

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Espírito Santo  
Município: Jaguaré  
Estação Pluviométrica: Ponte Nova  
(BR101)  
Código ANA: 01840008

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil



2018

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL  
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA  
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

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**

**(Desagregação de Precipitações Diárias)**

**Município: Jaguaré - ES**

**Estação Pluviométrica: Ponte Nova (BR101)**  
**Código: 01840008 (ANA)**

**Caluan Rodrigues Capozzoli**

**Karine Pickbrenner**

**Eber José de Andrade Pinto**



**SÃO PAULO**

**2018**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE  
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL  
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA  
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM  
Superintendência Regional de São Paulo

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo  
Rua Costa, 55 – 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

C245 Capozzoli, Caluan Rodrigues  
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município: Jaguaré/ES, Estação Pluviométrica: Ponte Nova (BR 101), Código: 01840008 (ANA) / Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – São Paulo, SP: CPRM, 2018.  
12p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-469-7

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. IV. Título

CDD 551.570981  
CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

**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**

Wellington Moreira Franco

**SECRETÁRIO EXECUTIVO**

Márcio Félix

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

Vicente Humberto Lôbo Cruz

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

**CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Presidente**

Otto Bittencourt Netto

**Vice-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

**Conselheiros**

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Interino)**

José Leonardo Silva Andriotti

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica (Interino)**

Fernando Carvalho

**Diretor de Administração e Finanças (Interino)**

Juliano de Souza Oliveira

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO**

*Lauro Gracindo Pizzatto*  
**Superintendente**

*Vanesca Sartorelli Medeiros*  
**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Maurício Pavan Silva*  
**Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

*Fabrizio Prior Caltabellotta*  
**Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Carlos Augusto Fiorim Enumo*  
**Gerente de Administração e Finanças**

**PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A  
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**Departamento de Hidrologia**  
Frederico Cláudio Peixinho

**Departamento de Gestão Territorial**  
Maria Adelaide Mansini Maia

**Divisão de Hidrologia Aplicada**  
Adriana Dantas Medeiros  
Achiles Monteiro (*In memoriam*)

**Divisão de Geologia Aplicada**  
Sandra Fernandes da Silva

**Coordenação Executiva do DEHID  
Projeto Atlas Pluviométrico**  
Eber José de Andrade Pinto

**Coordenação do Projeto Cartas  
Municipais de Suscetibilidade**  
Tiago Antonelli

**Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico**

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Karine Pickbrenner - SUREG /PA

**Equipe Executora**

Adriana Burin Weschenfelder- SUREG /PA

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – SUREG /PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – SUREG /SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias– 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

## 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 estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Jaguaré/ES onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Ponte Nova (BR 101), código 01840008 (ANA).

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	01
2 – EQUAÇÃO .....	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO .....	04
4 – REFERÊNCIAS .....	04
ANEXO I .....	05
ANEXO II .....	06

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

## 1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Jaguaré/ES.

O município de Jaguaré está localizado no estado do Espírito Santo, na bacia do rio Barra Seca, na região hidrográfica do Atlântico Sudeste. O município está distante em torno de 200 km da capital do Estado, Vitória. O município faz fronteira com os municípios de São Mateus, Vila Valério, Sooretama e Linhares, possui uma área de 659 km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e sua sede localiza-se a uma altitude aproximada de 70 metros. Sua população, segundo o censo do IBGE de 2010, é de 24.678 habitantes (IBGE, 2010).

