

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A  
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS  
DE MASSA E INUNDAÇÃO

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Município: Januária  
Estação Pluviográfica: Januária  
Código ANA: 01544006  
Código INMET: 83386

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil



**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: Januária - MG**

**Estação Pluviográfica: Januária  
Códigos: 01544006 (ANA), 83386 (INMET)**

**SALVADOR  
2014**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE  
CARTAS MUNICIPAIS 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 Salvador

Copyright @ 2014 CPRM - Superintendência Regional de Salvador  
Avenida Ulysses Guimarães, 2862 - Centro Administrativo da Bahia  
Salvador - BA – 41.213-000  
Telefone: 0(xx)(71) 2101-7300  
Fax: 0(xx)(71) 3371-4005  
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

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

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.  
Município: Januária/MG. Estação Pluviográfica: Januária, Códigos 01544006  
(ANA) e 83386 (INMET). Osvalcélcio Mercês Furtunato; Karine Pickbrenner; Eber  
José de Andrade Pinto. - Salvador, BA: CPRM, 2014.

10p.;

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – FURTUNATO, O.  
M.; PICKBRENNER, K.; 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**

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

## **SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SALVADOR**

*Teobaldo Rodrigues de Oliveira Junior*  
**Superintendente**

*Gustavo Carneiro da Silva*  
**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Ivanaldo Vieira Gomes da Costa*  
**Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

*José da Silva Amaral Santos*  
**Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Renato dos Santos Andrade*  
**Gerente 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

Albert Teixeira Cardoso – Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/ SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

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

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

#### **Apoio Técnico**

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel – REFO

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

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

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – RETE

#### **Estagiários de Hidrologia**

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

Glauco Leite de Freitas – 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

Lêmia 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

Rosângela de Castro – Sureg/SP

Taciana dos Santos Lima – RETE

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 por Freitas *et al.* (2001), onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Januária, códigos 01544006 (ANA) e 83386 (INMET), localizada na sede do município de Januária/MG.

## 1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Januária/MG.

O município de Januária está localizado no Estado de Minas Gerais, na microrregião Januária e mesorregião Norte de Minas, distante cerca de 603 km da capital do Estado, fazendo fronteira com os municípios de Formosa, Chapada Gaúcha, São Francisco, Pedras de Maria da Cruz, Itacarambi, Bonito de Minas, Cônego Marinho e estado da Bahia. O município de Januária/MG possui área de 6.661,6 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 434 metros. Apresenta uma população de 65.463 habitantes (IBGE, 2010).

A estação Januária, códigos 01544006 (ANA) e 83386 (INMET), está localizada na sede do município de Januária, na Latitude 15°29'00"S e Longitude 44°22'00"W, sendo operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviógrafo. A Figura 01 apresenta a localização do município.



Figura 01 – Localização do Município. (Fonte: Wikipédia, 2014)

## 2 - EQUAÇÃO

A equação IDF indicada para o município de Januária foi definida por Freitas *et al.* (2001) e apresentada no livro “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais”. Para a elaboração desta equação foram utilizados os dados da estação Januária, códigos 01544006 (ANA) e 83386 (INMET).

O período de dados utilizados no trabalho foi de 1980 a 1983, 1986 a 1995 e 1998 a 1999 (16 anos). A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a de Gumbel.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



