

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: São Paulo  
Município: Natividade da Serra  
Estação Pluviográfica: Alto da Serra  
Código ANA: 02345176  
Código DAEE: E2-136R

 **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 SALVADOR

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE  
CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS  
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL**

## **RELATÓRIO**

# **EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

**Município: Natividade da Serra/SP**

**Estação Pluviográfica: Alto da Serra**

**Códigos: 02345176 (ANA) e E2-136R (DAEE)**

**Equação Definida por Martinez Júnior e Piteri em 2016**

**Osvalcélio Mercês Furtunato**

**Karine Pickbrenner**

**Eber José de Andrade Pinto**



**SALVADOR**

**2018**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE  
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL  
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM  
Superintendência Regional de Salvador

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de Salvador  
Avenida Ulysses Guimarães, 2862 – Centro Administrativo da Bahia  
Salvador - BA – 41213-000  
Telefone: 0(xx)(71) 2101-7300  
Fax: 0(xx)(71) 3371-4005  
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

F745 Furtunato, Osvalcélío Mercês  
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Natividade da Serra, Estação Pluviográfica: Alto da Serra, Códigos 02345176 (ANA) e E2-136 (DAEE), Equação definida por Martinez Júnior e Piteri em 2016 / Osvalcélío Mercês Furtunato; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Salvador: CPRM, 2018.  
10 p.  
Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade  
ISBN 978-85-7499-418-5  
1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. III. 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 SALVADOR**

*José Ulisses Bandeira Pinheiro*  
**Superintendente**

*Miguel Anderson Santos Cidreira*  
**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Valter Rodrigues Santos Sobrinho*  
**Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

*Gustavo Carneiro da Silva*  
**Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Maria da Conceição Santos Gonçalves*  
**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 Faria – 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 relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Martinez Júnior e Piteri (2016) para o município de Natividade da Serra/SP, onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Alto da Serra, códigos 02345176 (ANA) e E2-136R (DAEE).

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	01
2 – EQUAÇÃO .....	02
4 – REFERÊNCIAS .....	04

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município

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 por Martinez Júnior e Piteri (2016) pode ser utilizada no município de Natividade da Serra/SP.

O município de Natividade da Serra está localizado a 185 km da capital do estado de São Paulo e tem como municípios limítrofes Redenção da Serra, São Luís do Paraitinga, Ubatuba, Caraguatatuba e Paraibuna. O município possui uma área aproximada de 833 km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 720 metros em sua sede. A população de Natividade da Serra, segundo IBGE (2010), é de 6.678 habitantes.

A estação Alto da Serra, códigos 02247100 (ANA) e E2-136R (DAEE), está localizada na Latitude 23°34'14"S e Longitude 45°27'28"O; na sub-bacia 58, sub-bacia do rio Paraíba do Sul. A estação pluviográfica localiza-se no município de Natividade da Serra, a 20 km da sede. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos pluviogramas de um pluviógrafo padrão DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo).

A Figura 01 apresenta a localização do município.



Figura 01 – Localização do Município



## 2 – EQUAÇÃO

A equação IDF para o município de Natividade da Serra foi definida por Martinez Júnior e Piteri (2016), onde foram utilizados os dados da estação Alto da Serra, códigos 02345176 (ANA) e E2-136R (DAEE). O período utilizado na elaboração da IDF foi de 1975 a 1998 (21 anos).

A equação estabelecida é a seguinte:

$$i_{t,T} = 23,03(t+35)^{-0,7332} + 17,81(t+70)^{-0,8091} \cdot [-0,4923 - 0,9357 \ln \ln(T/T-1)] \quad (01)$$

Onde:

$i$  é a intensidade da chuva, para duração  $t$  e período de retorno  $T$ , em mm/min;

$t$  é a duração da chuva em minutos e

$T$  é o período de retorno (anos).

