

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Piauí  
Município: Campo Maior  
Estação Pluviográfica: Campo Maior  
Código ANA: 00442004  
Código SUDENE: 2795665

 SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM



2013

**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: Campo Maior/PI**

**Estação Pluviográfica: Campo Maior,  
Código: 2795665 (SUDENE) / 00442004 (ANA)**

**TERESINA, PI  
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  
Residência de Teresina

Copyright @ 2013 CPRM – Residência de Teresina  
Rua Goiás - Bairro Ilhotas  
Teresina - PI - 64.001-620  
Telefone: 0(xx)(86)3222-4153  
Fax: 0(xx)(86) 3222-4153  
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.  
Município: Campo Maior/PI. Estação Pluviográfica: Campo Maior, Código  
SUDENE 2795665/ ANA 00442004. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José  
Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM,  
2013.

11p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - NASCIMENTO, J. R.  
S.; FARIAS J. A. M.; 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

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

## **RESIDÊNCIA DE TERESINA**

*Francisco das Chagas Lages Correia Filho*  
**Chefe da Residência**

*Carlos Antonio da Luz*  
**Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Elizangela Soares Amaral*  
**Assistente de Geologia e Recursos Minerais**

*Francisca de Paula da Silva Braga*  
**Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Thiago Moraes Sousa*  
**Assistente 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 Merês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

## **Sistema de Informações Geográficas e Mapa**

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

### **Apoio Técnico**

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel - REFO

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

Nayanna Coelho Miranda – RETE

Taciana dos Santos Lima - RETE

### **Estagiários de Hidrologia**

Carolina Macalos – 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

Débora de Sousa Gurgel - 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

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 Campo Maior/PI onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Campo Maior, código SUDENE 2795665/ ANA 00442004.

## 1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Campo Maior/PI.

O município de Campo Maior está localizado no Estado do Piauí, na microrregião de Campo Maior, dentro da mesorregião do Centro Norte Piauiense, fazendo fronteira com os municípios de Cabeceiras do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré, Cocal de Telha, Alto Longá, Coivaras, Novo Santo Antônio, Jatobá do Piauí, Sigefredo Pacheco, José de Freitas, Altos, Coivaras. O município de Campo Maior/PI possui área aproximada de 1.675,74 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). O distrito sede localiza-se a uma altitude de 125 metros. Apresenta uma população de 45.177 habitantes (IBGE, 2010), e população estimada para 2013 de 45.827 habitantes.

A estação Campo Maior, código SUDENE – 2795665 e ANA - 00442004, está localizada na Latitude 04°49'00"S e Longitude 42°11'00"W, no município de Campo Maior/PI. A Figura 01 apresenta a localização do município.



Figura 01 – Localização do Município (Fonte: Wikipédia, 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 Campo Maior, código ANA 00442004, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



