

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: Americana

Estação Pluviométrica e Pluviográfica:
Usina Ester

Código ANA: 02247031

Código DAEE-SP: D4-052

 **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: Americana/SP

**Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Usina Ester
Códigos: 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE)**

**SÃO PAULO
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 São Paulo

Copyright @ 2016 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Bairro Cerqueira César
São Paulo - SP - 01304-010
Telefone: 0(xx)(11) 3775-5101
Fax: 0(xx)(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.
Município: Americana/SP. Estação Pluviométrica e Pluviográfica: Usina Ester,
Códigos: 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE). Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine
Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – São Paulo : CPRM, 2016.

20 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

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**

Vicente Humberto Lobo Cruz

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Vicente Humberto Lobo Cruz

Vice-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

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 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 memoriam*)

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 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

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 Americana. 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 foi elaborada com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros da estação pluviográfica Usina Ester, códigos 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE), operada pelo DAEE. Na elaboração da IDF2 aplicou-se metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da

estação pluviométrica de Usina Ester, códigos 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE), operada pelo DAEE.

As estações Usina Ester (pluviométrica e pluviográfica) distanciam-se da sede municipal de Americana em 10 km.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Americana.

O município de Americana está localizado na Região Metropolitana de Campinas, no estado de São Paulo, na Latitude $22^{\circ}44'20''$ S e Longitude $47^{\circ}19'51''$ W, a 126 km de São Paulo. O município possui área de 133 Km² e localiza-se a uma altitude de 545 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 210.638 habitantes.

Para a elaboração da IDF do município de Americana, procedeu-se a um estudo preliminar com os dados da estação pluviográfica de Usina Ester. 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 Usina Ester.

Ambas as estações, pluviográfica e pluviométrica Usina Ester, estão localizadas no município de Cosmópolis, na Latitude $22^{\circ}40'00''$ S e Longitude $47^{\circ}13'00''$ W, inseridas na sub-bacia 62 (sub-bacia dos rios Paraná, Tietê e outros). Os dados para definição da equação IDF1 foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo operado pelo DAEE, no período de 1970 até 1994 enquanto que os dados para definição da IDF2 correspondem a leituras diárias de pluviômetro realizadas entre 1943 e 2014.

