

**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: São João de Meriti-RJ

**Estação Pluviográfica: Irajá
Código: 11 (Alerta Rio)**

**PORTO ALEGRE
2016**

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 Porto Alegre

Copyright © 2016 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Bairro Santa Teresa
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: São João de Meriti. Estação Pluviográfica: Irajá Código 11 (Alerta Rio).
Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2016.

13p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – 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

Carlos Eduardo de Souza Braga

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Luiz Eduardo Barata

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Santa Helena

SUPERINTENDÊNCIA 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

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
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 São João de Meriti onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviográfica de Irajá, código 11 (Alerta Rio), localizada no município do Rio de Janeiro, distante 4,3 km da sede municipal de São João de Meriti.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de São João de Meriti e nos seguintes bairros do município do Rio de Janeiro: Brás de Pina, Vicente de Carvalho, Rocha Miranda, Acari, Pavuna, Jardim América, Vigário Geral, Parada de Lucas, Cordovil e Vista Alegre.

O município de São João de Meriti está localizado no estado do Rio de Janeiro, na região da Baixada Fluminense, na Latitude 22°48'23" S e Longitude 43°22'24" W, fazendo fronteira com os municípios de Rio de Janeiro, Nilópolis, Mesquita, Belford Roxo e Duque de Caxias. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 458.673 habitantes. O município possui área de 35,2 Km² e encontra-se a uma altitude média de 25 metros.

A estação Irajá, código 11, está inserida na rede de monitoramento do sistema Alerta Rio, composta de 33 estações telemétricas espalhadas por todas as regiões do município do Rio de Janeiro. Este sistema foi criado em 1996, com o objetivo de emitir boletins de alerta à população sempre que houver previsão de chuvas intensas com potencial para gerar inundações e/ou acidentes geotécnicos. A estação Irajá está localizada no CEASA próximo a Av. Brasil, na Latitude 22°49'37" S e Longitude 43°20'13" W, na altitude de 20m. Insere-se na sub-bacia da Baía de Guanabara, distante 4,3 km da sede municipal de São João de Meriti. Para a definição da equação IDF foram utilizados dados contínuos de precipitação, no período de 1997 a 2015, disponíveis em Sistema Alerta Rio, da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2016.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

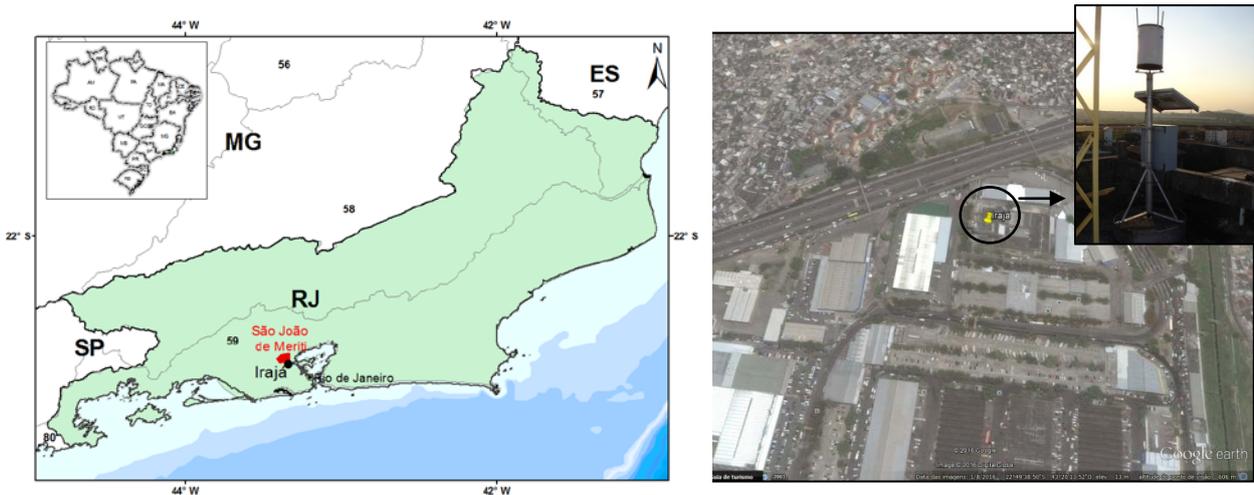


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google, 2015).

2 – EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Irajá, código 11 (Alerta Rio), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários 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.