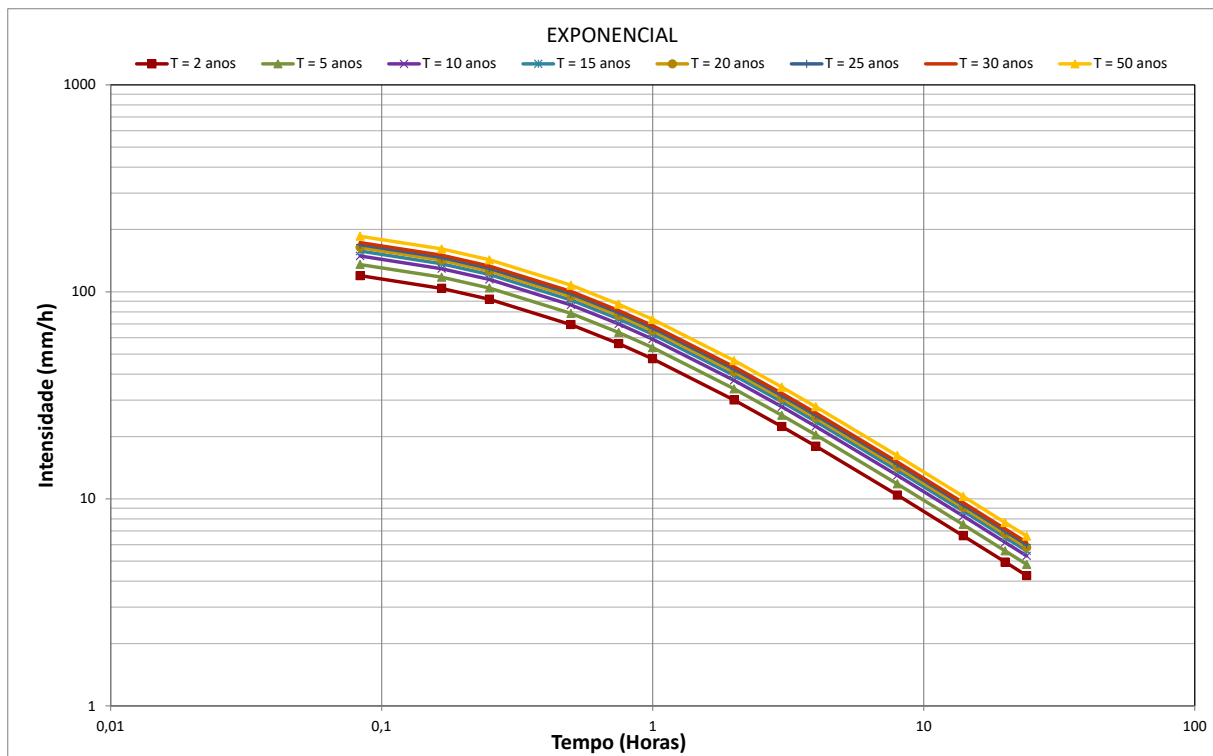


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Campo Maior os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 1738,86$  ;  $b = 0,1363$  ;  $c = 22,3$  e  $d = 0,8380$  ;

$$i = \frac{1738,6T^{0,1363}}{(t+22,3)^{0,8380}} \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempo de retorno até 50 anos e durações de 5 minutos a 24 horas.

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Campo Maior, foi registrada uma Chuva de 37 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, 37 mm dividido por 0,25 h é igual a 148 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[ \frac{148(15 + 22,3)^{0,8380}}{1738,86} \right]^{1/0,1363} = 65 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 65 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,54%, ou

$$P(i \geq 148\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{65} 100 = 1,54\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 65 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Campo Maior, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

#### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=220220&search=piaui|campo-maior>. Acesso em: Setembro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=220220&idtema=1&search=pi aui|campo-maior|censo-demografico-2010:-sinopse-](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=220220&idtema=1&search=pi%20aui|campo-maior|censo-demografico-2010:-sinopse-). Acesso em: Setembro de 2013.

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

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – Piauí - Município de Campo Maior. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Campo\\_Maior\\_\(Piau%C3%AD\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Campo_Maior_(Piau%C3%AD)). Acesso em: Setembro de 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
24/02/1979	9,6	18/11/1979	13,7	18/11/1979	18,9	02/04/1992	36,7
24/12/1981	10,0	24/12/1981	18,3	24/12/1981	23,3	24/03/1992	30,4
29/12/1981	11,4	29/12/1981	19,6	29/12/1981	27,2	24/01/1992	35,6
27/03/1982	11,1	29/01/1982	16,4	29/01/1982	23,0	20/12/1991	30,3
02/01/1985	9,4	27/03/1982	18,4	27/03/1982	24,3	14/04/1988	39,4
12/01/1985	13,3	12/01/1985	21,7	02/01/1985	22,4	02/04/1988	45,0
15/01/1985	14,0	15/01/1985	20,7	12/01/1985	28,4	26/02/1988	28,5
30/01/1985	12,3	30/01/1985	19,2	15/01/1985	25,9	18/03/1987	29,4
25/01/1987	12,5	12/05/1985	16,5	30/01/1985	22,8	27/03/1985	30,9
17/02/1987	10,0	24/01/1987	18,2	10/04/1985	18,9	06/02/1985	34,0
18/03/1987	9,8	18/03/1987	17,8	24/01/1987	20,0	15/01/1985	38,6
24/01/1988	11,0	24/01/1988	13,9	18/03/1987	24,8	02/02/1982	31,0
18/02/1988	9,1	16/02/1988	14,9	16/02/1988	19,2	29/01/1982	32,5
02/04/1988	11,56	26/02/1988	15,0	26/02/1988	20,3	29/12/1981	39,1
23/04/1988	8,5	02/04/1988	18,2	02/04/1988	24,8	24/12/1981	35,8
24/01/1992	11,5	14/04/1988	14,6	14/04/1988	21,3	18/11/1979	35,4
24/03/1992	8,4	20/12/1991	14,0	20/12/1991	19,8		
02/04/1992	10,4	24/01/1992	17,2	24/01/1992	22,3		
26/04/1993	10,5	24/03/1992	15,8	24/03/1992	20,9		
		02/04/1992	19,1	02/04/1992	25,0		
				29/03/1993	19,7		