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

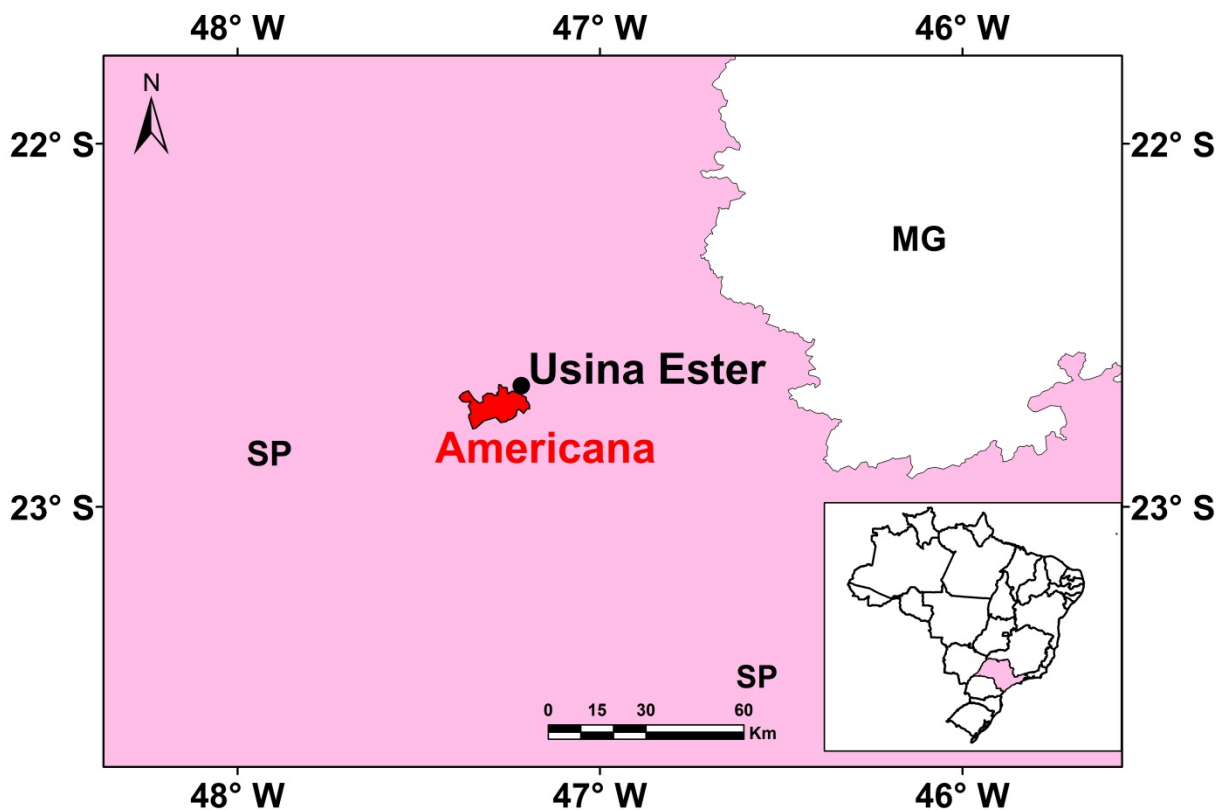


Figura 01 – Localização do Município, da Estação Pluviográfica e da Estação Pluviométrica

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 Usina Ester, códigos 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE), 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. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

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

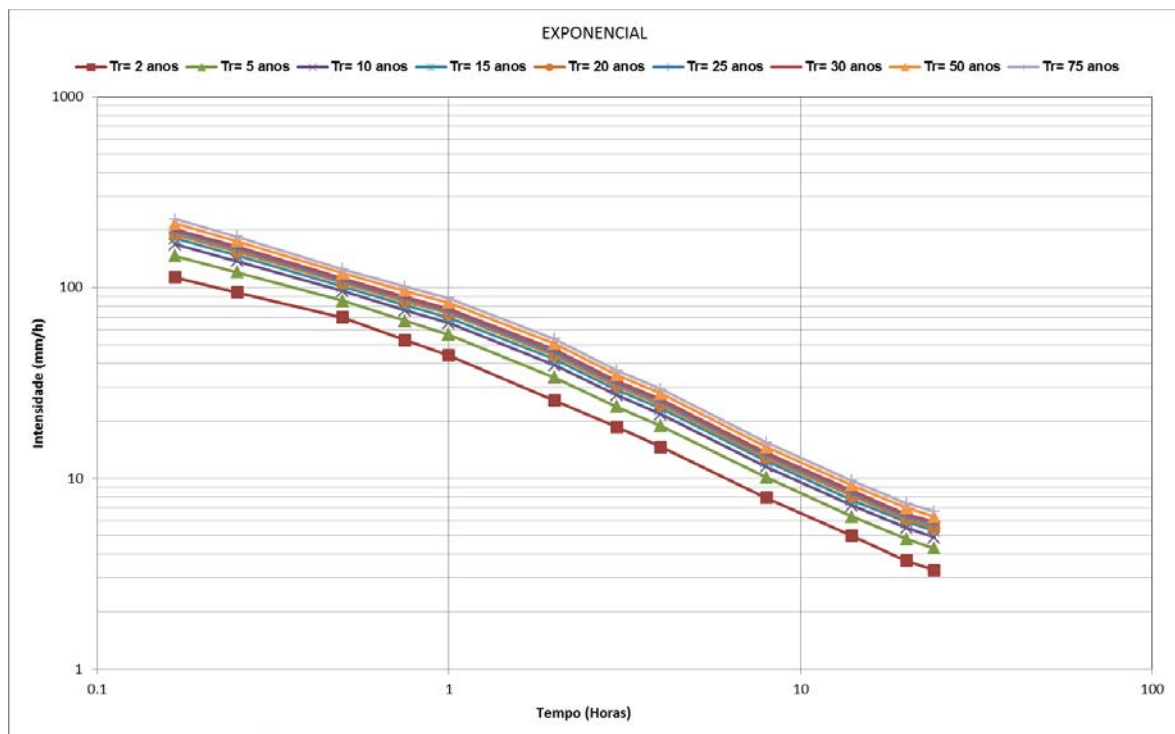


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Usina Ester os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1811,9; b = 0,1739; c = 15,1 \text{ e } d = 0,8801;$$

