/1990	45,2	21/02/1990	45,2	21/02/1990	45,2	12/10/1990	80,9	21/02/1990	81,4	21/02/1990	82,2	21/02/1990	82,4
12/10/1990	47,0	12/10/1990	51,2	12/10/1990	51,5	16/01/1993	59,4	30/05/1990	70,4	30/05/1990	84,4	30/05/1990	104,3
16/01/1993	51,2	16/01/1993	55,3	16/01/1993	55,5	03/03/1993	54,4	11/10/1990	82,5	11/10/1990	82,5	11/10/1990	82,5
26/01/1993	37,0	14/02/1993	52,6	14/02/1993	52,6	05/12/1993	62,3	27/05/1992	70,5	22/03/1992	69,2	26/05/1992	84,6
14/02/1993	52,5	02/03/1993	46,5	03/03/1993	46,7	24/01/1996	64,4	16/01/1993	83,5	26/05/1992	83,9	16/01/1993	88,9
03/03/1993	46,5	23/12/1995	44,7	23/12/1995	44,8	29/03/1996	62,7	05/12/1993	73,4	16/01/1993	88,4	03/06/1993	73,5
10/03/1994	39,2	24/01/1996	50,5	24/01/1996	50,6	19/12/1996	62,3	01/07/1994	70,7	03/06/1993	68,4	04/12/1993	80,2
23/12/1995	43,7	19/12/1996	60,6	19/12/1996	62,0	19/05/1997	60,9	01/10/1994	62,0	04/12/1993	79,9	01/07/1994	73,1
24/01/1996	48,3	15/10/1997	44,8	20/05/1997	49,5	03/08/1997	71,9	24/01/1996	87,8	01/07/1994	72,6	23/12/1995	101,7
19/12/1996	57,1	31/10/1997	50,7	03/08/1997	50,7	20/08/1997	58,1	29/03/1996	62,8	23/12/1995	83,0	24/01/1996	87,8
06/02/1997	38,7	26/11/1997	42,2	15/10/1997	51,9	31/10/1997	65,1	24/10/1996	63,2	24/01/1996	87,8	02/08/1997	124,2
15/10/1997	38,4	30/12/1997	52,5	31/10/1997	52,0	30/12/1997	63,2	19/12/1996	62,3	02/08/1997	123,0	20/08/1997	75,1
31/10/1997	50,6	04/01/1998	41,1	30/12/1997	56,1	08/03/1998	61,1	19/05/1997	63,3	19/08/1997	73,3	23/01/1998	75,0
30/12/1997	48,5	08/03/1998	61,0	08/03/1998	61,1	29/06/2000	69,9	02/08/1997	107,3	14/08/1998	103,7	14/08/1998	104,6
04/01/1998	41,1	15/01/2000	41,0	29/06/2000	45,8	09/01/2001	58,4	19/08/1997	67,2	09/06/1999	72,1	29/06/2000	88,6
08/03/1998	60,1	29/06/2000	41,8	09/01/2001	58,4	23/04/2001	96,1	30/10/1997	66,4	29/06/2000	88,6	11/10/2000	78,7
29/12/1999	39,6	11/09/2000	40,8	24/04/2001	77,8	19/07/2001	75,2	30/12/1997	63,2	23/04/2001	98,5	23/04/2001	98,5
09/01/2001	57,2	09/01/2001	58,1	19/07/2001	61,0	30/09/2001	76,7	14/08/1998	82,0	30/09/2001	141,0	30/09/2001	147,6
24/04/2001	57,9	24/04/2001	73,2	30/09/2001	44,8	15/05/2002	57,4	09/06/1999	66,6	01/07/2002	72,7	01/07/2002	73,4
19/07/2001	50,9	19/07/2001	57,7	27/11/2002	54,5	01/07/2002	63,2	29/06/2000	88,2	19/02/2003	99,9	19/02/2003	101,0
27/01/2002	36,2	27/11/2002	52,6	02/03/2003	46,3	27/11/2002	54,6	23/04/2001	98,5	06/03/2003	71,8	06/03/2003	74,1
27/11/2002	49,4	03/01/2003	42,5	06/03/2003	59,9	19/02/2003	71,9	19/07/2001	117,1	25/10/2003	140,1	24/10/2003	160,7
03/01/2003	35,9	19/02/2003	41,1	25/10/2003	111,8	06/03/2003	60,6	30/09/2001	114,9	01/04/2005	72,3	15/12/2003	76,0
02/03/2003	46,3	02/03/2003	46,3	30/12/2003	45,3	25/10/2003	132,6	15/05/2002	64,6	17/05/2005	72,5	31/03/2005	88,6
06/03/2003	54,1	06/03/2003	58,9	16/10/2004	48,2	11/12/2003	54,5	01/07/2002	71,0	09/07/2007	99,6	17/05/2005	93,1
08/07/2003	36,0	25/10/2003	105,7	10/01/2005	52,8	30/12/2003	56,5	19/02/2003	96,3	23/11/2007	74,2	09/07/2007	104,8
25/10/2003	86,2	30/12/2003	40,9	01/04/2005	44,8	01/04/2005	56,6	25/10/2003	137,7	11/09/2009	77,3	23/11/2007	74,2
30/12/2003	39,3	16/10/2004	42,1	05/02/2007	45,1	03/10/2005	56,5	01/04/2005	63,6	26/09/2009	73,6	02/09/2009	76,2
16/10/2004	35,6	10/01/2005	49,8	27/09/2009	50,3	05/02/2007	53,7	05/02/2007	67,2	25/03/2011	167,2	11/09/2009	81,5
10/01/2005	43,1	01/04/2005	40,7	26/03/2011	59,0	18/01/2008	54,0	09/07/2007	76,4	20/07/2011	163,6	26/09/2009	79,7
06/02/2007	43,3	06/02/2007	45,1	20/07/2011	51,2	27/09/2009	60,2	02/09/2009	63,5	08/08/2011	76,8	25/03/2011	168,2
18/01/2008	36,1	27/09/2009	40,6	09/08/2011	44,2	25/03/2011	84,8	11/09/2009	70,3	25/02/2012	86,2	20/07/2011	164,6
02/12/2008	37,0	09/01/2011	43,4	05/09/2011	49,2	20/07/2011	95,8	20/07/2011	141,2	05/07/2012	108,8	08/08/2011	103,0
20/02/2009	38,9	26/03/2011	56,4	02/02/2012	46,6	08/08/2011	64,2	08/08/2011	66,0	09/09/2012	84,0	25/02/2012	86,4
26/03/2011	46,6	02/02/2012	46,6	07/02/2012	45,6	05/09/2011	54,0	25/02/2012	83,0	18/09/2012	90,0	05/07/2012	115,4
02/02/2012	46,6	07/02/2012	45,6	25/02/2012	64,6	25/02/2012	78,0	05/07/2012	91,6	27/12/2012	73,2	09/09/2012	97,8
07/02/2012	44,8	25/02/2012	58,4	06/07/2012	51,4	05/07/2012	72,6	09/09/2012	72,2	08/03/2013	72,6	18/09/2012	90,6
25/02/2012	50,2	06/07/2012	41,0	12/12/2012	53,0	18/09/2012	54,6	18/09/2012	78,4	20/09/2013	72,8	27/12/2012	84,2
12/12/2012	44,4	12/12/2012	49,0	09/03/2013	45,2	12/12/2012	55,8	27/12/2012	68,8	10/11/2013	68,2	20/09/2013	79,0