A equação é válida para durações entre 10 minutos e 1440 minutos.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

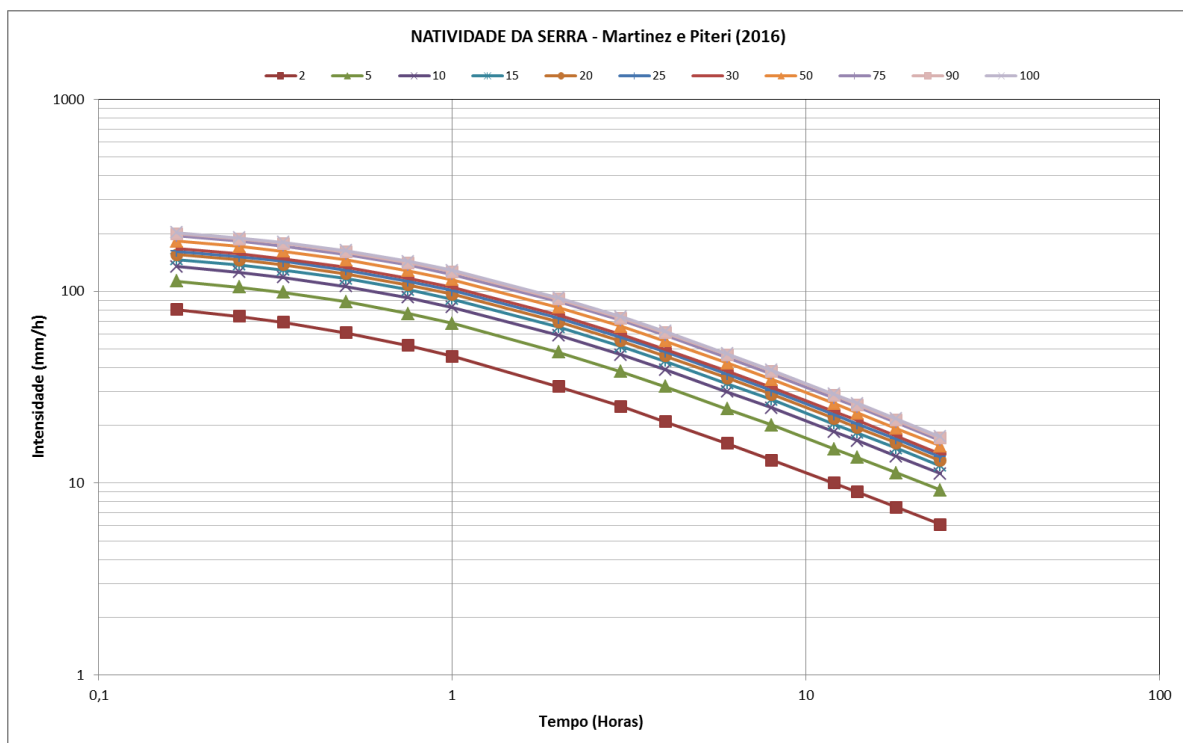


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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	75	90	100
10 Minutos	80,2	112,9	134,5	146,7	155,3	161,9	167,2	175,7	182,2	187,5	194,0	199,3	202,3
15 Minutos	74,1	105,2	125,8	137,5	145,6	151,9	157,0	165,0	171,2	176,3	182,4	187,5	190,4
20 Minutos	69,0	98,7	118,4	129,5	137,3	143,3	148,1	155,8	161,7	166,6	172,4	177,3	180,0
30 Minutos	60,9	88,2	106,3	116,5	123,6	129,1	133,6	140,6	146,1	150,5	155,9	160,3	162,9
45 Minutos	52,2	76,5	92,7	101,8	108,2	113,1	117,1	123,4	128,2	132,2	137,0	141,0	143,2
1 HORA	45,9	68,0	82,6	90,9	96,6	101,1	104,7	110,4	114,8	118,4	122,7	126,3	128,4
2 HORAS	31,9	48,2	58,9	65,0	69,3	72,5	75,2	79,4	82,6	85,2	88,5	91,1	92,6
3 HORAS	25,1	38,1	46,7	51,6	55,0	57,6	59,7	63,1	65,7	67,8	70,4	72,5	73,7
4 HORAS	20,9	31,9	39,1	43,2	46,1	48,3	50,0	52,9	55,0	56,8	59,0	60,7	61,8
5 HORAS	18,1	27,6	33,9	37,4	39,9	41,8	43,3	45,8	47,7	49,2	51,1	52,6	53,5
6 HORAS	16,1	24,4	30,0	33,1	35,3	37,0	38,4	40,6	42,2	43,6	45,2	46,6	47,4
7 HORAS	14,5	22,0	27,0	29,8	31,8	33,3	34,6	36,5	38,0	39,2	40,7	42,0	42,7
8 HORAS	13,2	20,1	24,7	27,2	29,0	30,4	31,5	33,3	34,7	35,8	37,1	38,3	38,9
12 HORAS	10,0	15,1	18,5	20,4	21,8	22,8	23,7	25,0	26,0	26,8	27,8	28,7	29,2
14 HORAS	9,0	13,6	16,6	18,3	19,5	20,4	21,2	22,3	23,2	24,0	24,9	25,6	26,1
20 HORAS	7,0	10,5	12,8	14,1	15,0	15,7	16,3	17,2	17,9	18,4	19,1	19,7	20,0
24 HORAS	6,1	9,2	11,2	12,3	13,1	13,7	14,2	15,0	15,6	16,1	16,7	17,2	17,5