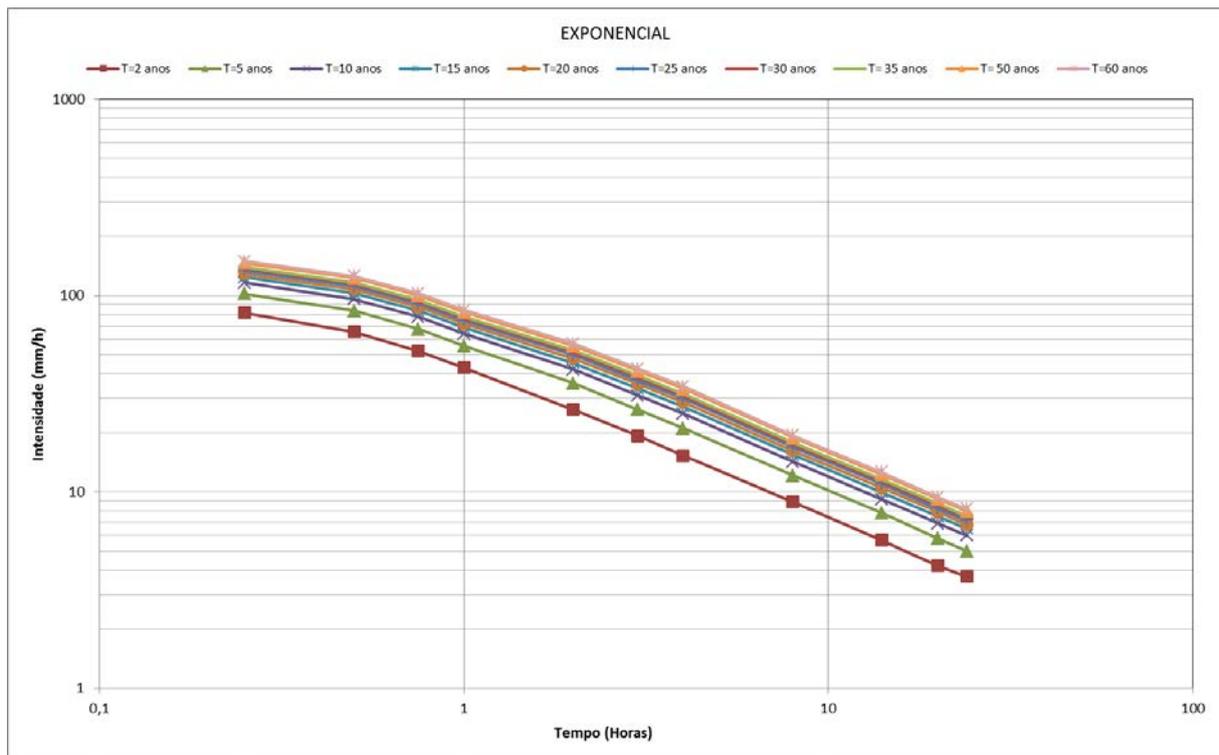


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 de Irajá os parâmetros da equação os seguintes:

$$15\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1642; b = 0,1915; c = 25,3; d = 0,8445$$

$$i = \frac{1642T^{0,1915}}{(t+25,3)^{0,8445}} \quad (02)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de até 60 anos. A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

