

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA
GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: São Paulo
Município: São Paulo
Estação Pluviográfica: IAG-USP
Código ANA: 02346059
Código DAEE: E3-035

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2014

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

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

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

Município: São Paulo

Estação Pluviográfica: IAG-USP

Código DAEE E3-035 e Código ANA 02346059

Equação Definida por Martinez e Magni (1999)

**BELO HORIZONTE
2014**

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Copyright @ 2014 CPRM - Superintendência Regional de Belo Horizonte
Avenida Brasil, 1731 - Funcionários
Belo Horizonte - MG – 30.140-002
Telefone: (31) 3878-0337
Fax: (31) 3878-0322
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: São Paulo. Equação Definida por Martinez e Magni (1999). Eber José
de Andrade Pinto – Belo Horizonte: CPRM, 2014.

09p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

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

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 BELO HORIZONTE

Marco Antônio Fonseca
Superintendente

Márcio de Oliveira Cândido
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Márcio Antônio da Silva
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo de Araújo Vieira
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Cléria Sebastiana Vieira
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

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Oswalcélio Merês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel - REFO

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

Carolina Macalos – Sureg/PA

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

Ivo Cleiton Costa Bonfim - REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda - Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros - Sureg/RE

Liomar Santos da Hora - Sureg/SA

Lemia 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

Rosangela 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 Gestão Estratégica da Geologia, da Transformação Mineral 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 gravitacionais de massa e inundação.

Este relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de São Paulo por Martinez e Magni (1999), utilizando os registros contínuos da estação pluviográfica IAG/USP, código DAEE E3-035 e código ANA 02346059.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de São Paulo.

O município de São Paulo, é a capital do Estado e que tem grande influência financeira em toda América do Sul, é segundo o IBGE a cidade mais populosa do Brasil e de todo o hemisfério Sul. Tem como municípios limítrofes Juquitiba, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Embu das Artes, Taboão da Serra, Carapicuíba, Cotia, Osasco, Santana de Parnaíba, Cajamar, Caieiras, Mairiporã, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Mauá, Santo André, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Diadema, São Vicente e Itanhaém. O município possui área de 1.521,101 Km². Sua população, em 2013, segundo estimativa do IBGE, é de 11.821.873 habitantes. A Figura 01 apresenta a localização do município.

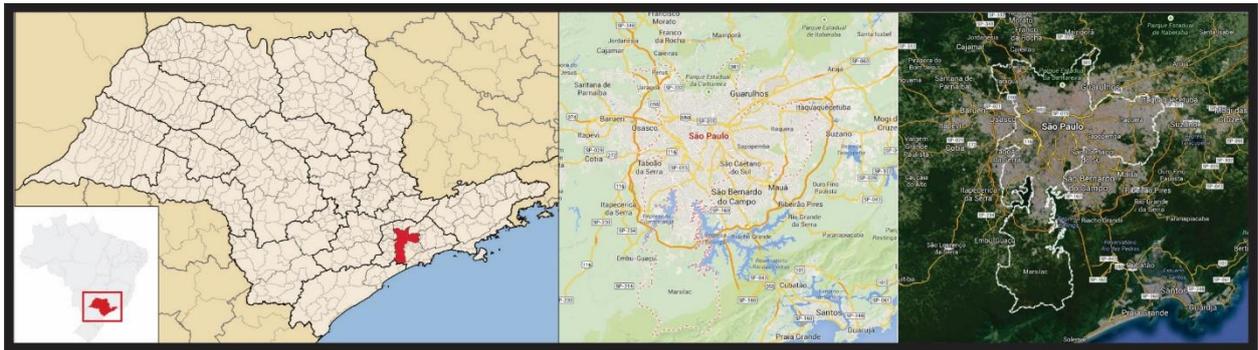


Figura 01 – Localização do Município (Fonte: Google Earth e IBGE, 2014)

2 - EQUAÇÃO

A equação IDF para a cidade de São Paulo foi definida por Martinez e Magni (1999), utilizando os dados do posto pluviográfico IAG/USP, código DAEE E3-035 e código ANA 02346059, localizado na Latitude 23°39' S e Longitude 46°38' W. A estação está a uma altitude de 780 m. O período de dados utilizado no trabalho foi de 1933 a 1997 (65 anos).

A equação estabelecida é a seguinte:

$$i_{t,T} = 39,3015(t + 20)^{-0,9228} + 10,1767(t + 20)^{-0,8764}[-0,4653 - 0,8407 \cdot \text{Ln}(\text{Ln}(T/(T - 1)))] \quad (1)$$

onde i é a intensidade da chuva (mm/min), correspondente à 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, 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 da Tabela 01.