$$i = \frac{1811,9T^{0,1739}}{(t+15,1)^{0,8801}} \quad (02)$$

Estas equações são válidas para tempos de retorno até 75 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	75
10 Minutos	119,8	140,6	158,6	170,1	178,9	185,9	191,9	201,8	209,8	225,1
15 Minutos	102,1	119,8	135,1	145,0	152,4	158,5	163,6	172,0	178,8	191,8
20 Minutos	89,2	104,6	118,0	126,7	133,2	138,4	142,9	150,2	156,2	167,6
30 Minutos	71,6	83,9	94,7	101,6	106,8	111,0	114,6	120,5	125,2	134,4
45 Minutos	55,6	65,2	73,5	78,9	82,9	86,2	89,0	93,6	97,3	104,4
1 HORA	177,2	207,8	234,4	251,5	264,4	274,9	283,7	298,3	310,1	332,7
2 HORAS	27,2	32,0	36,0	38,7	40,7	42,3	43,6	45,9	47,7	51,2
3 HORAS	19,7	23,1	26,1	28,0	29,4	30,6	31,6	33,2	34,5	37,0
4 HORAS	15,6	18,3	20,6	22,1	23,2	24,2	24,9	26,2	27,3	29,2
5 HORAS	12,9	15,2	17,1	18,4	19,3	20,1	20,7	21,8	22,6	24,3
6 HORAS	11,1	13,0	14,7	15,7	16,6	17,2	17,8	18,7	19,4	20,8
7 HORAS	9,7	11,4	12,9	13,8	14,5	15,1	15,6	16,4	17,0	18,3
8 HORAS	8,7	10,2	11,5	12,3	13,0	13,5	13,9	14,6	15,2	16,3
12 HORAS	6,1	7,2	8,1	8,7	9,2	9,5	9,8	10,3	10,7	11,5
14 HORAS	5,4	6,3	7,1	7,6	8,0	8,3	8,6	9,0	9,4	10,1
20 HORAS	3,9	4,6	5,2	5,6	5,9	6,1	6,3	6,6	6,9	7,4
24 HORAS	3,4	3,9	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4	5,7	5,9	6,3

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75
10 Minutos	20,0	23,4	26,4	28,4	29,8	31,0	32,0	33,6	35,0	37,5
15 Minutos	25,5	29,9	33,8	36,3	38,1	39,6	40,9	43,0	44,7	48,0
20 Minutos	29,7	34,9	39,3	42,2	44,4	46,1	47,6	50,1	52,1	55,9
30 Minutos	35,8	42,0	47,3	50,8	53,4	55,5	57,3	60,2	62,6	67,2
45 Minutos	41,7	48,9	55,1	59,2	62,2	64,7	66,8	70,2	73,0	78,3
1 HORA	3,0	3,5	3,9	4,2	4,4	4,6	4,7	5,0	5,2	5,5
2 HORAS	54,5	63,9	72,1	77,4	81,3	84,5	87,3	91,7	95,4	102,3
3 HORAS	59,1	69,4	78,3	84,0	88,3	91,8	94,7	99,6	103,5	111,1
4 HORAS	62,3	73,0	82,4	88,4	93,0	96,6	99,8	104,9	109,0	117,0
5 HORAS	64,7	75,8	85,5	91,8	96,5	100,3	103,5	108,8	113,2	121,4
6 HORAS	66,5	78,0	88,0	94,5	99,3	103,2	106,6	112,0	116,5	125,0
7 HORAS	68,1	79,9	90,1	96,7	101,7	105,7	109,1	114,7	119,3	128,0
8 HORAS	69,5	81,5	91,9	98,7	103,7	107,8	111,3	117,0	121,6	130,5
12 HORAS	73,6	86,3	97,4	104,5	109,9	114,2	117,9	123,9	128,9	138,3
14 HORAS	75,2	88,2	99,5	106,7	112,2	116,7	120,4	126,6	131,6	141,2
20 HORAS	78,8	92,5	104,3	111,9	117,7	122,3	126,3	132,7	138,0	148,1
24 HORAS	80,7	94,7	106,8	114,6	120,5	125,3	129,3	135,9	141,3	151,6

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 Americana, códigos 02247031 (ANA) F4-029(DAEE), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 31/Set), 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 a IDF1, para a estação pluviográfica Usina Ester, códigos 02247031 (ANA) D4-052R(DAEE). As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

