

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: Santarém
Estação Pluviográfica: Santarém
Código ANA: 00254000

 **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-FREQÜÊNCIA

Município: Santarém

**Estação Pluviográfica: Santarém
Código: 00254000**

**BELÉM
2013**

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 Belém

Copyright @ 2013 CPRM - Superintendência Regional de Belém
Avenida Dr. Freitas, 3645 - Bairro do Marco
Belém - PA – 66095-110
Telefone: 0(xx)(91) 3182-1300
Fax: 0(xx)(91) 3182-1349
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Santarém. Estação Pluviográfica: Santarém, Código 00254000.
Andressa Macedo Silva de Azambuja e Eber José de Andrade Pinto – Belém:
CPRM, 2013.

15p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - AZAMBUJA, A.M.S.
de e PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

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

Osvaldo 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 BELÉM

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente

João Batista Marcelo de Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucia Travassos da Rosa Costa
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Tomaz de Aquino M Lobato
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Moacir Ribeiro Furtado
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

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

Apoio Técnico

Debora Gurgel - REFO

Eliane Cristina Godoy Moreira - Sureg/SP

Jennifer Laís Assano - Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira - Sureg/SP

Fabiana Ferreira Cordeiro - Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso - Sureg/GO

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – RETE

Estagiários de Hidrologia

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

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 Santarém onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Santarém, código 00254000.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Santarém e regiões circunvizinhas.

O município de Santarém está localizado no estado do Pará, na Mesorregião do Baixo Amazonas, a 697 km de Belém, capital do estado. O município possui área de 22.886,624 km² e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 56 m. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 294.580 habitantes.

A estação de Santarém, código 00254000, está localizada na Latitude 2°26'36"S e Longitude 54°42'11"W, em Santarém, na área da 5ª Unidade Regional de Ensino (5ª URE). Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos pluviogramas de um pluviógrafo IH, modelo 4 (PLG 4). A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

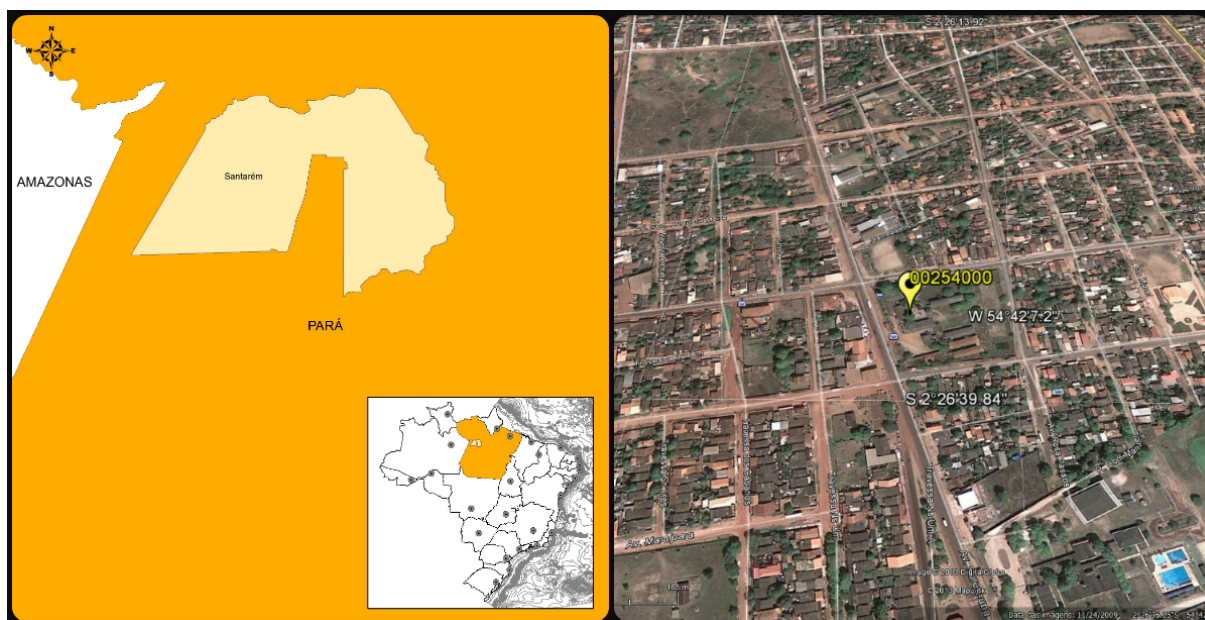


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica
(Fonte: Google *apud* SNIRH, 2013)

