

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 Km<sup>2</sup>. Sua população, em 2013, segundo estimativa do IBGE, é de 11.821.873 habitantes. A Figura 01 apresenta a localização do município.

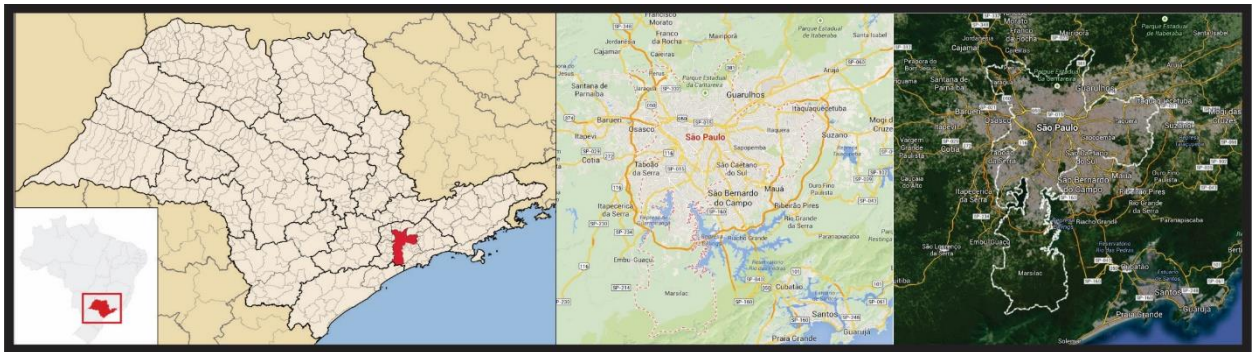


Figura 01 – Localização do Município (Fonte: Google Earth e IBGE, 2014)

## 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](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  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)

### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

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

