

**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
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Comendador Levy Gasparian - RJ

**Estação Pluviométrica: Sobraji,
Código 02143021**

**SÃO PAULO
2016**

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)

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

Copyright © 2016 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Bairro 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

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Comendador Levy Gasparian/RJ. Estação Pluviométrica: Sobraji, Código ANA 02143021. Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – São Paulo : CPRM, 2016.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – CAPOZZOLI C.R.; PICKBRENER, K. e PINTO, E. J. A

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Carlos Eduardo de Souza Braga

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Luiz Eduardo Barata

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

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

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 DE SÃO PAULO

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente

Vanesca Sartorelli Medeiros
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizete Domingues Salvador
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Lauro Gracindo Pizzatto
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Evaristo da Silva
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Jorge Pimentel

Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (*In memorian*)

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Marlon Colombo Hoelzel

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

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betânia Rodrigues dos Santos– Sureg/GO

Celina Monteiro - Sureg/BE

Danielle Cutolo - Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar - Sureg/SP

Eliamara Soares Silva– RETE

Priscila Nishihara Leo - Sureg/SP

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 para o município de Comendador Levy Gasparian/RJ onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Sobraji, código 02143021, localizada no distrito de Sobraji, que pertence ao município de Belmiro Braga/MG, distante 30 km de Comendador Levy Gasparian.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Comendador Levy Gasparian.

O município de Comendador Levy Gasparian está localizado no estado do Rio de Janeiro, na região sul fluminense, na fronteira com o estado de Minas Gerais. Comendador Levy Gasparian faz divisa com os municípios de Belmiro Braga (MG), Chiador (MG), Paraíba do Sul (RJ), Santana do Deserto (MG), Simão Pereira (MG) e Três Rios (RJ).

O município de Comendador Levy Gasparian possui área aproximada de 106 km² (IBGE) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 355 metros. Segundo o IBGE, apresentava no ano de 2010 uma população de 8.180 habitantes.

A Estação Sobraji, código 02143021, está localizada na Latitude 21°57'59"S e Longitude 43°22'21"W, está a uma distância aproximada de 18 km de Comendador Levy Gasparian, no distrito de Sobraji, pertencente ao município de Belmiro Braga/MG. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro padrão DNAEE. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

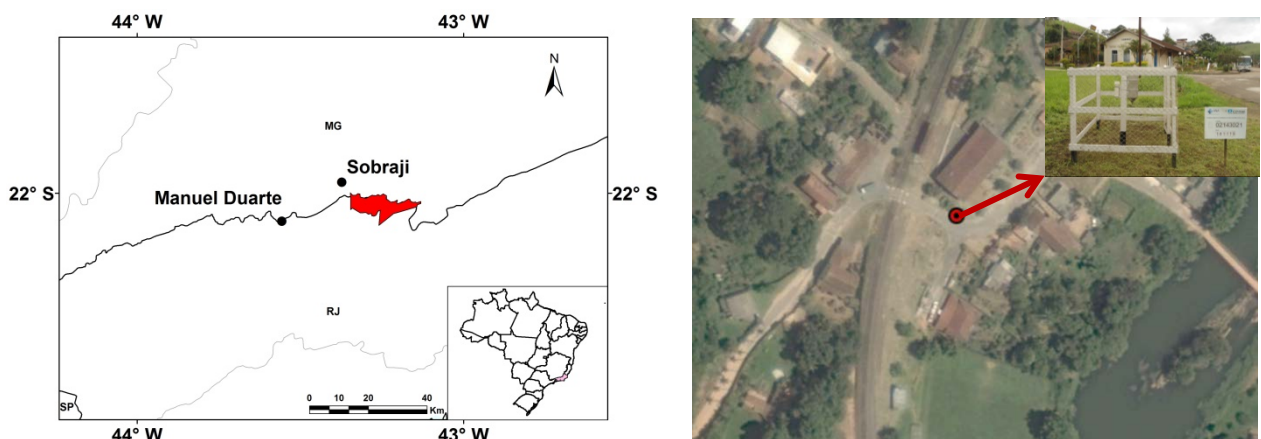


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

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 Sobraji, código 02143021, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Outubro a 30/Setembro), 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 Capozzoli *et al.* (2016) para o município de Rio das Flores/RJ, distante 30 km do município de Comendador Levy Gasparian. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