| Duração da chuva | Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos) | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 5 Minutos | 105,2 | 125,4 | 143,2 | 154,7 | 163,5 | 170,6 | 176,7 | 186,7 | 194,8 | 201,7 |
| 10 Minutos | 92,5 | 110,2 | 125,8 | 136,0 | 143,7 | 150,0 | 155,3 | 164,1 | 171,2 | 177,3 |
| 15 Minutos | 82,7 | 98,5 | 112,5 | 121,6 | 128,5 | 134,1 | 138,9 | 146,7 | 153,1 | 158,6 |
| 20 Minutos | 74,9 | 89,3 | 101,9 | 110,2 | 116,4 | 121,5 | 125,8 | 132,9 | 138,7 | 143,7 |
| 30 Minutos | 63,3 | 75,4 | 86,1 | 93,1 | 98,4 | 102,6 | 106,3 | 112,3 | 117,2 | 121,4 |
| 45 Minutos | 51,7 | 61,6 | 70,3 | 76,0 | 80,3 | 83,8 | 86,8 | 91,7 | 95,7 | 99,1 |
| 1 Hora | 43,9 | 52,3 | 59,7 | 64,6 | 68,2 | 71,2 | 73,7 | 77,9 | 81,3 | 84,2 |
| 2 Horas | 28,0 | 33,4 | 38,1 | 41,2 | 43,5 | 45,4 | 47,0 | 49,7 | 51,8 | 53,7 |
| 3 Horas | 20,9 | 24,9 | 28,4 | 30,7 | 32,5 | 33,9 | 35,1 | 37,1 | 38,7 | 40,1 |
| 4 Horas | 16,8 | 20,1 | 22,9 | 24,8 | 26,2 | 27,3 | 28,3 | 29,9 | 31,2 | 32,3 |
| 5 Horas | 14,2 | 16,9 | 19,3 | 20,8 | 22,0 | 23,0 | 23,8 | 25,2 | 26,2 | 27,2 |
| 6 Horas | 12,3 | 14,6 | 16,7 | 18,1 | 19,1 | 19,9 | 20,6 | 21,8 | 22,8 | 23,6 |
| 7 Horas | 10,9 | 13,0 | 14,8 | 16,0 | 16,9 | 17,6 | 18,3 | 19,3 | 20,1 | 20,8 |
| 8 Horas | 9,8 | 11,6 | 13,3 | 14,4 | 15,2 | 15,8 | 16,4 | 17,3 | 18,1 | 18,7 |
| 12 Horas | 7,0 | 8,4 | 9,6 | 10,3 | 10,9 | 11,4 | 11,8 | 12,5 | 13,0 | 13,5 |
| 14 Horas | 6,2 | 7,4 | 8,4 | 9,1 | 9,6 | 10,1 | 10,4 | 11,0 | 11,5 | 11,9 |
| 20 Horas | 4,6 | 5,5 | 6,3 | 6,8 | 7,2 | 7,5 | 7,8 | 8,2 | 8,6 | 8,9 |
| 24 Horas | 4,0 | 4,7 | 5,4 | 5,8 | 6,2 | 6,4 | 6,7 | 7,1 | 7,4 | 7,6 |

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 |
| 5 Minutos | 8,8 | 10,4 | 11,9 | 12,9 | 13,6 | 14,2 | 14,7 | 15,6 | 16,2 | 16,8 |
| 10 Minutos | 15,4 | 18,4 | 21,0 | 22,7 | 23,9 | 25,0 | 25,9 | 27,3 | 28,5 | 29,6 |
| 15 Minutos | 20,7 | 24,6 | 28,1 | 30,4 | 32,1 | 33,5 | 34,7 | 36,7 | 38,3 | 39,6 |
| 20 Minutos | 25,0 | 29,8 | 34,0 | 36,7 | 38,8 | 40,5 | 41,9 | 44,3 | 46,2 | 47,9 |
| 30 Minutos | 31,6 | 37,7 | 43,1 | 46,5 | 49,2 | 51,3 | 53,1 | 56,2 | 58,6 | 60,7 |
| 45 Minutos | 38,8 | 46,2 | 52,7 | 57,0 | 60,2 | 62,9 | 65,1 | 68,8 | 71,8 | 74,3 |
| 1 Hora | 43,9 | 52,3 | 59,7 | 64,6 | 68,2 | 71,2 | 73,7 | 77,9 | 81,3 | 84,2 |
| 2 Horas | 56,0 | 66,7 | 76,2 | 82,3 | 87,0 | 90,8 | 94,0 | 99,3 | 103,7 | 107,4 |
| 3 Horas | 62,7 | 74,7 | 85,3 | 92,2 | 97,5 | 101,7 | 105,3 | 111,3 | 116,2 | 120,3 |
| 4 Horas | 67,3 | 80,2 | 91,6 | 99,0 | 104,6 | 109,2 | 113,1 | 119,5 | 124,7 | 129,2 |
| 5 Horas | 70,9 | 84,4 | 96,4 | 104,2 | 110,1 | 114,9 | 119,0 | 125,8 | 131,2 | 135,9 |
| 6 Horas | 73,7 | 87,8 | 100,3 | 108,4 | 114,5 | 119,5 | 123,8 | 130,8 | 136,5 | 141,4 |
| 7 Horas | 76,1 | 90,7 | 103,6 | 111,9 | 118,3 | 123,4 | 127,8 | 135,0 | 140,9 | 145,9 |
| 8 Horas | 78,2 | 93,1 | 106,4 | 115,0 | 121,5 | 126,8 | 131,3 | 138,7 | 144,8 | 149,9 |
| 12 Horas | 84,4 | 100,6 | 114,9 | 124,2 | 131,2 | 137,0 | 141,8 | 149,9 | 156,4 | 162,0 |
| 14 Horas | 86,8 | 103,5 | 118,2 | 127,7 | 135,0 | 140,9 | 145,9 | 154,1 | 160,8 | 166,6 |
| 20 Horas | 92,5 | 110,2 | 125,9 | 136,0 | 143,7 | 150,0 | 155,3 | 164,1 | 171,3 | 177,4 |
| 24 Horas | 95,4 | 113,7 | 129,9 | 140,3 | 148,3 | 154,8 | 160,3 | 169,3 | 176,7 | 183,0 |

