

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: Bertioga

Estação Pluviográfica: Usina Itatinga

Código ANA: 02346066

Código DAEE: E3-040R

 **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**

**CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE
A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Município: Bertioga/SP

**Estação Pluviográfica: Usina Itatinga
Códigos: ANA 02346066 e DAEE E3-040R**

Equação Definida por Martinez e Piteri (2016)

**PORTO ALEGRE
2017**

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

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2017 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Bairro Tristeza
Porto Alegre - RS - 90840-030
Telefone: 0(xx)(51) 3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Bertioga. Estação Pluviográfica: Usina Itatinga, Códigos ANA 02346066
e DAEE E3-040R. Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto
Alegre: CPRM, 2017.

9p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – PICKBRENNER, 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

Fernando Bezerra Coelho Filho

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Paulo Pedrosa

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

Vicente Humberto Lobo Cruz

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Eduardo Carvalho Nepomuceno Alencar

Paulo Cesar Abrão

Telton Elber Correa

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Carlos Garcia Ferreira

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

José Carlos Garcia Ferreira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Eduardo Camozzato
Superintendente

Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Cláudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Aícaro Umberto Ferrari
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

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - Sureg/PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias– 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

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 Bertioga por Martinez e Piteri (2016), onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Usina de Itatinga, código DAEE E3-040R e código ANA 02346066, localizada no município de Bertioga.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Bertiooga.

O município de Bertiooga está localizado no litoral do estado de São Paulo, na região metropolitana da Baixada Santista, distante 65 km da capital São Paulo. Tem como municípios limítrofes Guarujá, Santos, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim, Salesópolis e São Sebastião. O município possui área de 490,148 km² e localiza-se na Latitude 23°50'57" S e Longitude 46°08'24". Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 47.645 habitantes.

A estação pluviográfica/pluviométrica Usina Itatinga, códigos E3-040R do DAEE e 02346066 da ANA está localizada na Latitude 23°46'S e Longitude 46°07'W e insere-se na sub-bacia 80 (sub-bacia dos rios Itapanhaú, Itanhaém e outros). Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos pluviogramas de um pluviógrafo Hellmann, modelo padrão DAEE. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

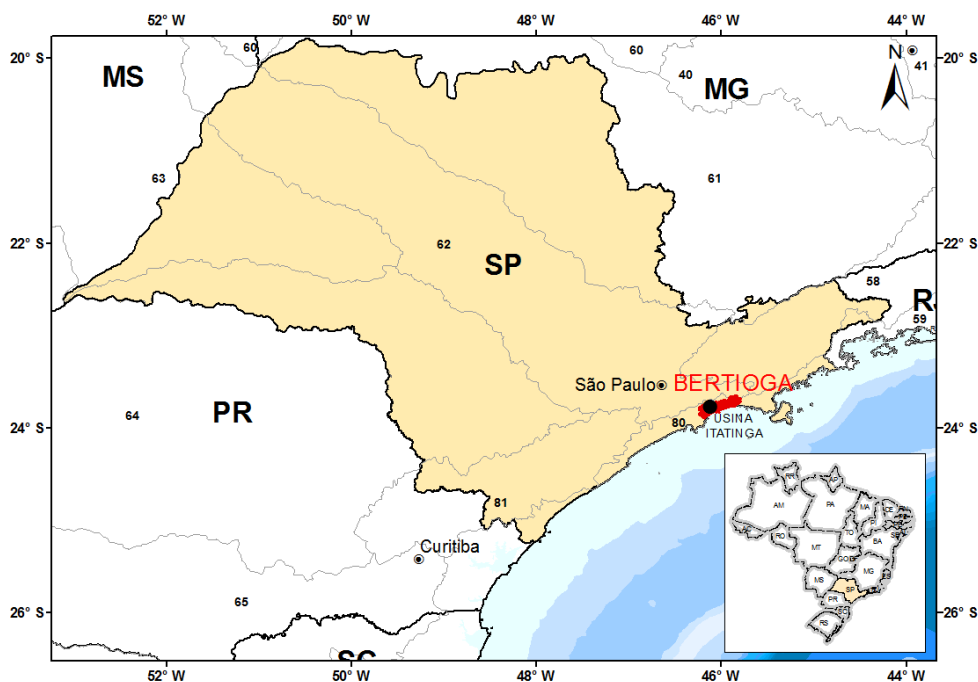


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

A equação IDF para a cidade de Bertiooga foi definida por Martinez e Piteri (2016). Para a elaboração desta equação foram utilizados os dados da estação Usina Itatinga,