A estação Ponte Nova (BR-101), código 01840008 (ANA) está localizada no município de Jaguaré, na Latitude 18°59'11"S e Longitude 40°00'14"O, a uma distância aproximada de 12 km da sede municipal de Jaguaré. Esta estação pluviométrica encontra-se em atividade desde 1964 e é operada pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

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

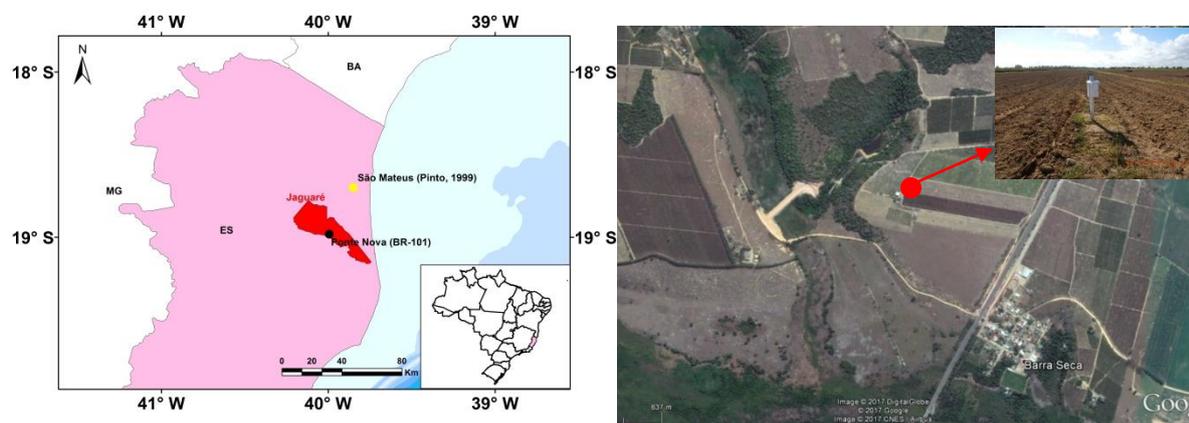


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

## 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 Ponte Nova (BR-101), código 01840008 (ANA), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gama, 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 Pinto (1999) para o município de São Mateus, distante aproximadamente 30 km do município de Jaguaré.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