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Santarém, código 00254000, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set) e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Gama, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

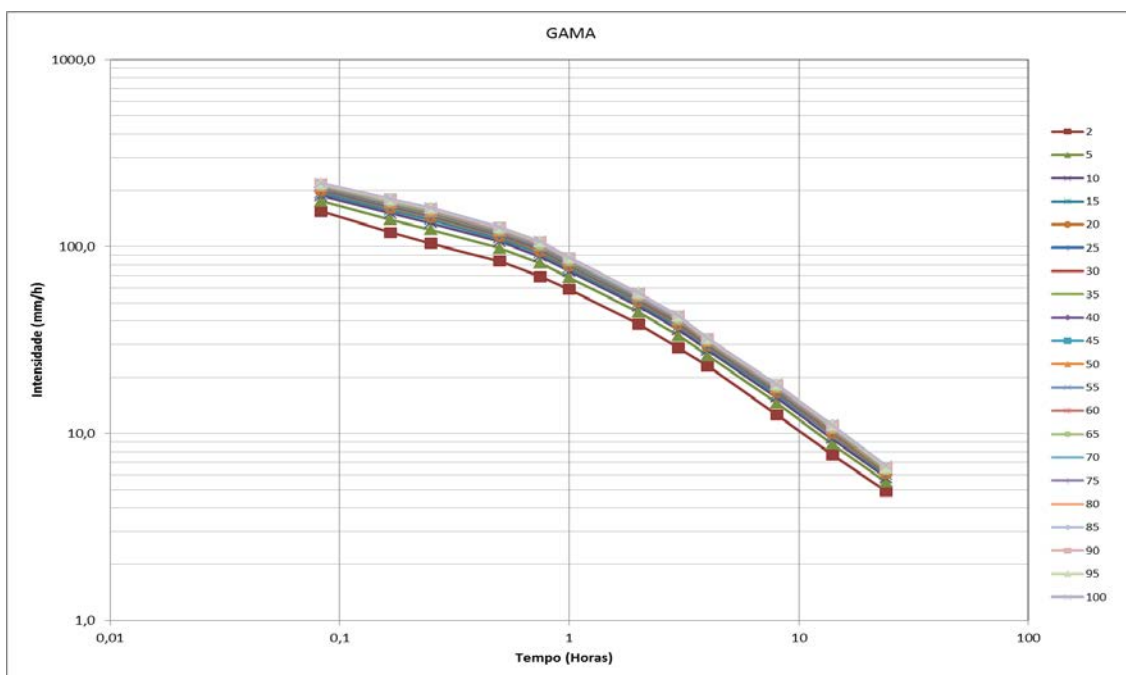


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência, para TR de 2 a 100 anos

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 Santarém os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 2980,0 ; b = 0,0931; c = 27 \text{ e } d = 0,8835;$$