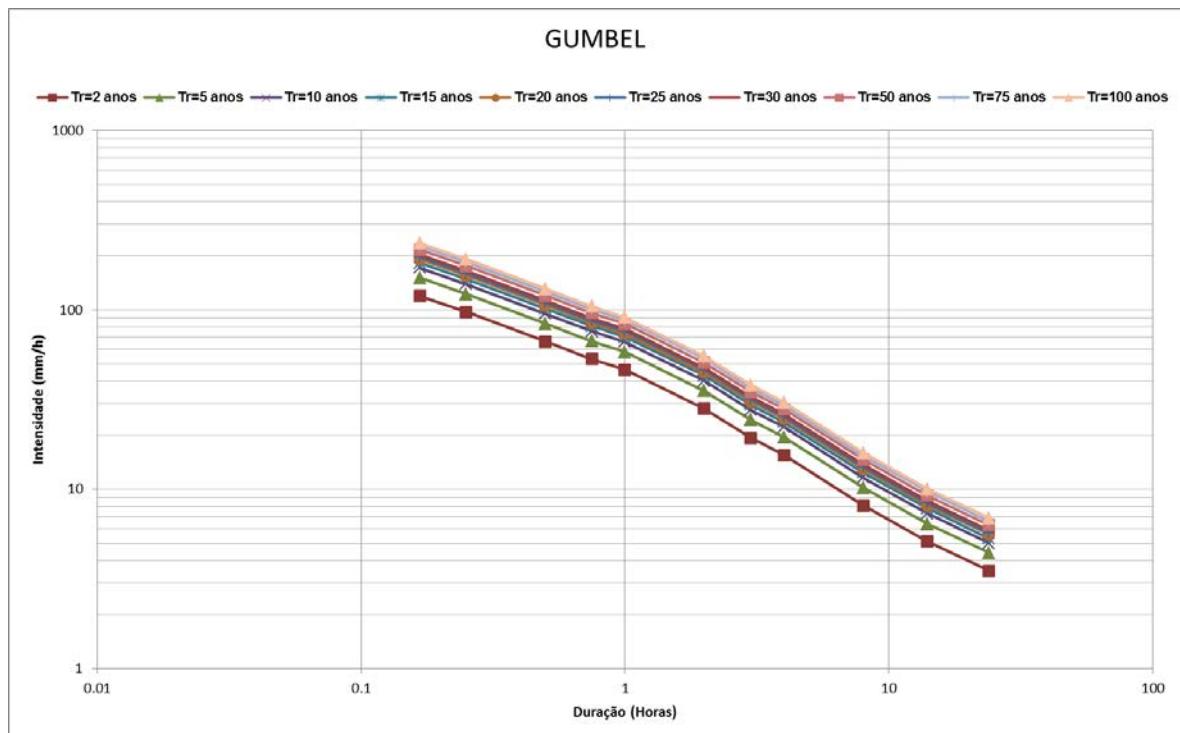


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Americana os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1680,1; b = 0,1683; c = 13,7; d = 0,8636$$

$$i = \frac{1680,1T^{0,1683}}{(t+13,7)^{0,8636}} \quad (05)$$

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, <i>T</i> (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
10 Minutos	122,7	143,1	160,8	172,2	180,7	187,7	193,5	203,1	210,9	217,5	223,2	225,8	237,0
15 Minutos	104,0	121,3	136,3	146,0	153,2	159,1	164,0	172,2	178,7	184,3	189,2	191,4	200,9
20 Minutos	90,5	105,6	118,7	127,1	133,4	138,5	142,8	149,9	155,6	160,4	164,7	166,6	174,9
30 Minutos	72,3	84,4	94,8	101,5	106,6	110,6	114,1	119,7	124,3	128,2	131,6	133,1	139,7
45 Minutos	56,1	65,4	73,5	78,7	82,6	85,7	88,4	92,8	96,4	99,4	102,0	103,2	108,3
1 HORA	185,3	216,2	243,0	260,1	273,0	283,5	292,3	306,8	318,5	328,5	337,1	341,0	358,0
2 HORAS	27,5	32,1	36,1	38,6	40,6	42,1	43,4	45,6	47,3	48,8	50,1	50,7	53,2
3 HORAS	20,0	23,3	26,2	28,1	29,5	30,6	31,5	33,1	34,4	35,4	36,4	36,8	38,6
4 HORAS	15,8	18,5	20,8	22,2	23,3	24,2	25,0	26,2	27,2	28,1	28,8	29,1	30,6
5 HORAS	13,2	15,4	17,3	18,5	19,4	20,2	20,8	21,8	22,7	23,4	24,0	24,3	25,5
6 HORAS	11,3	13,2	14,9	15,9	16,7	17,3	17,9	18,8	19,5	20,1	20,6	20,9	21,9
7 HORAS	10,0	11,6	13,1	14,0	14,7	15,2	15,7	16,5	17,1	17,7	18,1	18,3	19,3
8 HORAS	8,9	10,4	11,7	12,5	13,1	13,6	14,1	14,8	15,3	15,8	16,2	16,4	17,2
12 HORAS	6,3	7,4	8,3	8,9	9,3	9,7	10,0	10,5	10,9	11,2	11,5	11,6	12,2
14 HORAS	5,6	6,5	7,3	7,8	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,8	10,1	10,2	10,7
20 HORAS	4,1	4,8	5,4	5,8	6,0	6,3	6,5	6,8	7,0	7,3	7,5	7,5	7,9
24 HORAS	3,5	4,1	4,6	4,9	5,2	5,4	5,5	5,8	6,0	6,2	6,4	6,5	6,8