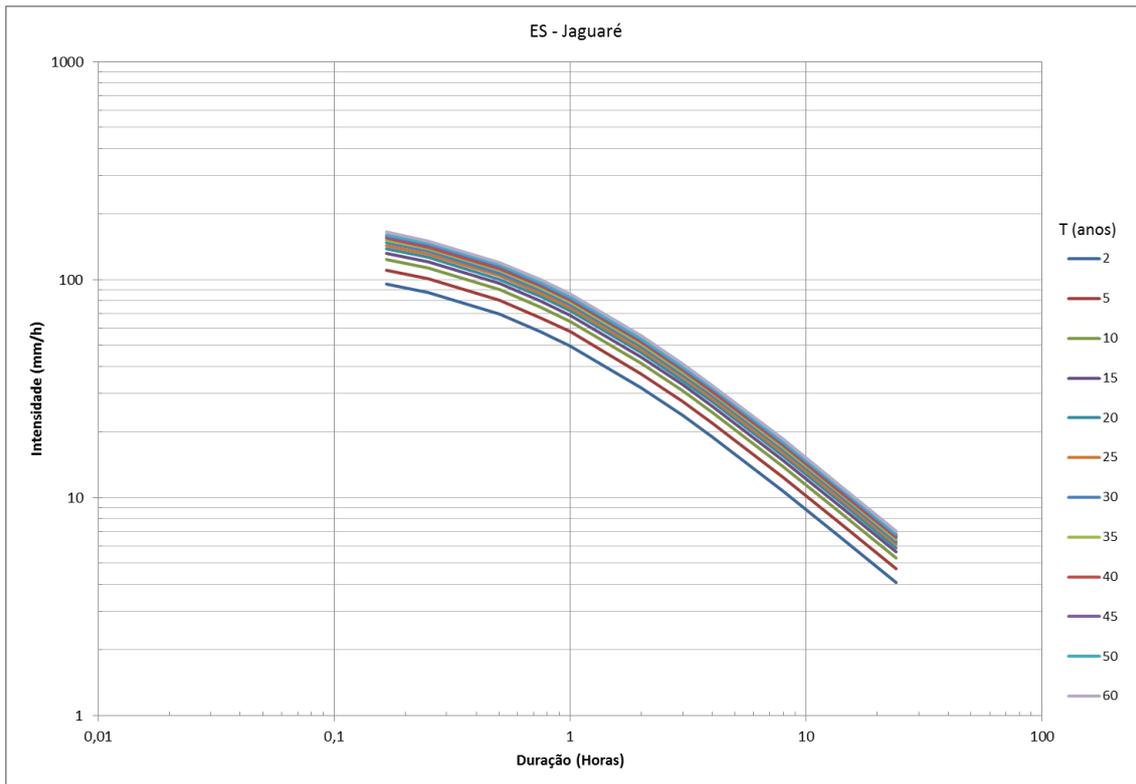


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Ponte Nova (BR-101) os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 3091,8; b = 0,1607; c = 38,5 \text{ e } d = 0,9240;$$

$$i = \frac{3091,8T^{0,1607}}{(t+38,5)^{0,9240}} \quad (02)$$

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, T (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60
10 Minutos	95,7	110,9	123,9	132,3	138,5	143,6	147,9	154,9	160,5	165,3
15 Minutos	87,4	101,3	113,2	120,8	126,5	131,1	135,0	141,4	146,6	151,0
20 Minutos	80,5	93,2	104,2	111,2	116,5	120,8	124,3	130,2	135,0	139,0
30 Minutos	69,6	80,6	90,1	96,1	100,7	104,4	107,5	112,6	116,7	120,1
45 Minutos	57,9	67,1	75,0	80,1	83,9	86,9	89,5	93,7	97,2	100,0
1 HORA	49,7	57,6	64,4	68,7	72,0	74,6	76,8	80,5	83,4	85,9
2 HORAS	32,0	37,1	41,5	44,3	46,4	48,1	49,5	51,8	53,7	55,3
3 HORAS	23,8	27,6	30,8	32,9	34,5	35,7	36,8	38,5	39,9	41,1
4 HORAS	19,0	22,1	24,6	26,3	27,6	28,6	29,4	30,8	31,9	32,9
5 HORAS	15,9	18,4	20,6	22,0	23,0	23,8	24,6	25,7	26,7	27,4
6 HORAS	13,7	15,8	17,7	18,9	19,8	20,5	21,1	22,1	22,9	23,6
7 HORAS	12,0	13,9	15,6	16,6	17,4	18,0	18,6	19,4	20,1	20,7
8 HORAS	10,7	12,4	13,9	14,8	15,5	16,1	16,6	17,3	18,0	18,5
12 HORAS	7,5	8,7	9,8	10,4	10,9	11,3	11,7	12,2	12,6	13,0
14 HORAS	6,6	7,6	8,5	9,1	9,5	9,9	10,2	10,7	11,0	11,4
20 HORAS	4,8	5,6	6,2	6,6	6,9	7,2	7,4	7,8	8,0	8,3
24 HORAS	4,1	4,7	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3	6,6	6,8	7,0