$$i = \frac{2980,0T^{0,0931}}{(t+27)^{0,8835}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno de até 100 anos e durações de 5 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	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5 Minutos	148,7	162,0	172,8	179,4	184,3	188,2	191,4	194,2	196,6	198,8	200,7	202,5	204,2	205,7	207,1	208,4	209,7	210,9	212,0	213,1	214,1
10 Minutos	130,8	142,5	152,0	157,8	162,1	165,5	168,4	170,8	172,9	174,8	176,6	178,1	179,6	180,9	182,2	183,3	184,5	185,5	186,5	187,4	188,3
15 Minutos	117,0	127,4	135,9	141,1	144,9	148,0	150,5	152,7	154,6	156,3	157,9	159,3	160,6	161,8	162,9	163,9	164,9	165,8	166,7	167,6	168,4
30 Minutos	89,3	97,3	103,8	107,7	110,7	113,0	114,9	116,6	118,0	119,3	120,5	121,6	122,6	123,5	124,4	125,2	125,9	126,6	127,3	127,9	128,6
45 Minutos	72,7	79,1	84,4	87,7	90,0	91,9	93,5	94,8	96,0	97,1	98,0	98,9	99,7	100,5	101,2	101,8	102,4	103,0	103,6	104,1	104,6
1 HORA	61,5	66,9	71,4	74,2	76,2	77,8	79,1	80,2	81,2	82,1	83,0	83,7	84,4	85,0	85,6	86,1	86,7	87,2	87,6	88,1	88,5
2 HORAS	38,7	42,1	44,9	46,7	47,9	48,9	49,8	50,5	51,1	51,7	52,2	52,7	53,1	53,5	53,8	54,2	54,5	54,8	55,1	55,4	55,7
3 HORAS	28,6	31,1	33,2	34,5	35,4	36,2	36,8	37,3	37,8	38,2	38,6	38,9	39,2	39,5	39,8	40,1	40,3	40,5	40,7	40,9	41,1
4 HORAS	22,8	24,9	26,5	27,5	28,3	28,9	29,4	29,8	30,2	30,5	30,8	31,1	31,3	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,5	32,7	32,9
8 HORAS	13,0	14,1	15,0	15,6	16,0	16,4	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,6	17,8	17,9	18,0	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,6
14 HORAS	8,1	8,8	9,4	9,7	10,0	10,2	10,4	10,5	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,1	11,2	11,3	11,4	11,4	11,5	11,6	11,6
24 HORAS	5,1	5,5	5,9	6,1	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)																				
	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5 Minutos	12,4	13,5	14,4	15,0	15,4	15,7	15,9	16,2	16,4	16,6	16,7	16,9	17,0	17,1	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,8
10 Minutos	21,8	23,7	25,3	26,3	27,0	27,6	28,1	28,5	28,8	29,1	29,4	29,7	29,9	30,2	30,4	30,6	30,7	30,9	31,1	31,2	31,4
15 Minutos	29,2	31,8	34,0	35,3	36,2	37,0	37,6	38,2	38,7	39,1	39,5	39,8	40,1	40,4	40,7	41,0	41,2	41,5	41,7	41,9	42,1
30 Minutos	44,7	48,6	51,9	53,9	55,3	56,5	57,5	58,3	59,0	59,7	60,3	60,8	61,3	61,8	62,2	62,6	63,0	63,3	63,7	64,0	64,3
45 Minutos	54,5	59,3	63,3	65,7	67,5	68,9	70,1	71,1	72,0	72,8	73,5	74,2	74,8	75,4	75,9	76,4	76,8	77,3	77,7	78,1	78,4
1 HORA	61,5	66,9	71,4	74,2	76,2	77,8	79,1	80,2	81,2	82,1	83,0	83,7	84,4	85,0	85,6	86,1	86,7	87,2	87,6	88,1	88,5
2 HORAS	77,3	84,2	89,9	93,3	95,8	97,9	99,5	101,0	102,2	103,4	104,4	105,3	106,2	107,0	107,7	108,4	109,0	109,7	110,2	110,8	111,3
3 HORAS	85,7	93,4	99,6	103,4	106,2	108,5	110,3	111,9	113,3	114,6	115,7	116,7	117,7	118,6	119,4	120,2	120,9	121,6	122,2	122,8	123,4
4 HORAS	91,3	99,4	106,1	110,1	113,1	115,5	117,5	119,2	120,7	122,0	123,2	124,3	125,3	126,3	127,1	127,9	128,7	129,4	130,1	130,8	131,4
8 HORAS	103,6	112,9	120,4	125,0	128,4	131,1	133,3	135,3	137,0	138,5	139,8	141,1	142,2	143,3	144,3	145,2	146,1	146,9	147,7	148,4	149,2
14 HORAS	112,9	122,9	131,1	136,2	139,9	142,8	145,3	147,4	149,2	150,8	152,3	153,7	154,9	156,1	157,2	158,2	159,1	160,0	160,9	161,7	162,5
24 HORAS	121,6	132,4	141,2	146,7	150,7	153,8	156,5	158,7	160,7	162,5	164,1	165,5	166,9	168,1	169,3	170,4	171,4	172,4	173,3	174,2	175,0