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	100
10 Minutos	20,4	23,9	26,8	28,7	30,1	31,3	32,3	33,9	35,1	36,2	37,2	37,6	39,5
15 Minutos	26,0	30,3	34,1	36,5	38,3	39,8	41,0	43,0	44,7	46,1	47,3	47,8	50,2
20 Minutos	30,2	35,2	39,6	42,4	44,5	46,2	47,6	50,0	51,9	53,5	54,9	55,5	58,3
30 Minutos	36,2	42,2	47,4	50,8	53,3	55,3	57,0	59,9	62,2	64,1	65,8	66,6	69,9
45 Minutos	42,0	49,0	55,1	59,0	61,9	64,3	66,3	69,6	72,3	74,5	76,5	77,4	81,2
1 HORA	3,1	3,6	4,0	4,3	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	6,0
2 HORAS	55,1	64,3	72,2	77,3	81,1	84,2	86,9	91,2	94,7	97,6	100,2	101,3	106,4
3 HORAS	60,0	70,0	78,6	84,2	88,4	91,7	94,6	99,3	103,1	106,3	109,1	110,4	115,8
4 HORAS	63,3	73,9	83,0	88,9	93,3	96,9	99,9	104,9	108,9	112,3	115,2	116,6	122,4
5 HORAS	65,9	76,9	86,4	92,5	97,1	100,8	104,0	109,1	113,3	116,8	119,9	121,3	127,3
6 HORAS	68,0	79,3	89,2	95,5	100,2	104,0	107,3	112,6	116,9	120,5	123,7	125,1	131,4
7 HORAS	69,8	81,4	91,5	97,9	102,8	106,7	110,0	115,5	119,9	123,7	126,9	128,4	134,8
8 HORAS	71,3	83,2	93,5	100,1	105,0	109,0	112,4	118,0	122,5	126,4	129,7	131,2	137,7
12 HORAS	75,9	88,6	99,6	106,6	111,9	116,2	119,8	125,7	130,6	134,6	138,2	139,8	146,7
14 HORAS	77,7	90,7	101,9	109,1	114,5	118,9	122,6	128,7	133,6	137,8	141,4	143,1	150,2
20 HORAS	82,0	95,6	107,5	115,0	120,8	125,4	129,3	135,7	140,9	145,3	149,1	150,8	158,3
24 HORAS	84,2	98,2	110,3	118,1	124,0	128,7	132,7	139,3	144,7	149,2	153,1	154,9	162,6

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em um determinado dia foi registrado na estação pluviográfica de Usina Ester uma Chuva de 105 mm com duração de 3 horas, Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 04, Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (05)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 105 mm dividido por 3 h é igual a 35 mm/h, Substituindo os valores na equação 05 temos:

$$T = \left[\frac{35(180 + 13,7)^{0,8636}}{1680,1} \right]^{1/0,1683} = 56 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 56 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,79%, ou

$$P(i \geq 35,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{56} 100 = 1,79\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010, Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>, Acesso em 08 de agosto de 2016,