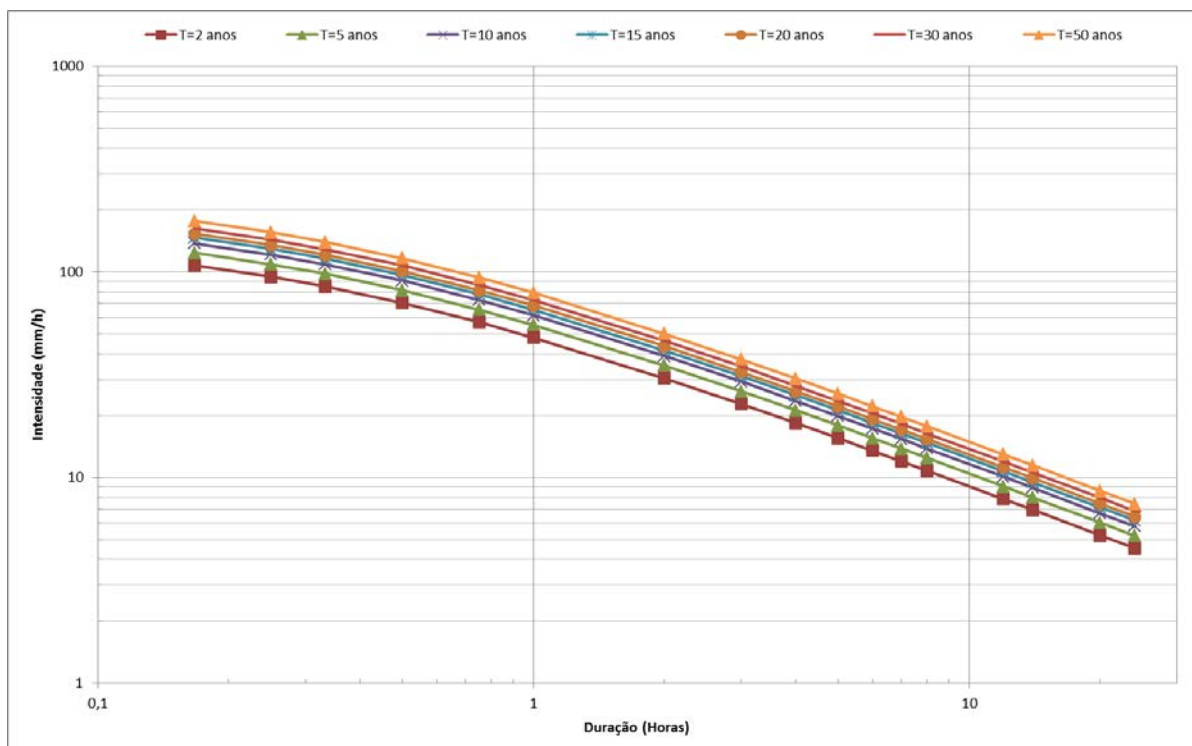


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Januária, os parâmetros da equação são os seguintes ( $10\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$ ):

$$a = 1513,706; b = 0,155; c = 19,554; d = 0,813$$

$$i = \frac{1513,706T^{0,155}}{(t+19,554)^{0,813}} \quad (02)$$

Com base no período de monitoramento dos dados de chuva utilizados no estudo, sugere-se que a equação seja utilizada para o tempo de retorno de até 50 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
10 Minutos	107,4	123,8	137,9	146,8	153,5	158,9	170,9	176,9
20 Minutos	84,8	97,7	108,8	115,8	121,1	125,4	134,8	139,6
30 Minutos	70,6	81,3	90,6	96,4	100,8	104,4	112,3	116,2
40 Minutos	60,8	70,0	78,0	83,0	86,8	89,9	96,7	100,1
50 Minutos	53,6	61,7	68,7	73,2	76,5	79,2	85,2	88,2
1 HORA	48,0	55,4	61,6	65,6	68,6	71,0	76,4	79,1
2 HORAS	30,4	35,1	39,0	41,6	43,5	45,0	48,4	50,1
3 HORAS	22,7	26,2	29,2	31,1	32,5	33,6	36,2	37,4
4 HORAS	18,4	21,2	23,6	25,1	26,2	27,2	29,2	30,2
5 HORAS	15,5	17,9	19,9	21,2	22,2	22,9	24,7	25,5
6 HORAS	13,5	15,5	17,3	18,4	19,3	19,9	21,4	22,2
7 HORAS	12,0	13,8	15,4	16,4	17,1	17,7	19,0	19,7
8 HORAS	10,8	12,4	13,8	14,7	15,4	16,0	17,2	17,8
12 HORAS	7,8	9,0	10,1	10,7	11,2	11,6	12,5	12,9
14 HORAS	6,9	8,0	8,9	9,5	9,9	10,3	11,0	11,4
20 HORAS	5,2	6,0	6,7	7,1	7,5	7,7	8,3	8,6
24 HORAS	4,5	5,2	5,8	6,2	6,4	6,7	7,2	7,4

**Tabela 02 – Altura de chuva em mm**

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)							
	2	5	10	15	20	25	40	50
10 Minutos	17,9	20,6	23,0	24,5	25,6	26,5	28,5	29,5
20 Minutos	28,3	32,6	36,3	38,6	40,4	41,8	44,9	46,5
30 Minutos	35,3	40,7	45,3	48,2	50,4	52,2	56,1	58,1
40 Minutos	40,5	46,7	52,0	55,4	57,9	59,9	64,5	66,7
50 Minutos	44,6	51,5	57,3	61,0	63,8	66,0	71,0	73,5
1 HORA	48,0	55,4	61,6	65,6	68,6	71,0	76,4	79,1
2 HORAS	60,8	70,1	78,1	83,1	86,9	90,0	96,8	100,2
3 HORAS	68,2	78,6	87,5	93,2	97,5	100,9	108,5	112,3
4 HORAS	73,5	84,7	94,3	100,4	105,0	108,6	116,9	121,0
5 HORAS	77,5	89,4	99,5	106,0	110,8	114,7	123,3	127,7
6 HORAS	80,9	93,2	103,8	110,5	115,6	119,7	128,7	133,2
7 HORAS	83,8	96,5	107,5	114,5	119,7	123,9	133,3	137,9
8 HORAS	86,3	99,4	110,7	117,9	123,3	127,6	137,2	142,1
12 HORAS	94,1	108,4	120,7	128,5	134,4	139,1	149,6	154,9
14 HORAS	97,1	111,9	124,6	132,7	138,8	143,6	154,5	159,9
20 HORAS	104,4	120,3	134,0	142,7	149,2	154,4	166,1	171,9
24 HORAS	108,2	124,8	138,9	147,9	154,7	160,1	172,2	178,3

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Januária, foi registrada uma Chuva de 39 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 39 mm dividido por 0,25 h é igual a 156 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[ \frac{156(15 + 19,554)^{0,813}}{1513,706} \right]^{1/0,155} = 50 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 50 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,98%, ou

$$P(i \geq 156\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{50} 100 = 1,98\%$$

### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, A. J... [ e outros]. *Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313520&search=minas-gerais|januaria>. Acesso em outubro de 2014.

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Minas Gerais - Município de Januária. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Januária>. Acesso em: outubro de 2014.

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

# 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

### Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulysses Guimarães, 2.862 - Sussuarana  
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

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



**PAC**