

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA  
GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Pernambuco  
Município: Abreu e Lima  
Estação Pluviométrica: Igarassu  
Código ANA: 00734011

 SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM



2014

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA  
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

**LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE**

**CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE  
A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICA DO BRASIL**

**EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA  
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

**Município: Abreu e Lima - PE**

**Estação Pluviométrica: Igarassu  
Código ANA: 00734011**

**TERESINA  
2014**

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA  
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE  
A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA  
(Desagregação de Precipitações Diárias)

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: (86) 3222-4153  
Fax: (86) 3222-4153  
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

CDU : 556.51

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

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Abreu e Lima. Estação Pluviométrica: Iguarassu, Código 00734011. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM, 2014.

12p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - Nascimento, Jean. R. da S.; FARIAS J. A. M.; PINTO, E. J. A.

**Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil.**

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**MINISTRO DE ESTADO**

Edison Lobão

**SECRETÁRIO EXECUTIVO**

Márcio Pereira Zimmermann

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

Carlos Nogueira da Costa Junior

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

**CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Presidente**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**Vice-Presidente**

Manoel Barreto da Rocha Neto

**Conselheiros**

Ladice Peixoto

Luiz Gonzaga Baião

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Oswaldo Castanheira

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Manoel Barreto da Rocha Neto

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Thales de Queiroz Sampaio

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Roberto Ventura Santos

**Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

**Diretor de Administração e Finanças**

Eduardo Santa Helena

## **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

José Alexandre Moreira Farias - REFO

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**

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

Taciana dos Santos Lima - RETE

### **Estagiários de Hidrologia**

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

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

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

Thais Danielle Oliveira Gasparin – Sureg/SP

Vanessa Romero - Sureg/GO

## APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão Estratégica da Geologia, da Transformação Mineral 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 Abreu e Lima onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Igarassu, código 00734011. Esta estação está localizada no município de Igarassu.



## 1 - INTRODUÇÃO

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

O município de Abreu e Lima está localizado no estado de Pernambuco, inserido nos domínios das Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Catucá, Pilão, Bonança, Utinga e do Barro Branco. Limita-se ao Norte por Igarassu e Araçoiaba, ao Sul por Paulista, ao Oeste por Paudalho e a Leste por Paulista. O município possui área de 126,193 km<sup>2</sup> e está em uma altitude de 19 metros.

A estação Igarassu, código 00734011, está localizada na Latitude 07°50'00" S e Longitude 34°54'00" W, em Igarassu. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviômetro modelo Ville de Paris. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fonte: Wikipédia e Google, 2014).

## 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 Igarassu, código 00734011, 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 Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com as relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de Olinda, distante aproximadamente 24 km do município de Igarassu onde se localiza a estação 00734011. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas ao modelo.