GOOGLE EARTH, Estação pluviográfica de Usina Ester, Disponível em: <http://www.google.com/earth>, Acesso em 08 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	DATA	2 HORAS
23/03/1972	15,7	12/01/1973	21,4	12/01/1973	31,3	12/01/1973	37,3	23/03/1972	36,7	23/03/1972	63,1
12/01/1973	16,6	19/02/1973	29,9	19/02/1973	49,9	19/02/1973	63,6	12/01/1973	41,2	12/01/1973	49,2
19/02/1973	21,6	20/12/1973	22,7	20/12/1973	37,5	20/12/1973	43,4	19/02/1973	71,9	19/02/1973	82,2
20/12/1973	16,6	08/01/1974	22,7	08/01/1974	33,8	08/01/1974	34,2	20/12/1973	48,5	17/11/1973	41,7
08/01/1974	16	29/01/1976	23,3	18/01/1975	34,4	04/12/1974	33,5	04/12/1974	39,0	20/12/1973	57,6
06/01/1977	16,0	06/01/1977	20,7	29/01/1976	36,4	18/01/1975	39,9	18/01/1975	42,1	04/12/1974	42,5
25/01/1977	21,2	25/01/1977	27,3	05/01/1977	32,1	29/01/1976	47,9	29/01/1976	50,6	18/01/1975	42,4
02/04/1978	18,4	02/04/1978	23,5	06/01/1977	30,6	05/01/1977	44,7	21/03/1976	36,8	25/12/1975	45,6
08/05/1979	17,5	08/05/1979	20	25/01/1977	39,8	25/01/1977	40,8	05/01/1977	53,6	29/01/1976	54,3
20/11/1980	17	20/11/1980	21,2	31/01/1977	29,6	31/01/1977	37,6	25/01/1977	41,1	21/03/1976	47,0
03/10/1981	29,3	03/10/1981	38,6	02/04/1978	34,4	02/04/1978	36,7	31/01/1977	40,8	05/01/1977	60,8
02/01/1982	16,9	02/12/1984	20,7	20/11/1980	29,7	08/05/1979	36,6	02/04/1978	37,8	25/01/1977	41,1
01/03/1982	17,01	22/01/1985	28,7	03/10/1981	49,9	30/11/1980	35,0	08/05/1979	43,0	31/01/1977	49,2
22/01/1985	19,2	30/10/1985	36,8	02/12/1984	32,7	03/10/1981	50,5	30/11/1980	38,4	08/05/1979	52,9
21/02/1985	16,8	01/01/1986	19,8	08/12/1984	29,6	29/05/1983	36,2	03/10/1981	50,6	03/10/1981	53,5
30/10/1985	26,5	10/01/1986	24,5	22/01/1985	52,1	08/11/1984	34,2	09/01/1982	38,9	09/01/1982	64,0
10/01/1986	20,2	25/01/1986	25,2	30/10/1985	52,3	22/01/1985	63,0	29/05/1983	44,3	20/11/1982	40,6
25/01/1986	18,2	25/02/1986	19,8	01/01/1986	39,1	30/10/1985	66,1	08/11/1984	41,3	29/05/1983	54,8
25/02/1986	16,6	20/09/1986	20,2	10/01/1986	32,5	01/01/1986	43,2	22/01/1985	76,2	08/11/1984	52,2
21/10/1986	19,7	21/10/1986	24,9	25/01/1986	35,9	10/01/1986	37,0	30/10/1985	74,6	22/01/1985	93,2
17/01/1987	27,5	07/12/1986	20,2	21/10/1986	39,4	25/01/1986	38,6	01/01/1986	44,6	30/10/1985	80,3
14/02/1987	21,9	17/01/1987	31,4	17/01/1987	36,3	21/10/1986	49,5	10/01/1986	39,8	01/01/1986	44,7
05/10/1987	16,5	14/02/1987	22	27/01/1987	31,3	17/01/1987	37,1	25/01/1986	40,9	10/01/1986	42,7
25/05/1989	20,9	25/05/1989	27,4	25/05/1989	33,3	27/01/1987	42,7	21/10/1986	56,1	25/01/1986	41,7
12/02/1990	28,5	12/02/1990	32,4	12/02/1990	40,6	25/05/1989	34,5	17/01/1987	37,4	21/10/1986	58,9
09/03/1990	15,6	09/03/1990	22,4	09/03/1990	31,4	12/02/1990	44,5	27/01/1987	56,0	27/01/1987	70,5
17/04/1990	17,4	19/03/1990	19,8	19/03/1990	30,6	09/03/1990	34,1	12/02/1990	48,1	14/02/1987	44,0
07/10/1991	33,2	19/03/1991	20,1	19/03/1991	35,3	19/03/1990	39,2	09/03/1990	36,8	12/02/1990	55,0
07/03/1993	17,1	07/10/1991	33,2	21/03/1991	36,1	19/03/1991	35,3	19/03/1990	49,3	19/03/1990	62,3
18/03/1993	22,9	18/03/1993	25,5	07/10/1991	33,2	21/03/1991	40,9	21/03/1991	41,6	21/03/1991	44,3

ANEXO I (Continuação)

DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	20 HORAS	DATA	24 HORAS
23/03/1972	69,1	23/03/1972	70,2	23/03/1972	73,5	23/03/1972	73,5	23/03/1972	73,5	23/03/1972	73,5
12/01/1973	52,8	12/01/1973	56	12/01/1973	56,3	19/02/1973	84,0	19/02/1973	84,0	19/02/1973	84,0
19/02/1973	82,8	19/02/1973	84	19/02/1973	84,0	20/12/1973	90,5	20/12/1973	91,8	19/12/1973	100,2
01/11/1973	55,9	01/11/1973	73,9	20/12/1973	82,1	21/03/1976	64,3	21/03/1976	64,3	21/03/1976	64,3
20/12/1973	60,3	20/12/1973	62,7	25/12/1975	52,6	29/05/1976	59,3	29/05/1976	59,3	06/06/1976	93,0
04/12/1974	45,5	04/12/1974	46,1	29/01/1976	54,7	06/06/1976	89,0	06/06/1976	92,4	03/07/1976	86,4
25/12/1975	47,9	13/12/1975	47,3	21/03/1976	64,3	03/07/1976	67,2	03/07/1976	86,4	05/01/1977	104,2
29/01/1976	54,4	25/12/1975	49,7	06/06/1976	75,7	05/01/1977	69,2	05/01/1977	102,9	29/01/1977	74,5
21/03/1976	56,8	29/01/1976	54,4	05/01/1977	62,9	30/01/1977	69,6	30/01/1977	70,5	30/01/1977	71,0
05/01/1977	61,9	21/03/1976	62,3	31/01/1977	56,8	31/01/1977	57,2	09/06/1978	66,0	09/06/1978	66,3
31/01/1977	50,9	05/01/1977	62,71	09/06/1978	54,6	09/06/1978	66,0	27/12/1978	74,9	27/12/1978	78,6
01/04/1977	44,3	31/01/1977	52,8	08/05/1979	77,0	27/12/1978	62,6	07/05/1979	78,1	07/05/1979	80,7
08/05/1979	63,5	01/04/1977	45,7	03/10/1981	53,5	08/05/1979	78,1	30/10/1981	64,1	29/11/1980	65,4
03/10/1981	53,5	08/05/1979	75,3	02/01/1982	78,8	02/01/1982	85,6	02/01/1982	99,2	30/10/1981	65,2
02/01/1982	51,6	03/10/1981	53,5	09/01/1982	76,3	08/01/1982	92,8	08/01/1982	105,1	02/01/1982	101,6
09/01/1982	69,4	02/01/1982	53,6	23/03/1982	55,9	22/03/1982	57,3	22/03/1982	72,8	08/01/1982	109,1
23/03/1982	51,7	09/01/1982	70,3	03/10/1982	54,1	02/10/1982	61,6	02/10/1982	62,9	23/03/1982	79,1
29/05/1983	56,7	23/03/1982	54,1	29/05/1983	57,1	29/05/1983	60,1	29/05/1983	70,4	29/05/1983	70,5
08/11/1984	52,5	29/05/1983	56,9	08/11/1984	52,5	22/01/1985	105,4	22/01/1985	105,6	22/01/1985	109,1
22/01/1985	96,1	12/12/1983	45,8	22/01/1985	97,9	21/02/1985	60,8	21/02/1985	61,4	16/03/1985	65,5
30/10/1985	81,7	08/11/1984	52,5	21/02/1985	56,5	17/03/1985	59,9	17/03/1985	60,5	30/10/1985	83,4
01/01/1986	44,7	22/01/1985	97,3	17/03/1985	59,5	30/10/1985	81,7	30/10/1985	81,7	10/01/1986	130,9
10/01/1986	66,4	30/10/1985	81,7	30/10/1985	81,7	10/01/1986	77,5	10/01/1986	127,5	20/10/1986	66,5
11/01/1986	51,1	10/01/1986	74	10/01/1986	76,9	11/01/1986	66,6	21/10/1986	65,3	26/01/1987	79,6
21/10/1986	60,7	11/01/1986	52	11/01/1986	55,2	21/10/1986	65,0	03/01/1987	61,7	13/02/1987	67,7
27/01/1987	74,1	21/10/1986	62,6	21/10/1986	64,7	27/01/1987	79,6	26/01/1987	79,6	08/03/1987	84,8
14/02/1987	44	27/01/1987	79	27/01/1987	79,6	08/03/1987	71,1	08/03/1987	79,5	01/01/1990	76,5
12/02/1990	55	12/02/1990	55	12/02/1990	55,0	18/03/1990	123,1	01/01/1990	66,8	18/03/1990	135,9
19/03/1990	69,2	19/03/1990	75,1	19/03/1990	98,2	21/03/1991	56,8	03/01/1991	58,1	27/01/1991	67,3
21/03/1991	46,2	21/03/1991	49,2	21/03/1991	56,8	24/04/1991	77,8	24/04/1991	78,9	24/04/1991	78,9

ANEXO II

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

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,82	0,74	0,87	0,90
Mínima	0,80	0,68	0,82	0,86
Média	0,82	0,73	0,83	0,87
Mediana	0,82	0,74	0,83	0,86