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em São João de Meriti, foi registrada uma Chuva de 72 mm com duração de 45 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 72 mm dividido por 45 minutos é igual a 96 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{96(45 + 25,3)^{0,8445}}{1642,0} \right]^{1/0,1915} = 50,8 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 50,8 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,97%, ou

$$P(i \geq 96\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{50,8} 100 = 1,97\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330510>>. Acesso em fev. 2016.

PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. CPRM. Belo Horizonte. Mar., 2013.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal. Sistema de Alerta Rio: estação Irajá. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://alertario.rio.rj.gov.br/?page_id=5>. Acesso em: jan. 2016.

ANEXO I

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

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

| DATA | 15 MIN | DATA | 30 MIN | DATA | 45 MIN | DATA | 1 HORA | DATA | 2 HORAS | DATA | 3 HORAS |
|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|---------|------------|---------|
| 08/01/1998 | 20,6 | 01/04/1998 | 27,8 | 01/04/1998 | 30,8 | 01/04/1998 | 32,0 | 09/01/1999 | 41,6 | 08/01/1998 | 46,3 |
| 01/04/1998 | 18,7 | 09/01/1999 | 32,2 | 09/01/1999 | 38,7 | 09/01/1999 | 40,2 | 30/01/1999 | 40,6 | 09/01/1999 | 48,5 |
| 09/01/1999 | 17,6 | 30/01/1999 | 35,5 | 30/01/1999 | 39,5 | 30/01/1999 | 40,0 | 16/02/2000 | 91,2 | 16/02/2000 | 98,3 |
| 30/01/1999 | 21,2 | 31/01/2000 | 26,5 | 16/02/2000 | 55,9 | 16/02/2000 | 65,2 | 18/03/2000 | 42,1 | 18/03/2000 | 44,2 |
| 17/02/1999 | 16,0 | 16/02/2000 | 41,0 | 31/01/2001 | 28,4 | 31/01/2001 | 33,6 | 28/03/2001 | 41,0 | 24/12/2001 | 53,6 |
| 31/01/2000 | 22,0 | 28/03/2001 | 25,4 | 28/03/2001 | 31,4 | 28/03/2001 | 37,4 | 15/11/2001 | 36,6 | 29/11/2003 | 79,6 |
| 16/02/2000 | 24,8 | 15/11/2001 | 33,2 | 15/11/2001 | 34,8 | 15/11/2001 | 36,2 | 24/12/2001 | 41,0 | 24/01/2005 | 49,0 |
| 15/11/2001 | 24,8 | 02/02/2002 | 27,0 | 17/12/2001 | 28,4 | 17/03/2003 | 32,6 | 29/11/2003 | 65,2 | 27/01/2006 | 57,4 |
| 02/02/2002 | 17,2 | 17/03/2003 | 29,4 | 17/03/2003 | 32,2 | 29/11/2003 | 44,6 | 24/01/2005 | 49,0 | 31/01/2006 | 46,8 |
| 29/01/2003 | 19,8 | 29/11/2003 | 31,2 | 29/11/2003 | 38,2 | 24/01/2005 | 49,0 | 27/01/2006 | 52,6 | 15/12/2006 | 69,4 |
| 17/03/2003 | 16,8 | 24/01/2005 | 43,4 | 24/01/2005 | 48,4 | 27/01/2006 | 45,4 | 31/01/2006 | 45,8 | 11/02/2007 | 45,0 |