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	75	90	100
10 Minutos	13,4	18,8	22,4	24,5	25,9	27,0	27,9	29,3	30,4	31,3	32,3	33,2	33,7
15 Minutos	18,5	26,3	31,5	34,4	36,4	38,0	39,3	41,3	42,8	44,1	45,6	46,9	47,6
20 Minutos	23,0	32,9	39,5	43,2	45,8	47,8	49,4	51,9	53,9	55,5	57,5	59,1	60,0
30 Minutos	30,5	44,1	53,2	58,3	61,8	64,6	66,8	70,3	73,1	75,3	78,0	80,2	81,5
45 Minutos	39,2	57,4	69,5	76,4	81,2	84,8	87,8	92,6	96,2	99,2	102,8	105,8	107,4
1 HORA	45,9	68,0	82,6	90,9	96,6	101,1	104,7	110,4	114,8	118,4	122,7	126,3	128,4
2 HORAS	63,8	96,4	117,8	130,0	138,6	145,0	150,4	158,8	165,2	170,4	177,0	182,2	185,2
3 HORAS	75,3	114,3	140,1	154,8	165,0	172,8	179,1	189,3	197,1	203,4	211,2	217,5	221,1
4 HORAS	83,6	127,6	156,4	172,8	184,4	193,2	200,0	211,6	220,0	227,2	236,0	242,8	247,2
5 HORAS	90,5	138,0	169,5	187,0	199,5	209,0	216,5	229,0	238,5	246,0	255,5	263,0	267,5
6 HORAS	96,6	146,4	180,0	198,6	211,8	222,0	230,4	243,6	253,2	261,6	271,2	279,6	284,4
7 HORAS	101,5	154,0	189,0	208,6	222,6	233,1	242,2	255,5	266,0	274,4	284,9	294,0	298,9
8 HORAS	105,6	160,8	197,6	217,6	232,0	243,2	252,0	266,4	277,6	286,4	296,8	306,4	311,2
12 HORAS	120,0	181,2	222,0	244,8	261,6	273,6	284,4	300,0	312,0	321,6	333,6	344,4	350,4
14 HORAS	126,0	190,4	232,4	256,2	273,0	285,6	296,8	312,2	324,8	336,0	348,6	358,4	365,4
20 HORAS	140,0	210,0	256,0	282,0	300,0	314,0	326,0	344,0	358,0	368,0	382,0	394,0	400,0
24 HORAS	146,4	220,8	268,8	295,2	314,4	328,8	340,8	360,0	374,4	386,4	400,8	412,8	420,0

## 4 – REFERÊNCIAS

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Estatística por cidade e estado: Natividade da Serra*. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/natividade-da-serra/panorama>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MARTINEZ JÚNIOR, F.; PITERI, R. F. Precipitações intensas para Natividade da Serra. In: SÃO PAULO. Governo do Estado. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos. *Precipitações Intensas no estado de São Paulo*. São Paulo, 2018. p.137. Disponível em: <[https://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=743%3Apluviografia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30drive.google.com/file/d/0B8iXiltOrl5acHV6cXNaYUJBSGM/view](https://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=743%3Apluviografia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30drive.google.com/file/d/0B8iXiltOrl5acHV6cXNaYUJBSGM/view)>. Acesso em: 10 jun. 2018.

WIKIPEDIA. *Natividade da Serra*. São Paulo, 2017. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Natividade\\_da\\_Serra](http://pt.wikipedia.org/wiki/Natividade_da_Serra)>. Acesso em: 10 jun. 2018.

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

ISBN 978-85-7499-418-5



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 Salvador

Avenida Ulysses Guimarães, 2862 – Centro Administrativo da Bahia  
Salvador - BA - CEP: 41213-000  
Tel.: 71 2101-7300 - Fax: 71 3371-4005

### 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**