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h
Máxima	0,86	0,98	0,96	0,96	0,92	0,95
Mínima	0,82	0,92	0,94	0,92	0,90	0,91
Média	0,83	0,96	0,94	0,95	0,91	0,92
Mediana	0,82	0,97	0,94	0,95	0,91	0,92

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

Tempos de Retorno de 2 a 75 anos

	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,43	0,53	0,79	0,90
Mínima	0,43	0,53	0,71	0,86
Média	0,43	0,53	0,72	0,87
Mediana	0,43	0,53	0,72	0,86

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	0,56	0,68	0,70	0,74	0,80	0,88	0,94
Mínima	0,55	0,65	0,68	0,73	0,77	0,84	0,92
Média	0,55	0,67	0,69	0,74	0,78	0,85	0,93
Mediana	0,55	0,67	0,69	0,74	0,77	0,85	0,93

ANEXO III

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

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1943	1944	05/10/1943	60,0
1946	1947	18/02/1947	136,4
1948	1949	13/01/1949	111,3
1950	1951	27/11/1950	56,2
1953	1954	30/03/1954	67,6
1954	1955	29/03/1955	73,0
1955	1956	03/12/1955	96,0
1956	1957	20/03/1957	97,5
1957	1958	07/02/1958	77,6
1958	1959	06/01/1959	87,0
1959	1960	26/11/1959	74,0
1960	1961	22/12/1960	75,5
1961	1962	16/02/1962	102,0
1963	1964	03/02/1964	87,0
1965	1966	22/02/1966	100,0
1966	1967	23/12/1966	75,5
1968	1969	28/01/1969	45,0
1969	1970	17/01/1970	72,3
1970	1971	23/10/1970	43,8
1971	1972	24/03/1972	72,1
1972	1973	01/12/1972	66,0
1973	1974	21/12/1973	100,2
1974	1975	04/12/1974	49,8
1975	1976	06/06/1976	93,0
1976	1977	30/01/1977	69,1
1977	1978	09/06/1978	66,3
1978	1979	09/12/1978	83,0
1979	1980	08/03/1980	82,0
1980	1981	30/11/1980	58,4
1982	1983	29/05/1983	70,0
1983	1984	23/08/1984	63,1
1984	1985	23/01/1985	108,0
1985	1986	31/10/1985	83,4
1986	1987	28/01/1987	81,9
1987	1988	07/01/1988	81,7
1988	1989	26/12/1988	58,7
1989	1990	19/03/1990	135,9
1990	1991	22/03/1991	68,7

ANEXO III (Continuação)

1991	1992	07/02/1992	65,4
1992	1993	28/10/1992	59,9
1993	1994	06/02/1994	78,2
1994	1995	30/03/1995	122,4
1995	1996	07/03/1996	61,9
1997	1998	14/12/1997	80,1
1998	1999	11/03/1999	74,7
1999	2000	02/01/2000	53,7
2000	2001	19/11/2000	87,9
2001	2002	02/10/2001	86,7
2002	2003	21/12/2002	47,8
2003	2004	23/02/2004	66,3
2004	2005	25/05/2005	111,7
2005	2006	30/03/2006	78,9
2006	2007	14/01/2007	59,7
2007	2008	21/01/2008	69,8
2009	2010	01/03/2010	77,1
2010	2011	04/01/2011	109,7
2011	2012	16/10/2011	67,4
2012	2013	31/12/2012	54,1
2013	2014	05/11/2013	47,3
1990	1991	22/03/1991	68,7
1991	1992	07/02/1992	65,4
1992	1993	28/10/1992	59,9
1993	1994	06/02/1994	78,2
1994	1995	30/03/1995	122,4
1995	1996	07/03/1996	61,9
1997	1998	14/12/1997	80,1
1998	1999	11/03/1999	74,7
1999	2000	02/01/2000	53,7
2000	2001	19/11/2000	87,9
2001	2002	02/10/2001	86,7
2002	2003	21/12/2002	47,8
2003	2004	23/02/2004	66,3
2004	2005	25/05/2005	111,7
2005	2006	30/03/2006	78,9
2006	2007	14/01/2007	59,7
2007	2008	21/01/2008	69,8
2009	2010	01/03/2010	77,1
2010	2011	04/01/2011	109,7
2011	2012	16/10/2011	67,4
2012	2013	31/12/2012	54,1
2013	2014	05/11/2013	47,3

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 São Paulo

Rua Costa, 55 - Centro
São Paulo - SP - CEP: 01304-010
Tel.: 11 3775-5100 - Fax: 11 3256-8430

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