| 29/11/2003 | 18,6 | 27/01/2006 | 28,2 | 27/01/2006 | 38,4 | 31/01/2006 | 36,2 | 15/12/2006 | 69,2 | 24/10/2007 | 48,8 |
| 24/01/2005 | 25,2 | 15/12/2006 | 32,8 | 31/01/2006 | 30,4 | 15/12/2006 | 46,2 | 11/02/2007 | 42,2 | 12/12/2007 | 44,4 |
| 15/12/2006 | 17,2 | 11/02/2007 | 33,0 | 15/12/2006 | 40,4 | 11/02/2007 | 38,2 | 24/10/2007 | 44,4 | 20/02/2008 | 44,6 |
| 11/02/2007 | 23,0 | 12/12/2007 | 28,4 | 11/02/2007 | 36,2 | 12/12/2007 | 38,0 | 12/12/2007 | 43,0 | 13/11/2008 | 47,8 |
| 24/10/2007 | 19,2 | 12/01/2008 | 26,8 | 12/12/2007 | 33,4 | 21/02/2008 | 38,0 | 21/02/2008 | 43,0 | 25/12/2008 | 43,4 |
| 12/12/2007 | 16,4 | 21/02/2008 | 26,6 | 21/02/2008 | 32,2 | 25/12/2008 | 34,8 | 25/12/2008 | 38,0 | 08/02/2009 | 43,0 |
| 21/02/2008 | 18,4 | 25/12/2008 | 32,0 | 25/12/2008 | 34,8 | 08/02/2009 | 42,6 | 08/02/2009 | 42,8 | 15/11/2009 | 56,2 |
| 25/12/2008 | 21,6 | 08/02/2009 | 35,6 | 08/02/2009 | 40,8 | 15/11/2009 | 46,6 | 15/11/2009 | 55,2 | 30/12/2009 | 47,0 |
| 08/02/2009 | 19,2 | 15/11/2009 | 28,4 | 15/11/2009 | 39,0 | 25/01/2010 | 69,4 | 30/12/2009 | 37,6 | 25/01/2010 | 80,6 |
| 24/03/2009 | 16,8 | 25/01/2010 | 48,6 | 25/01/2010 | 62,6 | 06/03/2010 | 32,2 | 25/01/2010 | 76,8 | 06/03/2010 | 61,4 |
| 15/11/2009 | 17,2 | 05/04/2010 | 29,0 | 06/03/2010 | 29,6 | 05/04/2010 | 41,2 | 06/03/2010 | 50,6 | 05/04/2010 | 59,8 |
| 17/12/2009 | 15,8 | 13/11/2011 | 30,0 | 05/04/2010 | 36,8 | 05/12/2010 | 33,8 | 05/04/2010 | 55,2 | 05/12/2010 | 74,0 |
| 25/01/2010 | 27,2 | 17/01/2013 | 53,4 | 13/11/2011 | 43,6 | 13/11/2011 | 49,6 | 05/12/2010 | 64,4 | 13/11/2011 | 76,4 |
| 05/04/2010 | 24,6 | 05/03/2013 | 25,6 | 17/01/2013 | 57,8 | 17/01/2013 | 59,8 | 13/11/2011 | 73,0 | 17/01/2013 | 67,2 |
| 17/01/2013 | 28,6 | 11/12/2013 | 35,4 | 11/12/2013 | 45,0 | 11/12/2013 | 49,2 | 17/01/2013 | 66,0 | 26/02/2013 | 44,4 |
| 11/12/2013 | 18,0 | 30/12/2013 | 28,0 | 30/12/2013 | 39,6 | 30/12/2013 | 42,0 | 11/12/2013 | 92,6 | 11/12/2013 | 120,0 |
| 16/01/2014 | 19,2 | 16/01/2014 | 36,2 | 16/01/2014 | 54,0 | 16/01/2014 | 63,2 | 30/12/2013 | 50,4 | 30/12/2013 | 52,4 |
| 07/03/2014 | 27,8 | 07/03/2014 | 43,2 | 07/03/2014 | 43,6 | 07/03/2014 | 44,0 | 16/01/2014 | 68,8 | 16/01/2014 | 71,8 |
| 23/12/2014 | 16,8 | 01/02/2015 | 27,4 | 23/12/2014 | 30,0 | 23/12/2014 | 31,4 | 07/03/2014 | 44,4 | 07/03/2014 | 44,4 |
| 22/03/2015 | 31,0 | 22/03/2015 | 51,2 | 01/02/2015 | 37,6 | 01/02/2015 | 39,2 | 01/02/2015 | 42,2 | 01/02/2015 | 42,2 |
| 17/04/2015 | 18,6 | 17/04/2015 | 25,2 | 22/03/2015 | 55,2 | 22/03/2015 | 57,4 | 22/03/2015 | 61,4 | 22/03/2015 | 69,2 |