códigos E3-040R do DAEE e 02346066 da ANA. A estação, que se encontra a uma altitude de 10 metros, está localizada no município de Bertoga. Os períodos de dados utilizados no trabalho foram os seguintes: 1974-88; 1990-1991; 1993-1994; 1998-1999 e 2002 (22 anos).

A equação estabelecida é a seguinte:

$$i_{t,T} = 19,82.(t+30)^{-0,6656} + 11,13.(t+50)^{-0,7505} \cdot \{-0,49 - 0,93.\ln[\ln(T/(T-1))]\} \quad (01)$$

onde i é a intensidade da chuva (mm/min), correspondente a duração t (minutos) e período de retorno T (anos)

A equação é válida para durações entre $10 \text{ min} \leq t \leq 1440 \text{ min}$. A Tabela 01 apresenta as intensidades calculadas em mm/h para diferentes durações e 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 – Intensidades de chuva (mm/h)

T (anos)	Duração (minutos)														
	10	15	20	30	45	60	120	180	240	360	480	720	840	1080	1440
2	97,5	90,0	83,9	74,2	63,9	56,6	40,2	32,2	27,2	21,3	17,9	13,8	12,5	10,7	8,9
5	130,1	120,7	112,9	100,5	87,0	77,2	55,2	44,1	37,2	29,0	24,2	18,6	16,8	14,3	11,8
10	151,6	141,0	132,1	117,9	102,3	90,9	65,0	51,9	43,8	34,1	28,4	21,8	19,7	16,6	13,7
15	163,8	152,5	143,0	127,7	110,9	98,7	70,6	56,4	47,6	37,0	30,8	23,6	21,3	18,0	14,8
20	172,3	160,5	150,6	134,5	116,9	104,1	74,5	59,5	50,2	39,0	32,4	24,9	22,4	18,9	15,6
25	178,9	166,7	156,4	139,8	121,6	108,2	77,5	61,9	52,2	40,6	33,7	25,8	23,3	19,7	16,2
30	184,2	171,7	161,2	144,1	125,4	111,6	79,9	63,8	53,8	41,8	34,8	26,6	24,0	20,2	16,6
35	188,7	176,0	165,2	147,8	128,6	114,5	82,0	65,5	55,2	42,9	35,6	27,3	24,6	20,7	17,0
40	192,6	179,6	168,6	150,9	131,3	116,9	83,8	66,9	56,4	43,8	36,4	27,8	25,1	21,2	17,4
45	196,0	182,9	171,7	153,7	133,7	119,1	85,4	68,1	57,4	44,6	37,1	28,3	25,6	21,6	17,7
50	199,1	185,8	174,4	156,1	135,9	121,1	86,8	69,2	58,4	45,4	37,7	28,8	26,0	21,9	18,0
55	201,9	188,4	176,9	158,3	137,9	122,8	88,0	70,3	59,2	46,0	38,2	29,2	26,3	22,2	18,2
60	204,4	190,7	179,1	160,4	139,7	124,4	89,2	71,2	60,0	46,6	38,7	29,6	26,7	22,5	18,5
65	206,7	192,9	181,2	162,3	141,3	125,9	90,2	72,0	60,7	47,2	39,2	29,9	27,0	22,7	18,7
70	208,9	194,9	183,1	164,0	142,8	127,3	91,2	72,8	61,4	47,7	39,6	30,2	27,3	23,0	18,9
75	210,9	196,8	184,9	165,6	144,2	128,5	92,1	73,5	62,0	48,1	40,0	30,5	27,5	23,2	19,0
80	212,7	198,6	186,6	167,1	145,6	129,7	93,0	74,2	62,6	48,6	40,3	30,8	27,8	23,4	19,2
85	214,5	200,2	188,1	168,5	146,8	130,8	93,8	74,9	63,1	49,0	40,7	31,1	28,0	23,6	19,4
90	216,1	201,8	189,6	169,8	148,0	131,9	94,6	75,5	63,6	49,4	41,0	31,3	28,2	23,8	19,5
95	217,7	203,3	191,0	171,1	149,1	132,9	95,3	76,0	64,1	49,8	41,3	31,5	28,4	23,9	19,6
100	219,2	204,7	192,3	172,3	150,1	133,8	95,9	76,6	64,5	50,1	41,6	31,8	28,6	24,1	19,8