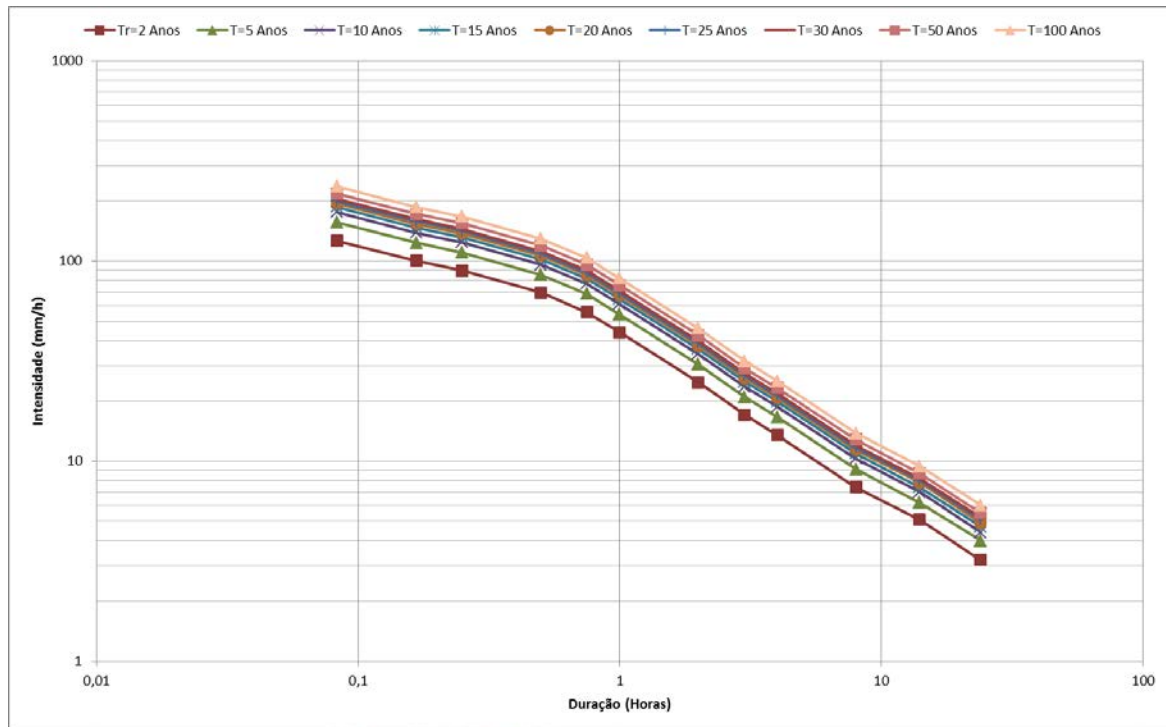


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Sobraji, os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 2672,8$; $b = 0,1545$; $c = 23,3$ e $d = 0,9475$, para as durações de 5 minutos até 2 horas

$$i = \frac{2672,8T^{0,1545}}{(t+23,3)^{0,9475}} \text{ para } 5 \text{ minutos} \leq t < 2 \text{ horas} \quad (02)$$

$a = 1812,8$; $b = 0,1545$; $c = 0$ e $d = 0,9015$, para as durações de 2 horas até 8 horas

$$i = \frac{1812,8T^{0,1545}}{t^{0,9015}} \text{ para } 2 \text{ horas} \leq t < 8 \text{ horas} \quad (03)$$

$a = 641,4$; $b = 0,1542$; $c = 1$ e $d = 0,7310$, para as durações de 8 horas até 24 horas

$$i = \frac{641,4T^{0,1542}}{(t+1)^{0,7310}} \text{ para } 8 \text{ horas} \leq t \leq 24 \text{ horas} \quad (04)$$

Esta equação 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, T (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	125,3	144,3	160,7	171,0	178,8	185,1	199,0	206,0	211,9	219,3	225,6	229,3
10 Minutos	107,4	123,7	137,7	146,6	153,3	158,6	170,6	176,6	181,6	188,0	193,4	196,5
15 Minutos	94,1	108,4	120,6	128,4	134,2	139,0	149,4	154,7	159,1	164,7	169,4	172,1
20 Minutos	83,7	96,5	107,4	114,3	119,5	123,7	133,0	137,7	141,6	146,6	150,8	153,2
30 Minutos	68,8	79,2	88,2	93,9	98,2	101,6	109,2	113,1	116,3	120,4	123,8	125,9
45 Minutos	54,4	62,6	69,7	74,2	77,6	80,3	86,4	89,4	92,0	95,2	97,9	99,5
1 HORA	45,0	51,9	57,8	61,5	64,3	66,5	71,6	74,1	76,2	78,9	81,1	82,4
2 HORAS	26,9	31,0	34,6	36,8	38,5	39,8	42,8	44,3	45,6	47,2	48,5	49,3
3 HORAS	18,7	21,5	24,0	25,5	26,7	27,6	29,7	30,7	31,6	32,7	33,7	34,2
4 HORAS	14,4	16,6	18,5	19,7	20,6	21,3	22,9	23,7	24,4	25,3	26,0	26,4
5 HORAS	11,8	13,6	15,1	16,1	16,8	17,4	18,7	19,4	20,0	20,7	21,2	21,6
6 HORAS	10,0	11,5	12,8	13,7	14,3	14,8	15,9	16,5	16,9	17,5	18,0	18,3
7 HORAS	8,7	10,0	11,2	11,9	12,4	12,9	13,8	14,3	14,7	15,2	15,7	15,9
8 HORAS	7,8	9,0	10,0	10,7	11,1	11,5	12,4	12,8	13,2	13,7	14,1	14,3
12 HORAS	5,8	6,7	7,5	7,9	8,3	8,6	9,2	9,5	9,8	10,2	10,5	10,6
14 HORAS	5,2	6,0	6,7	7,1	7,4	7,7	8,2	8,5	8,8	9,1	9,3	9,5
20 HORAS	4,0	4,6	5,1	5,5	5,7	5,9	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,3
24 HORAS	3,5	4,0	4,5	4,8	5,0	5,2	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,4