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
10 Minutos	97,3	126,9	146,4	157,4	165,2	171,1	183,6	189,4	194,2	200,1	204,9	207,6
15 Minutos	84,4	110,2	127,3	136,9	143,7	148,9	159,7	164,9	169,1	174,2	178,3	180,8
20 Minutos	74,6	97,5	112,7	121,3	127,3	131,9	141,6	146,2	149,9	154,4	158,2	160,3
30 Minutos	60,7	79,5	92	99,1	104	107,8	115,8	119,5	122,6	126,4	129,4	131,2
45 Minutos	47,6	62,6	72,5	78,1	82	85,1	91,4	94,4	96,8	99,8	102,2	103,6
1 HORA	39,3	51,8	60,1	64,7	68	70,5	75,8	78,3	80,3	82,8	84,8	86
2 HORAS	23,4	31,1	36,1	39	41	42,5	45,8	47,3	48,5	50	51,3	52
3 HORAS	16,8	22,4	26,1	28,2	29,7	30,8	33,2	34,3	35,2	36,3	37,2	37,7
4 HORAS	13,2	17,6	20,6	22,3	23,4	24,3	26,2	27,1	27,8	28,7	29,4	29,8
6 HORAS	9,3	12,5	14,6	15,8	16,6	17,3	18,6	19,2	19,8	20,4	20,9	21,2
8 HORAS	7,2	9,7	11,4	12,3	13	13,5	14,5	15	15,4	15,9	16,3	16,6
12 HORAS	5	6,8	8	8,6	9,1	9,5	10,2	10,6	10,9	11,2	11,5	11,7
14 HORAS	4,4	5,9	7	7,5	7,9	8,3	8,9	9,2	9,5	9,8	10	10,2
18 HORAS	3,5	4,7	5,6	6	6,4	6,6	7,1	7,4	7,6	7,8	8,1	8,2
24 HORAS	2,7	3,7	4,3	4,7	4,9	5,1	5,5	5,7	5,9	6,1	6,2	6,3

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
10 Minutos	16,2	21,2	24,4	26,2	27,5	28,5	30,6	31,6	32,4	33,4	34,2	34,6
15 Minutos	21,1	27,6	31,8	34,2	35,9	37,2	39,9	41,2	42,3	43,6	44,6	45,2
20 Minutos	24,9	32,5	37,6	40,4	42,4	44	47,2	48,7	50	51,5	52,7	53,4
30 Minutos	30,4	39,8	46	49,6	52	53,9	57,9	59,8	61,3	63,2	64,7	65,6
45 Minutos	35,7	47	54,4	58,6	61,5	63,8	68,6	70,8	72,6	74,9	76,7	77,7
1 HORA	39,3	51,8	60,1	64,7	68	70,5	75,8	78,3	80,3	82,8	84,8	86
2 HORAS	46,8	62,2	72,2	78	82	85	91,6	94,6	97	100	102,6	104
3 HORAS	50,4	67,2	78,3	84,6	89,1	92,4	99,6	102,9	105,6	108,9	111,6	113,1
4 HORAS	52,8	70,4	82,4	89,2	93,6	97,2	104,8	108,4	111,2	114,8	117,6	119,2
6 HORAS	55,8	75	87,6	94,8	99,6	103,8	111,6	115,2	118,8	122,4	125,4	127,2
8 HORAS	57,6	77,6	91,2	98,4	104	108	116	120	123,2	127,2	130,4	132,8
12 HORAS	60	81,6	96	103,2	109,2	114	122,4	127,2	130,8	134,4	138	140,4
14 HORAS	61,6	82,6	98	105	110,6	116,2	124,6	128,8	133	137,2	140	142,8
18 HORAS	63	84,6	100,8	108	115,2	118,8	127,8	133,2	136,8	140,4	145,8	147,6
24 HORAS	64,8	88,8	103,2	112,8	117,6	122,4	132	136,8	141,6	146,4	148,8	151,2

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em agosto de 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355030&search=sao-paulo|sao-paulo>. Acesso em: agosto de 2014.

MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N. L. G. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. Convênio DAEE-USP. Edição Revisada. Out, 1999

SIGHR – Banco de Dados Pluviográficos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plug?qwe=qwe>. Acesso em: julho de 2014.

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral 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 Belo Horizonte

Av. Brasil, 1.731 - Funcionários
Belo Horizonte - MG - CEP: 30140-002
Tel.: 31 3878-0307 - Fax: 31 3878-0383

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
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