| DATA | 4 HORAS | DATA | 8 HORAS | DATA | 14 HORAS | DATA | 20 HORAS | DATA | 24 HORAS |
|------------|---------|------------|---------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 08/01/1998 | 54,4 | 08/01/1998 | 78,4 | 08/01/1998 | 82,4 | 08/01/1998 | 83,7 | 08/01/1998 | 91,8 |
| 09/01/1999 | 48,7 | 09/12/1999 | 58,4 | 09/12/1999 | 62,2 | 09/12/1999 | 63,1 | 09/12/1999 | 63,1 |
| 09/12/1999 | 45,8 | 16/02/2000 | 119,8 | 16/02/2000 | 121,7 | 02/01/2000 | 63,6 | 02/01/2000 | 67,2 |
| 16/02/2000 | 102,2 | 18/03/2000 | 53,9 | 18/03/2000 | 55,4 | 16/02/2000 | 131,3 | 16/02/2000 | 133,3 |
| 18/03/2000 | 45,4 | 23/12/2001 | 85,2 | 23/12/2001 | 107,4 | 23/12/2001 | 107,6 | 18/03/2000 | 62,1 |
| 24/12/2001 | 65,6 | 28/01/2003 | 52,2 | 17/03/2003 | 67,8 | 17/03/2003 | 102,0 | 23/12/2001 | 107,6 |
| 29/11/2003 | 86,6 | 17/03/2003 | 52,2 | 28/11/2003 | 100,8 | 28/11/2003 | 109,2 | 17/03/2003 | 109,8 |
| 24/01/2005 | 49,0 | 29/11/2003 | 94,2 | 18/01/2005 | 60,6 | 28/11/2004 | 60,4 | 28/11/2003 | 111,2 |
| 27/01/2006 | 58,2 | 18/01/2005 | 58,2 | 27/01/2006 | 65,6 | 18/01/2005 | 60,6 | 18/01/2005 | 60,8 |
| 31/01/2006 | 47,0 | 27/01/2006 | 65,0 | 06/10/2006 | 55,8 | 27/01/2006 | 65,6 | 26/01/2006 | 65,6 |
| 15/12/2006 | 69,8 | 15/12/2006 | 69,8 | 15/12/2006 | 69,8 | 15/12/2006 | 69,8 | 14/12/2006 | 69,8 |
| 11/02/2007 | 46,8 | 11/02/2007 | 58,2 | 11/02/2007 | 90,4 | 11/02/2007 | 90,6 | 11/02/2007 | 90,6 |
| 24/10/2007 | 49,4 | 24/10/2007 | 85,6 | 24/10/2007 | 105,0 | 23/10/2007 | 109,6 | 23/10/2007 | 117,0 |
| 12/12/2007 | 45,0 | 13/11/2008 | 56,4 | 13/11/2008 | 57,8 | 12/12/2007 | 71,0 | 12/12/2007 | 79,4 |
| 20/02/2008 | 44,8 | 21/01/2009 | 51,8 | 21/01/2009 | 56,4 | 13/11/2008 | 59,2 | 21/01/2009 | 60,6 |
| 13/11/2008 | 53,0 | 18/03/2009 | 63,2 | 18/03/2009 | 69,8 | 18/03/2009 | 70,0 | 18/03/2009 | 70,0 |
| 21/01/2009 | 45,4 | 15/11/2009 | 67,0 | 15/11/2009 | 68,0 | 15/11/2009 | 68,0 | 15/11/2009 | 68,0 |
| 15/11/2009 | 58,4 | 30/12/2009 | 69,4 | 30/12/2009 | 97,2 | 30/12/2009 | 121,0 | 30/12/2009 | 133,0 |
| 30/12/2009 | 54,6 | 14/01/2010 | 50,2 | 14/01/2010 | 65,4 | 14/01/2010 | 65,6 | 15/01/2010 | 82,4 |
| 25/01/2010 | 82,2 | 25/01/2010 | 82,6 | 25/01/2010 | 82,6 | 24/01/2010 | 85,4 | 24/01/2010 | 87,0 |
| 06/03/2010 | 68,2 | 06/03/2010 | 69,0 | 06/03/2010 | 69,0 | 06/03/2010 | 69,0 | 05/03/2010 | 69,0 |
| 05/04/2010 | 64,6 | 14/03/2010 | 51,6 | 05/04/2010 | 118,0 | 05/04/2010 | 121,0 | 05/04/2010 | 128,6 |
| 05/12/2010 | 77,0 | 05/04/2010 | 82,0 | 05/12/2010 | 81,6 | 05/12/2010 | 81,8 | 05/12/2010 | 81,8 |
| 13/11/2011 | 78,2 | 05/12/2010 | 81,6 | 13/11/2011 | 90,0 | 13/11/2011 | 90,0 | 13/11/2011 | 91,0 |
| 17/01/2013 | 67,4 | 13/11/2011 | 84,8 | 01/01/2012 | 62,0 | 01/01/2012 | 73,0 | 01/01/2012 | 74,6 |
| 26/02/2013 | 46,6 | 03/01/2013 | 59,2 | 25/09/2012 | 56,0 | 25/09/2012 | 59,2 | 02/01/2013 | 79,6 |
| 11/12/2013 | 142,2 | 17/01/2013 | 79,2 | 03/01/2013 | 72,8 | 02/01/2013 | 79,6 | 17/01/2013 | 95,2 |
| 30/12/2013 | 52,4 | 11/12/2013 | 165,2 | 17/01/2013 | 84,4 | 17/01/2013 | 87,0 | 10/12/2013 | 190,4 |
| 16/01/2014 | 74,2 | 30/12/2013 | 52,4 | 10/12/2013 | 180,8 | 10/12/2013 | 188,8 | 30/12/2013 | 66,0 |
| 07/03/2014 | 44,4 | 16/01/2014 | 74,6 | 16/01/2014 | 74,6 | 16/01/2014 | 74,6 | 15/01/2014 | 74,6 |
| 05/12/2014 | 46,0 | 07/03/2014 | 59,8 | 07/03/2014 | 63,4 | 07/03/2014 | 65,0 | 07/03/2014 | 79,4 |
| 22/03/2015 | 71,4 | 22/03/2015 | 82,8 | 22/03/2015 | 83,6 | 22/03/2015 | 89,0 | 22/03/2015 | 92,6 |