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Santarém, foi registrada uma chuva de 39,2 mm com duração de 15 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial da cidade. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^a}{a} \right]^{1/b} \quad (03)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 39,2 mm dividido por 0,25 h é igual a 156,8 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{156,8(15 + 27)^{0,8835}}{2980} \right]^{1/0,0931} = 47 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 47 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,1%, ou

$$P(i \geq 156,8 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{47} 100 = 2,1\%$$

Este parâmetro tem grande utilidade para análises de risco e dimensionamento de obras de engenharia.

Em fevereiro de 2004 ocorreram chuvas elevadas na região de Santarém. Na estação pluviográfica, no dia 18 de fevereiro, foi registrada uma chuva de 156,9 mm com duração de 8 horas, a qual gerou vários problemas no município. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

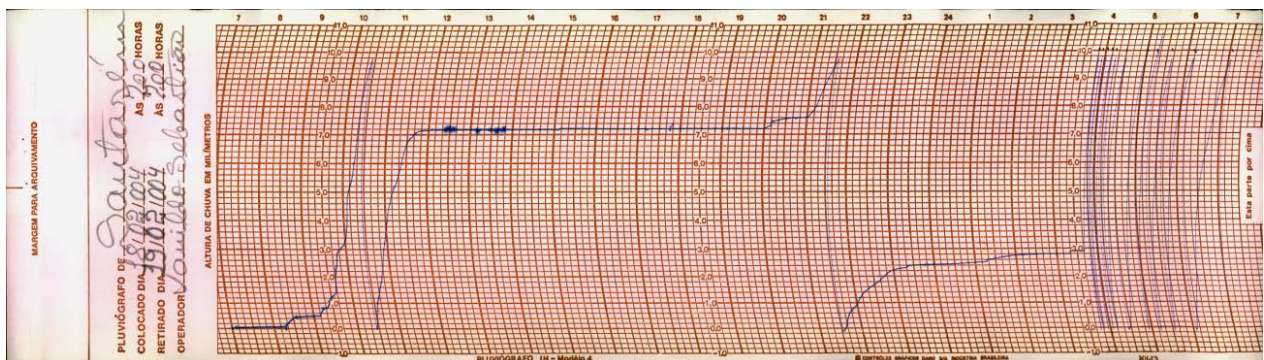


Figura 03 – Pluviograma da precipitação de 18 de fevereiro de 2004

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^a}{a} \right]^{1/b} \quad (03)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 156,9 mm dividido por 8 h é igual a 19,6 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{19,6(480 + 27)^{0,8835}}{2980} \right]^{1/0,0931} = 172 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 172 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 0,6%, ou

$$P(i \geq 19,6 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{172} 100 = 0,6\%$$

Mesmo estando fora do limite de aplicação da equação, o tempo de retorno estimado do evento ocorrido, 172 anos, indica a excepcionalidade do evento.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). *Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH)*. Base de dados. Disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/home/>>. Acesso em: set. 2013.

GOOGLE EARTH. *Estação pluviográfica de Santarém*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: set. 2013.

IBGE (Brasil). IBGE - Cidades@. *Município de Santarém*. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1J4R9>>. Acesso em: set. 2013.

PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações intensidade-duração-frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. Belo Horizonte: CPRM, 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
03/02/1990	11,7	03/02/1990	17,6	13/02/1990	20,8	21/03/1996	45,2	21/03/1996	55,2	13/02/1990	53,2
16/01/1994	11,0	16/01/1994	16,1	21/03/1996	29,2	11/04/1996	36,3	11/04/1996	46,3	21/03/1996	60,3
21/03/1996	15,4	21/03/1996	21,7	11/04/1996	25,9	28/11/1998	42,2	28/11/1998	58,6	28/11/1998	75,9
11/04/1996	12,3	11/04/1996	20,7	28/11/1998	23,9	05/01/1999	56,3	05/01/1999	70,7	05/01/1999	81,0
05/03/1997	11,5	28/11/1998	17,3	05/01/1999	34,3	01/03/1999	45,0	01/03/1999	59,1	01/03/1999	68,6
05/01/1999	12,5	05/01/1999	25,0	18/01/1999	23,6	17/03/1999	38,2	25/03/1999	42,2	01/11/1999	77,7
18/01/1999	12,7	18/01/1999	19,0	01/03/1999	23,8	25/03/1999	40,8	01/11/1999	65,4	18/02/2000	69,5
01/03/1999	12,2	01/03/1999	17,8	17/03/1999	33,6	01/11/1999	50,0	18/02/2000	65,5	07/01/2001	53,6
11/03/1999	11,6	17/03/1999	28,7	25/03/1999	27,4	18/02/2000	54,2	07/01/2001	47,7	08/09/2001	57,5
17/03/1999	22,5	25/03/1999	18,8	01/11/1999	31,0	12/03/2000	32,4	05/05/2001	41,7	06/04/2002	49,0
25/03/1999	13,6	27/04/1999	17,4	21/11/1999	20,0	07/01/2001	35,4	08/09/2001	48,1	19/02/2004	61,7
27/04/1999	12,3	01/11/1999	23,3	18/02/2000	27,8	18/03/2001	32,8	19/02/2004	55,0	07/05/2004	51,9
15/10/1999	11,3	18/02/2000	18,8	07/01/2001	20,0	05/05/2001	37,9	18/07/2004	42,3	18/07/2004	51,5
01/11/1999	12,5	05/05/2001	20,0	05/05/2001	25,8	08/09/2001	37,8	18/01/2005	64,5	18/01/2005	76,7
05/05/2001	11,7	19/02/2004	16,8	08/09/2001	21,1	19/02/2004	41,3	30/03/2005	41,0	30/03/2005	48,5
31/01/2005	10,9	18/01/2005	20,0	19/02/2004	24,5	18/01/2005	50,0	14/03/2008	42,2	18/10/2006	50,0
08/12/2008	16,0	18/06/2008	15,7	18/01/2005	30,0	30/03/2005	31,9	13/05/2008	40,8	14/03/2008	49,8
27/05/2009	11,7	08/12/2008	29,2	18/06/2008	20,5	08/12/2008	53,6	08/12/2008	59,4	24/03/2008	53,5
17/03/2010	14,7	27/05/2009	15,8	08/12/2008	39,2					13/05/2008	52,3
25/03/2010	11,8	17/03/2010	21,0	17/03/2010	26,0					01/06/2008	49,3
05/04/2010	11,6									08/12/2008	59,4
DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
13/02/1990	65,3	13/02/1990	67,3	21/03/1996	73,6	05/03/1997	103,6	12/02/1990	128,5	22/01/1994	103,4
21/03/1996	65,7	21/03/1996	70,5	15/04/1996	78,4	28/11/1998	116,2	05/03/1997	118,5	15/04/1996	123,7
15/04/1996	74,4	15/04/1996	78,3	05/03/1997	86,7	05/01/1999	139,0	28/11/1998	116,2	18/04/1996	101,9
28/11/1998	101,0	28/11/1998	107,0	28/11/1998	111,9	01/03/1999	104,7	05/01/1999	139,2	05/03/1997	134,6
05/01/1999	123,6	05/01/1999	138,6	05/01/1999	138,6	18/02/2000	100,6	06/02/1999	90,3	28/11/1998	116,2
01/03/1999	79,8	01/03/1999	86,3	01/03/1999	90,8	04/01/2001	127,0	01/03/1999	105,0	05/01/1999	139,2
01/11/1999	81,2	01/11/1999	81,6	01/11/1999	81,6	08/09/2001	84,6	18/02/2000	100,6	28/02/1999	105,4
18/02/2000	76,6	18/02/2000	98,6	18/02/2000	100,5	28/02/2003	98,4	04/01/2001	127,0	17/02/2000	109,1
05/01/2001	63,9	05/01/2001	91,9	05/01/2001	116,4	19/02/2004	156,9	05/04/2002	90,3	04/01/2001	127,0
07/01/2001	63,7	08/09/2001	84,2	07/01/2001	89,1	06/05/2004	85,7	22/04/2002	90,0	05/04/2002	112,5
08/09/2001	81,9	06/05/2002	80,8	08/09/2001	84,4	17/01/2005	88,0	28/02/2003	98,4	28/02/2003	100,8
06/05/2002	72,6	19/02/2004	104,5	06/05/2002	80,8	18/10/2006	88,4	19/02/2004	160,4	18/02/2004	168,2
19/02/2004	88,2	07/05/2004	83,7	28/02/2003	90,4	07/05/2007	93,3	07/05/2007	93,3	07/05/2007	109,8
07/05/2004	63,3	18/07/2004	78,6	19/02/2004	112,7	30/01/2008	92,3	30/01/2008	96,3	29/02/2008	106,9
18/07/2004	74,9	18/01/2005	87,8	07/05/2004	85,6	29/02/2008	91,4	29/02/2008	106,7	11/03/2008	133,4
18/01/2005	85,3	30/03/2005	65,6	18/07/2004	80,6	11/03/2008	94,8	11/03/2008	99,7	23/03/2008	116,7
30/03/2005	64,3	18/10/2006	88,4	18/01/2005	88,0	23/03/2008	94,0	23/03/2008	105,1	13/05/2008	134,5
18/10/2006	79,3	11/03/2008	70,3	18/10/2006	88,4	13/05/2008	122,2	12/05/2008	124,6	31/05/2008	122,5
24/03/2008	73,8	24/03/2008	81,6	30/01/2008	80,7	01/06/2008	97,7	01/06/2008	97,9	25/02/2009	108,6
13/05/2008	93,7	13/05/2008	111,2	11/03/2008	85,1	20/10/2008	95,9	19/10/2008	95,9	05/06/2009	111,8
01/06/2008	87,0	01/06/2008	91,9	24/03/2008	87,9	08/12/2008	86,0	25/02/2009	89,2		
20/10/2008	63,3	20/10/2008	73,6	13/05/2008	115,4	06/06/2009	86,5				
06/06/2009	69,8	06/06/2009	79,3	01/06/2008	94,9						
				20/10/2008	95,9						
				06/06/2009	82,4						