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60
10 Minutos	16,0	18,5	20,7	22,0	23,1	23,9	24,6	25,8	26,8	27,5
15 Minutos	21,9	25,3	28,3	30,2	31,6	32,8	33,8	35,4	36,6	37,7
20 Minutos	26,8	31,1	34,7	37,1	38,8	40,3	41,4	43,4	45,0	46,3
30 Minutos	34,8	40,3	45,0	48,1	50,3	52,2	53,7	56,3	58,3	60,1
45 Minutos	43,4	50,3	56,3	60,1	62,9	65,2	67,1	70,3	72,9	75,0
1 HORA	49,7	57,6	64,4	68,7	72,0	74,6	76,8	80,5	83,4	85,9
2 HORAS	64,1	74,2	83,0	88,6	92,8	96,2	99,0	103,7	107,5	110,7
3 HORAS	71,4	82,8	92,5	98,8	103,4	107,2	110,4	115,6	119,8	123,4
4 HORAS	76,1	88,2	98,6	105,2	110,2	114,2	117,6	123,2	127,7	131,5
5 HORAS	79,5	92,1	102,9	109,8	115,0	119,2	122,8	128,6	133,3	137,2
6 HORAS	82,0	95,0	106,2	113,4	118,7	123,1	126,7	132,7	137,6	141,6
7 HORAS	84,1	97,4	108,9	116,2	121,7	126,1	129,9	136,0	141,0	145,2
8 HORAS	85,7	99,3	111,0	118,5	124,1	128,6	132,5	138,7	143,8	148,1
12 HORAS	90,5	104,8	117,2	125,1	131,0	135,8	139,8	146,4	151,8	156,3
14 HORAS	92,2	106,8	119,4	127,4	133,4	138,3	142,4	149,2	154,6	159,2
20 HORAS	95,9	111,1	124,2	132,5	138,8	143,9	148,1	155,1	160,8	165,6
24 HORAS	97,7	113,2	126,5	135,0	141,4	146,6	150,9	158,1	163,8	168,7

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em um determinado dia foi registrado no município de Jaguaré uma Chuva de 110 mm com duração de 2 horas. 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, 110 mm dividido por 2 h é igual a 55 mm/h, Substituindo os valores na equação 03 temos:*

$$T = \left[ \frac{55(120 + 38,5)^{0,9240}}{3091,8} \right]^{1/0,1607} = 57 \text{ anos}$$

*O tempo de retorno de 57 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,75%, ou*

$$P(i \geq 55 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{57} 100 = 1,75\%$$

### 4 – REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica de Ponte Nova (BR-101)*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 04 jan. 2018.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Estatística por cidade e estado: Jaguaré*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/jaguare/panorama>. Acesso em: 04 jan. 2018.

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

PINTO, F. R. L. *Equação de intensidade-duração-frequencia para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo: estimativa e espacialização*. 1999. 70 f. 1999. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

## ANEXO I

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

Máximos por Hidrológico (01/Out a 30/Set)

N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	1972	1973	24/04/1973	45,1
2	1973	1974	04/01/1974	135,8
3	1975	1976	18/10/1975	63,0
4	1976	1977	04/04/1977	80,9
5	1977	1978	04/07/1978	80,6
6	1978	1979	03/02/1979	111,4
7	1980	1981	20/03/1981	76,2
8	1985	1986	28/11/1985	72,8
9	1986	1987	17/11/1986	37,1
10	1988	1989	18/12/1988	49,4
11	1994	1995	20/11/1994	70,6
12	1995	1996	30/12/1995	80,2
13	1997	1998	12/12/1997	93,0
14	1998	1999	19/04/1999	44,2
15	1999	2000	22/11/1999	93,4
16	2000	2001	07/11/2000	113,6
17	2001	2002	20/11/2001	105,3
18	2002	2003	01/11/2002	78,2
19	2003	2004	07/12/2003	120,6
20	2004	2005	17/08/2005	48,5
21	2006	2007	12/04/2007	77,4
22	2008	2009	22/11/2008	100,1
23	2009	2010	01/11/2009	75,6
24	2010	2011	10/03/2011	76,4
25	2012	2013	17/11/2012	78,0
26	2013	2014	16/12/2013	100,0
27	2014	2015	30/10/2014	105,0
28	2015	2016	13/02/2016	81,9

## ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Pinto (1999) para o município de São Mateus.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,97	0,92	0,83	0,78	0,70	0,54

Relação 45min/1h	Relação 30min/1h	Relação 15min/1h	Relação 10min/1h
0,87	0,68	0,42	0,30

# 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 Infraestrutura Geocientífica

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059  
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

### Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 – Cerqueira César  
São Paulo - SP - CEP: 01304-010  
Tel.: 11 3775-5101 - Fax: 11 3256-8430

### 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)



**PAC**