ANEXO II

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (pd1/pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 5 min/10 min	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,68	0,76	0,70	0,85	0,97
Mínima	0,65	0,75	0,69	0,85	0,92
Média	0,66	0,76	0,69	0,85	0,96
Mediana	0,65	0,76	0,69	0,85	0,97

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h	Relação 20h/24h
Máxima	0,83	0,92	1,00	0,81	0,83	0,89	0,96
Mínima	0,80	0,90	0,94	0,75	0,77	0,86	0,94
Média	0,81	0,91	0,98	0,77	0,78	0,87	0,95
Mediana	0,81	0,91	0,99	0,76	0,78	0,87	0,95

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/p1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 5 min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,29	0,44	0,58	0,83	0,97
Mínima	0,27	0,40	0,54	0,78	0,92
Média	0,28	0,43	0,57	0,82	0,96
Mediana	0,28	0,44	0,57	0,82	0,97

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/P24horas)

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h	Relação 20h/24h
Máxima	0,40	0,48	0,53	0,56	0,69	0,83	0,96
Mínima	0,34	0,43	0,48	0,48	0,63	0,82	0,94
Média	0,36	0,44	0,49	0,50	0,65	0,83	0,95
Mediana	0,35	0,44	0,48	0,49	0,64	0,83	0,95

ANEXO III

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

Máximos por ano civil

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1987	1987	12/10/1987	127,7
1988	1988	12/09/1988	86,3
1990	1990	27/04/90	95,7
1991	1991	26/12/91	106,1
1992	1992	24/01/92	88,1
1993	1993	18/10/93	113
1994	1994	26/05/94	77,9
1995	1995	28/01/95	60,5
1996	1996	09/11/96	107,6
1998	1998	27/01/98	77,2
2000	2000	26/08/00	64,1
2001	2001	20/07/01	130,6
2002	2002	10/11/02	72,5
2003	2003	16/12/03	113,1
2004	2004	17/10/04	87,3
2005	2005	05/10/05	67,2
2006	2006	26/07/06	100,0
2007	2007	23/09/07	115,5
2008	2008	26/10/08	130,0
2009	2009	11/01/09	100,3
2010	2010	05/01/10	118,5
2011	2011	21/07/11	122,4
2012	2012	19/09/12	93,0
2013	2013	11/11/13	157,0
2014	2014	04/03/14	91,0

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