ANEXO II

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

Tempos de Retorno de 2 a 60 anos

| | Relação 15 min/30 min | Relação 30 min/45 min | Relação 45 min/1h |
|---------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Máxima | 0,62 | 0,84 | 0,91 |
| Mínima | 0,60 | 0,82 | 0,91 |
| Média | 0,60 | 0,82 | 0,91 |
| Mediana | 0,60 | 0,82 | 0,91 |

| | Relação 1h/2h | Relação 2h/3h | Relação 3h/4h | Relação 4h/8h | Relação 8h/14h | Relação 14h/24h | Relação 20h/24h |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Máxima | 0,82 | 0,91 | 0,95 | 0,89 | 0,89 | 0,95 | 0,97 |
| Mínima | 0,74 | 0,90 | 0,92 | 0,86 | 0,87 | 0,93 | 0,95 |
| Média | 0,75 | 0,90 | 0,93 | 0,88 | 0,88 | 0,94 | 0,96 |
| Mediana | 0,75 | 0,90 | 0,93 | 0,89 | 0,88 | 0,94 | 0,96 |

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

Tempos de Retorno de 2 a 60 anos

| | Relação 15 min/1h | Relação 30 min/1h | Relação 45 min/1h |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Máxima | 0,48 | 0,76 | 0,91 |
| Mínima | 0,44 | 0,75 | 0,91 |
| Média | 0,45 | 0,75 | 0,91 |
| Mediana | 0,45 | 0,75 | 0,91 |

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

Tempos de Retorno de 2 a 60 anos

| | Relação 1h/24h | Relação 2h/24h | Relação 3h/24h | Relação 4h/24h | Relação 8h/24h | Relação 14h/24h | Relação 20h/24h |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Máxima | 0,48 | 0,60 | 0,66 | 0,71 | 0,81 | 0,91 | 0,97 |
| Mínima | 0,43 | 0,58 | 0,64 | 0,69 | 0,79 | 0,89 | 0,95 |
| Média | 0,44 | 0,58 | 0,65 | 0,70 | 0,79 | 0,90 | 0,96 |
| Mediana | 0,44 | 0,58 | 0,65 | 0,70 | 0,79 | 0,90 | 0,96 |