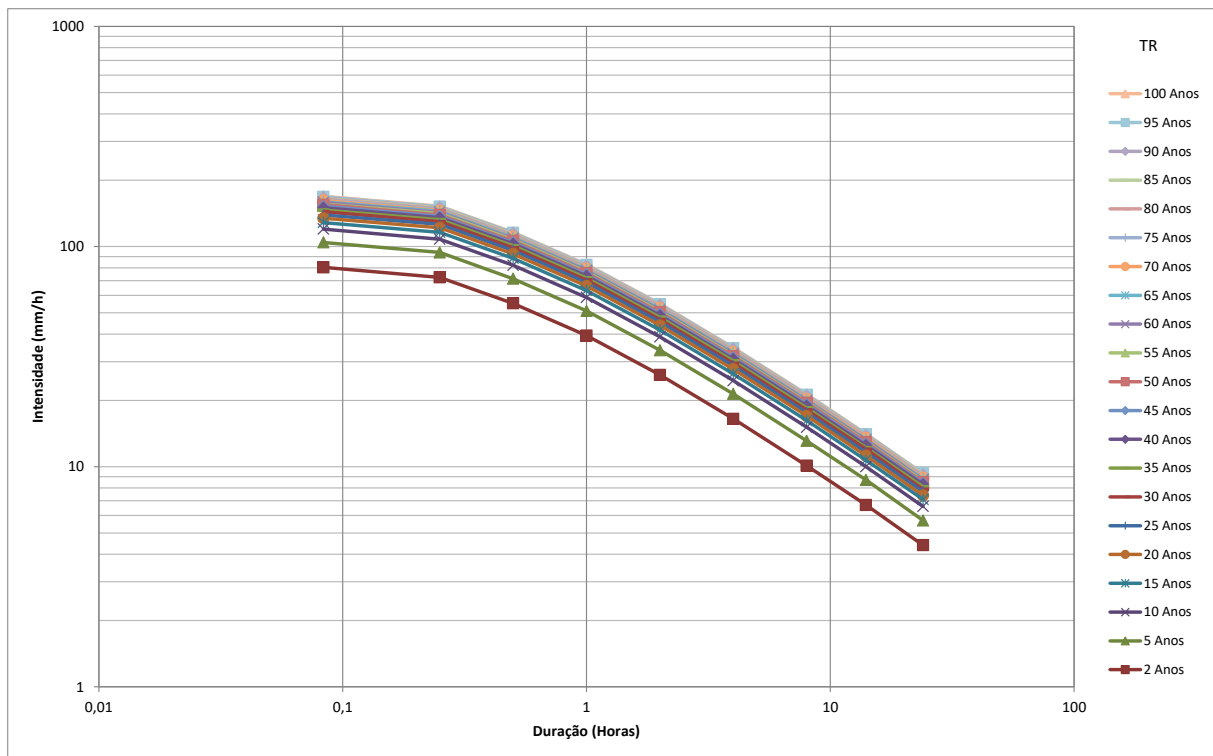


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t \quad (01)$$

Onde:

$i$  é a intensidade da chuva (mm/h)

$T$  é o tempo de retorno (anos)

$t$  é a duração da precipitação (horas)

$a, b, c, d, \delta$  são parâmetros da equação

No caso de Abreu e Lima, para durações de 5 minutos à 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 5,4337 ; b = 16,5551 ; c = 10,1634 ; d = 30,9758 \text{ e } \delta = 8$$

$$i = \{[(5,4337 \ln(T) + 16,5551) \cdot \ln(t + (8/60))] + 10,1634 \ln(T) + 30,9758\} / t \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempos de retorno até 100 anos.

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 6,4297 ; b = 19,5790 ; c = 8,7646 ; d = 26,7082 \text{ e } \delta = 23$$

$$i = \{[(6,4297 \ln(T) + 19,5790) \cdot \ln(t + (23/60))] + 8,7646 \ln(T) + 26,7082\} / t \quad (03)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 100 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	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	83,3	103,7	119,1	128,1	134,5	139,5	149,9	154,9	158,9	163,9	167,9	170,3
10 Minutos	81,3	101,2	116,3	125,1	131,4	136,2	146,4	151,3	155,2	160,1	164	166,3
15 Minutos	74,1	92,3	106	114,1	119,8	124,2	133,5	137,9	141,5	146	149,6	151,7
20 Minutos	67,6	84,2	96,7	104	109,2	113,2	121,7	125,8	129	133,1	136,4	138,3
30 Minutos	57,5	71,6	82,2	88,4	92,9	96,3	103,5	106,9	109,7	113,2	116	117,6
45 Minutos	47,3	58,9	67,7	72,8	76,5	79,3	85,2	88,1	90,4	93,2	95,5	96,8
1 HORA	40,6	50,5	58	62,4	65,5	68	73	75,5	77,4	79,9	81,8	83
2 HORAS	26,8	33,4	38,4	41,3	43,3	44,9	48,3	49,9	51,2	52,8	54,1	54,9
3 HORAS	20,7	25,8	29,6	31,8	33,4	34,7	37,3	38,5	39,5	40,7	41,8	42,3
4 HORAS	17,1	21,3	24,4	26,3	27,6	28,6	30,8	31,8	32,6	33,6	34,5	34,9
5 HORAS	14,6	18,2	21	22,5	23,7	24,5	26,4	27,3	28	28,8	29,6	30
6 HORAS	12,9	16	18,4	19,8	20,8	21,6	23,2	24	24,6	25,4	26	26,4
7 HORAS	11,5	14,4	16,5	17,8	18,7	19,3	20,8	21,5	22,1	22,7	23,3	23,6
8 HORAS	10,5	13,1	15	16,1	16,9	17,6	18,9	19,5	20	20,7	21,2	21,5
12 HORAS	7,8	9,7	11,1	12	12,6	13	14	14,5	14,8	15,3	15,7	15,9
14 HORAS	6,9	8,6	9,9	10,6	11,2	11,6	12,5	12,9	13,2	13,6	14	14,2
20 HORAS	5,3	6,6	7,5	8,1	8,5	8,8	9,5	9,8	10	10,4	10,6	10,8
24 HORAS	4,6	5,7	6,5	7	7,4	7,6	8,2	8,5	8,7	9	9,2	9,3

