

**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 km² (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.

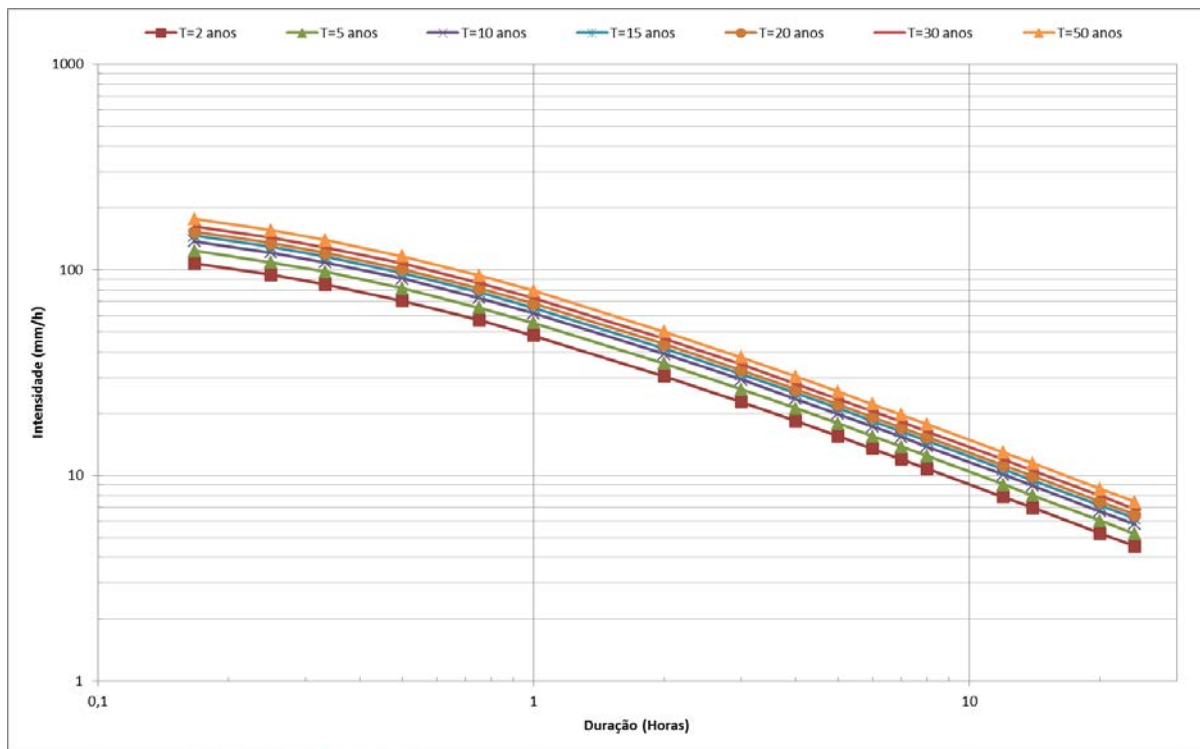


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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.