Tabela 02 – Alturas de chuva (mm)

T (anos)	Duração (minutos)														
	10	15	20	30	45	60	120	180	240	360	480	720	840	1080	1440
2	16,3	22,5	28,0	37,1	47,9	56,6	80,4	96,6	108,8	127,8	143,2	165,6	175,0	192,6	213,6
5	21,7	30,2	37,6	50,3	65,3	77,2	110,4	132,3	148,8	174,0	193,6	223,2	235,2	257,4	283,2
10	25,3	35,3	44,0	59,0	76,7	90,9	130,0	155,7	175,2	204,6	227,2	261,6	275,8	298,8	328,8
15	27,3	38,1	47,7	63,9	83,2	98,7	141,2	169,2	190,4	222,0	246,4	283,2	298,2	324,0	355,2
20	28,7	40,1	50,2	67,3	87,7	104,1	149,0	178,5	200,8	234,0	259,2	298,8	313,6	340,2	374,4
25	29,8	41,7	52,1	69,9	91,2	108,2	155,0	185,7	208,8	243,6	269,6	309,6	326,2	354,6	388,8
30	30,7	42,9	53,7	72,1	94,1	111,6	159,8	191,4	215,2	250,8	278,4	319,2	336,0	363,6	398,4
35	31,5	44,0	55,1	73,9	96,5	114,5	164,0	196,5	220,8	257,4	284,8	327,6	344,4	372,6	408,0
40	32,1	44,9	56,2	75,5	98,5	116,9	167,6	200,7	225,6	262,8	291,2	333,6	351,4	381,6	417,6
45	32,7	45,7	57,2	76,9	100,3	119,1	170,8	204,3	229,6	267,6	296,8	339,6	358,4	388,8	424,8
50	33,2	46,5	58,1	78,1	101,9	121,1	173,6	207,6	233,6	272,4	301,6	345,6	364,0	394,2	432,0
55	33,7	47,1	59,0	79,2	103,4	122,8	176,0	210,9	236,8	276,0	305,6	350,4	368,2	399,6	436,8
60	34,1	47,7	59,7	80,2	104,8	124,4	178,4	213,6	240,0	279,6	309,6	355,2	373,8	405,0	444,0
65	34,5	48,2	60,4	81,2	106,0	125,9	180,4	216,0	242,8	283,2	313,6	358,8	378,0	408,6	448,8
70	34,8	48,7	61,0	82,0	107,1	127,3	182,4	218,4	245,6	286,2	316,8	362,4	382,2	414,0	453,6
75	35,2	49,2	61,6	82,8	108,2	128,5	184,2	220,5	248,0	288,6	320,0	366,0	385,0	417,6	456,0
80	35,5	49,7	62,2	83,6	109,2	129,7	186,0	222,6	250,4	291,6	322,4	369,6	389,2	421,2	460,8
85	35,8	50,1	62,7	84,3	110,1	130,8	187,6	224,7	252,4	294,0	325,6	373,2	392,0	424,8	465,6
90	36,0	50,5	63,2	84,9	111,0	131,9	189,2	226,5	254,4	296,4	328,0	375,6	394,8	428,4	468,0
95	36,3	50,8	63,7	85,6	111,8	132,9	190,6	228,0	256,4	298,8	330,4	378,0	397,6	430,2	470,4
100	36,5	51,2	64,1	86,2	112,6	133,8	191,8	229,8	258,0	300,6	332,8	381,6	400,4	433,8	475,2

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350635>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

MARTINEZ JÚNIOR, F.; PITERI, R. F. Precipitações intensas para Bertioga. 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, 2016. p.29. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B8iXiltOrl5acHV6cXNaYUJBSGM/view>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

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 Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa
Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030
Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

www.cprm.gov.br



PAC