**Tabela 02 – Altura de chuva em mm**

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, $T$ (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	6,9	8,6	9,9	10,7	11,2	11,6	12,5	12,9	13,2	13,7	14,0	14,2
10 Minutos	13,6	16,9	19,4	20,9	21,9	22,7	24,4	25,2	25,9	26,7	27,3	27,7
15 Minutos	18,5	23,1	26,5	28,5	29,9	31,0	33,4	34,5	35,4	36,5	37,4	37,9
20 Minutos	22,5	28,1	32,2	34,7	36,4	37,7	40,6	41,9	43,0	44,4	45,5	46,1
30 Minutos	28,7	35,8	41,1	44,2	46,4	48,1	51,8	53,5	54,9	56,6	58,0	58,8
45 Minutos	35,5	44,2	50,8	54,6	57,3	59,5	63,9	66,0	67,8	69,9	71,6	72,6
1 HORA	40,6	50,5	58,0	62,4	65,5	68,0	73,0	75,5	77,4	79,9	81,8	83,0
2 HORAS	53,7	66,8	76,8	82,6	86,7	89,9	96,6	99,8	102,5	105,7	108,3	109,8
3 HORAS	62,1	77,3	88,8	95,5	100,3	104,0	111,8	115,5	118,5	122,2	125,3	127,0
4 HORAS	68,3	85,0	97,7	105,1	110,4	114,4	123,0	127,1	130,4	134,5	137,8	139,8
5 HORAS	73,2	91,2	104,8	112,7	118,3	122,7	131,9	136,3	139,9	144,2	147,8	149,9
6 HORAS	77,3	96,3	110,6	119,0	125,0	129,6	139,3	143,9	147,7	152,3	156,1	158,3
7 HORAS	80,8	100,6	115,6	124,4	130,6	135,4	145,6	150,4	154,4	159,2	163,1	165,4
8 HORAS	83,9	104,4	120,0	129,1	135,5	140,6	151,1	156,1	160,2	165,2	169,3	171,7
12 HORAS	93,3	116,1	133,4	143,5	150,7	156,3	168,0	173,6	178,1	183,7	188,2	190,8
14 HORAS	96,9	120,6	138,6	149,1	156,5	162,3	174,5	180,3	185,0	190,8	195,5	198,2
20 HORAS	105,2	131,0	150,5	162,0	170,1	176,3	189,6	195,9	201,0	207,3	212,4	215,4
24 HORAS	109,6	136,4	156,7	168,6	177,0	183,6	197,3	203,9	209,2	215,7	221,1	224,2

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Abreu e Lima, foi registrada uma Chuva de 36 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:

$$T = \exp \left[ \frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 36 mm dividido por 0,25 h é igual a 144 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[ \frac{144 \cdot 0,25 - 16,5551 \ln(t + (8/60)) - 30,9758}{5,4337 \ln(t + (8/60)) + 10,1634} \right] = 68 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 68 anos corresponde a uma probabilidade de 1,47% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 144 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{68} 100 = 1,47\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 68 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Abreu e Lima, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

#### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em agosto de 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=260005&idtema=16&search=pernambuco|abreu-e-lima|sintese-das-informacoes>. Acesso em: Agosto de 2014.

PFAFSTETTER, O. *Chuvvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

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

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Pernambuco – Município de Abreu e Lima. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Abreu\\_e\\_Lima](http://pt.wikipedia.org/wiki/Abreu_e_Lima). Acesso em: Agosto de 2014.

## ANEXO I

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

Máximo por Ano Hidrológico (01/Out a 30/Set)

Data	Pmáx
04/09/1979	63,8
24/04/1980	126,4
11/09/1981	46,4
22/06/1982	90,8
08/03/1983	110,8
18/07/1984	100,0
08/05/1985	132,4
18/06/1986	176,4
01/06/1987	130,6
20/07/1990	122,6
17/04/1991	121,6
01/04/1992	62,8
29/03/1993	54,0
04/06/1994	97,2
23/05/1995	103,6
14/04/1996	53,9
27/05/1997	91,2
09/08/1998	52,6
21/05/1999	112,2
26/06/2000	146,2
29/04/2001	92,2
04/03/2002	133,4
24/02/2003	85,0
22/01/2004	92,0
15/06/2005	104,2
24/04/2006	93,6
12/06/2007	80,1

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral 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

Rua 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  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)

### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

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