ANEXO II

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd1/Pd2) Tempos de Retorno de 2 a 100 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	0,65	0,76	0,64	0,81	0,91
Mínima	0,61	0,74	0,62	0,79	0,88
Média	0,61	0,74	0,63	0,80	0,91
Mediana	0,61	0,74	0,63	0,80	0,91

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/24h
Máxima	0,77	0,90	0,99	0,91	0,95	0,98
Mínima	0,76	0,89	0,94	0,88	0,94	0,92
Média	0,77	0,89	0,98	0,88	0,95	0,96
Mediana	0,77	0,89	0,98	0,88	0,95	0,96

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P1hora) Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	Relação 5 min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,22	0,34	0,46	0,73	0,91
Mínima	0,21	0,34	0,44	0,71	0,88
Média	0,21	0,34	0,46	0,72	0,91
Mediana	0,21	0,34	0,46	0,72	0,91

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P24horas) Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h
Máxima	0,55	0,71	0,80	0,81	0,92	0,98
Mínima	0,50	0,66	0,73	0,78	0,86	0,92
Média	0,54	0,70	0,79	0,80	0,91	0,96
Mediana	0,54	0,70	0,79	0,80	0,91	0,96

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 Belém

Av. Dr. Freitas, 3.645 - Marco
Belém - PA - CEP: 66095-110
Tel.: 91 3182-1300 - Fax: 91 3276-4020

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