DATA	45 MIN	DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS
18/11/1979	48,4	18/11/1979	53,4	18/11/1979	54,4	18/11/1979	55,0
24/12/1981	43,7	23/12/1981	48,0	23/12/1981	49,5	23/12/1981	50,5
29/12/1981	50,1	29/12/1981	55,1	29/12/1981	57,1	29/12/1981	59,4
06/01/1982	33,6	06/01/1982	42,1	06/01/1982	45,4	06/01/1982	48,6
29/01/1982	33,2	07/03/1982	38,3	22/01/1982	43,4	03/01/1985	47,2
02/02/1982	33,7	15/01/1985	54,1	07/03/1982	42,6	12/01/1985	59,5
07/03/1982	34,1	27/03/1985	39,3	02/01/1985	48,5	15/01/1985	63,2
02/01/1985	44,4	13/04/1985	49,0	03/01/1985	44,1	23/01/1985	68,8
03/01/1985	39,1	24/01/1988	39,4	15/01/1985	62,1	24/01/1988	51,4
15/01/1985	48,3	19/03/1988	43,1	23/01/1985	61,8	19/03/1988	58,5
06/02/1985	37,9	02/04/1988	57,5	13/04/1985	53,6	02/04/1988	70,8
14/04/1988	41,3	14/04/1988	42,6	24/01/1988	49,8	23/04/1988	62,5
23/04/1988	35,9	24/01/1992	48,5	19/03/1988	54,7	23/01/1992	76,7
24/01/1992	44,4	02/04/1992	52,8	02/04/1988	68,1	24/03/1992	59,1
24/03/1992	35,0	28/03/1993	36,3	14/04/1988	47,1	01/04/1992	71,6
02/04/1992	45,4	20/01/1994	36,2	23/04/1988	47,1	28/03/1993	46,8
28/03/1993	33,4			24/01/1992	70,6	30/04/1993	62,7
				24/03/1992	41,4	17/01/1994	69,0
				01/04/1992	64,5	20/01/1994	89,2
				28/03/1993	41,6		
				30/04/1993	62,0		
				17/01/1994	55,0		
				20/01/1994	64,5		

<b>DATA</b>	<b>4 HORAS</b>	<b>DATA</b>	<b>8 HORAS</b>	<b>DATA</b>	<b>14 HORAS</b>	<b>DATA</b>	<b>24 HORAS</b>
18/11/1979	55,0	18/11/1979	55,4	18/11/1979	55,4	18/11/1979	58,6
23/12/1981	50,5	19/03/1981	53,0	19/03/1981	67,1	29/12/1981	77,5
29/12/1981	61,8	23/12/1981	50,9	23/12/1981	50,9	02/02/1982	55,7
06/01/1982	48,9	29/12/1981	69,6	29/12/1981	71,8	01/01/1985	63,8
02/02/1982	53,0	05/01/1982	50,5	05/01/1982	51,0	15/01/1985	68,0
12/01/1985	59,5	02/02/1982	55,5	02/02/1982	55,7	23/01/1985	88,3
15/01/1985	65,9	03/01/1985	59,5	12/01/1985	59,5	28/01/1985	69,8
23/01/1985	74,0	15/01/1985	68,0	15/01/1985	68,0	24/01/1988	59,7
28/01/1985	58,3	23/01/1985	83,5	23/01/1985	87,4	18/03/1988	66,5
13/04/1985	56,0	28/01/1985	65,0	28/01/1985	68,3	22/04/1988	78,0
19/03/1988	59,9	02/05/1985	56,4	24/01/1988	55,7	23/04/1988	100,4
02/04/1988	74,8	24/01/1988	55,7	19/03/1988	66,5	21/03/1992	60,6
23/04/1988	63,5	19/03/1988	62,5	02/04/1988	76,5	24/03/1992	72,5
24/03/1992	62,9	02/04/1988	75,8	14/04/1988	52,4	01/04/1992	101,5
01/04/1992	76,4	14/04/1988	51,8	23/04/1988	96,4	28/03/1993	76,9
28/03/1993	50,3	23/04/1988	87,6	21/03/1992	60,6	30/04/1993	76,0
30/04/1993	63,3	21/03/1992	59,5	24/03/1992	72,5	04/01/1994	53,9
17/01/1994	72,4	24/03/1992	72,5	01/04/1992	86,2	17/01/1994	98,6
20/01/1994	109,3	01/04/1992	85,7	28/03/1993	51,1	20/01/1994	144,9
		28/03/1993	51,1	30/04/1993	76,0		
		30/04/1993	67,0	17/01/1994	82,6		
		17/01/1994	72,5	20/01/1994	129,9		
		20/01/1994	129,7				

# 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

### Residência de Teresina

Av. Goiás, 312 - Sul  
Teresina - PI - CEP: 64001-620  
Tel.: 86 3222-4153 - Fax: 86 3222-6651

### Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949  
E-mail: [asscomdf@cprm.gov.br](mailto:asscomdf@cprm.gov.br)

### Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370  
E-mail: [marketing@cprm.gov.br](mailto:marketing@cprm.gov.br)

### Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