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	10,4	12,0	13,4	14,3	14,9	15,4	16,6	17,2	17,7	18,3	18,8	19,1
10 Minutos	17,9	20,6	23,0	24,4	25,5	26,4	28,4	29,4	30,3	31,3	32,2	32,8
15 Minutos	23,5	27,1	30,2	32,1	33,6	34,7	37,4	38,7	39,8	41,2	42,3	43,0
20 Minutos	27,9	32,2	35,8	38,1	39,8	41,2	44,3	45,9	47,2	48,9	50,3	51,1
30 Minutos	34,4	39,6	44,1	46,9	49,1	50,8	54,6	56,5	58,2	60,2	61,9	62,9
45 Minutos	40,8	47,0	52,3	55,7	58,2	60,2	64,8	67,1	69,0	71,4	73,4	74,6
1 HORA	45,0	51,9	57,8	61,5	64,3	66,5	71,6	74,1	76,2	78,9	81,1	82,4
2 HORAS	53,9	62,1	69,1	73,6	76,9	79,6	85,6	88,6	91,1	94,3	97,0	98,6
3 HORAS	56,1	64,6	71,9	76,6	80,0	82,9	89,1	92,2	94,9	98,2	101,0	102,6
4 HORAS	57,7	66,5	74,0	78,8	82,3	85,2	91,7	94,9	97,6	101,0	103,9	105,6
5 HORAS	59,0	67,9	75,6	80,5	84,2	87,1	93,7	97,0	99,8	103,3	106,2	107,9
6 HORAS	60,0	69,2	77,0	82,0	85,7	88,7	95,4	98,7	101,6	105,1	108,1	109,9
7 HORAS	61,0	70,2	78,2	83,2	87,0	90,1	96,9	100,2	103,1	106,7	109,8	111,6
8 HORAS	62,5	72,0	80,1	85,3	89,2	92,3	99,2	102,7	105,6	109,3	112,4	114,3
12 HORAS	69,8	80,3	89,4	95,2	99,5	103,0	110,7	114,6	117,9	122,0	125,5	127,5
14 HORAS	72,7	83,8	93,2	99,2	103,7	107,3	115,4	119,5	122,9	127,2	130,8	132,9
20 HORAS	80,1	92,2	102,6	109,2	114,2	118,2	127,1	131,5	135,3	140,0	144,0	146,4
24 HORAS	84,1	96,9	107,8	114,7	119,9	124,1	133,5	138,1	142,1	147,1	151,3	153,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, no município de Comendador Levy Gasparian, foi registrada uma Chuva de 90 mm com duração de 2 horas (120 minutos). Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Para durações entre 2 horas até 8 horas utilizamos a equação 03. Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 03. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (05)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 90 mm dividido por 2 h é igual a 45 mm/h. Substituindo os valores na equação 05 temos:

$$T = \left[\frac{45(120)^{0,9015}}{1812,8} \right]^{1/0,1545} = 55 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 55 anos corresponde a uma probabilidade de 1,81% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 100\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{55} 100 = 1,81\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPOZZOLI, Et al. *Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência. Município: Rio das Flores, Estação Pluviográfica: Manuel Duarte, Código 02243008.* CPRM. São Paulo. 2016.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 29 de janeiro de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br> Acesso em 29 de janeiro de 2016.

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

ANEXO I

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

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

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
14/01/1966	81,0
02/12/1968	119,4
01/12/1969	50,0
02/02/1975	35,3
20/01/1977	86,1
07/04/1983	100,5
22/03/1984	66,0
25/01/1985	80,0
19/02/1986	80,2
17/01/1987	60,4
17/03/1988	75,3
22/11/1988	50,1
05/01/1991	79,1
24/01/1992	70,2
16/05/1994	66,1
24/12/1994	75,1
27/12/1995	75,1
06/01/1997	86,6
07/02/1998	52,0
03/01/1999	84,0
27/01/2000	57,0
04/01/2001	69,0
31/12/2001	50,2
15/03/2003	73,4
26/02/2004	50,1
16/10/2004	60,9
04/01/2007	60,9
24/12/2007	50,3
07/11/2008	89,1
26/11/2010	70,2
09/01/2012	97,1

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Capozzoli et al. (2016) para o município de Rio das Flores/RJ.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,92	0,77	0,70	0,66	0,64	0,57

Relação 45 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 5 min/1h
0,95	0,79	0,51	0,38	0,24