

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: Guarulhos  
Estação Pluviográfica: IAG-USP  
Código ANA: 02346059  
Código DAEE: E3-035

 SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM



2013

**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-FREQUÊNCIA**

**Município: Guarulhos/SP  
Estação Pluviográfica: IAG-USP  
Código DAEE E3-035 e Código ANA 02346059**

**Equação Definida por Martinez e Magni (1999)**

**RECIFE, PE  
2013**

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: Garulhosa. 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

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

## **Sistema de Informações Geográficas e Mapa**

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

### **Apoio Técnico**

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**

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

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

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

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 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). 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 Guarulhos/SP por Martinez e Magni (1999), utilizando os registros contínuos da estação pluviográfica IAG-USP, código DAEE E3-035 e código ANA 0234659.

## 1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Guarulhos e regiões circunvizinhas.

O município de Guarulhos está localizado no Estado de São Paulo, na mesorregião metropolitana de São Paulo, na latitude  $23^{\circ} 27' 48''\text{S}$  e longitude  $46^{\circ} 31' 58''\text{WGr}$ , a 14 km de São Paulo/SP. O município possui uma área de 318,7 km<sup>2</sup>, apresenta uma população estimada em 1.221.979 habitantes (IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 759 mts.

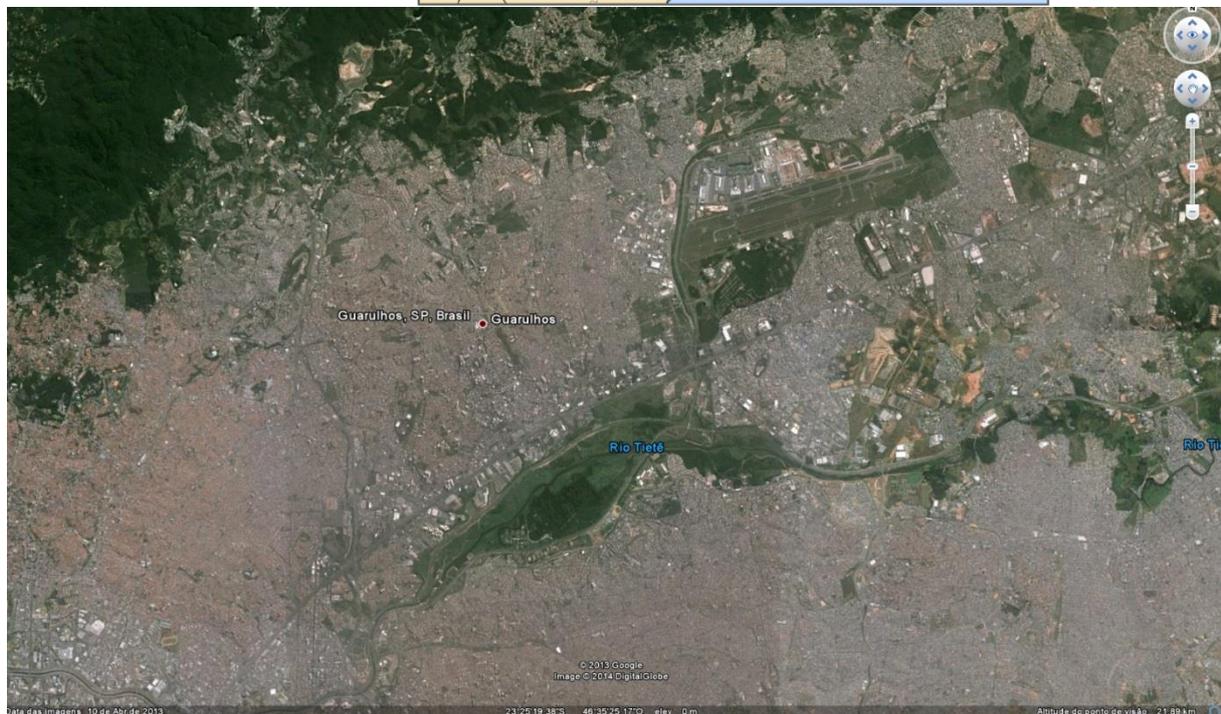


Figura 01 – Localização do Município (Fontes: Wikipédia e Google Earth, 2013)

## 2 - EQUAÇÃO

A equação IDF para a cidade de Diadema foi definida por Martinez e Magni (1999), utilizando os dados do posto pluviográfico do 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 utilizados no trabalho foram os seguintes: 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 calculadas em mm/h para diferentes durações e tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidades calculadas com a equação de Diadema (mm/h)

T (anos)	Duração (minutos)														
	10	15	20	30	45	60	120	180	240	360	480	720	840	1080	1440
2	97,3	84,4	74,6	60,7	47,6	39,3	23,4	16,8	13,2	9,3	7,2	5	4,4	3,5	2,7
5	126,9	110,2	97,5	79,5	62,6	51,8	31,1	22,4	17,6	12,5	9,7	6,8	5,9	4,7	3,7
10	146,4	127,3	112,7	92	72,5	60,1	36,1	26,1	20,6	14,6	11,4	8	7	5,6	4,3
15	157,4	136,9	121,3	99,1	78,1	64,7	39	28,2	22,3	15,8	12,3	8,6	7,5	6	4,7
20	165,2	143,7	127,3	104	82	68	41	29,7	23,4	16,6	13	9,1	7,9	6,4	4,9
25	171,1	148,9	131,9	107,8	85,1	70,5	42,5	30,8	24,3	17,3	13,5	9,5	8,3	6,6	5,1
30	176	153,1	135,7	110,9	87,5	72,6	43,8	31,7	25	17,8	13,9	9,8	8,5	6,8	5,3
35	180	156,6	138,9	113,5	89,6	74,3	44,8	32,5	25,7	18,2	14,2	10	8,7	7	5,4
40	183,6	159,7	141,6	115,8	91,4	75,8	45,8	33,2	26,2	18,6	14,5	10,2	8,9	7,1	5,5
45	186,7	162,4	144	117,8	93	77,1	46,6	33,8	26,7	18,9	14,8	10,4	9,1	7,3	5,6
50	189,4	164,9	146,2	119,5	94,4	78,3	47,3	34,3	27,1	19,2	15	10,6	9,2	7,4	5,7
55	191,9	167,1	148,1	121,1	95,6	79,3	47,9	34,8	27,5	19,5	15,2	10,7	9,4	7,5	5,8
60	194,2	169,1	149,9	122,6	96,8	80,3	48,5	35,2	27,8	19,8	15,4	10,9	9,5	7,6	5,9
65	196,3	170,9	151,5	124	97,9	81,2	49,1	35,6	28,1	20	15,6	11	9,6	7,7	6
70	198,3	172,6	153	125,2	98,9	82	49,6	36	28,4	20,2	15,8	11,1	9,7	7,8	6
75	200,1	174,2	154,4	126,4	99,8	82,8	50	36,3	28,7	20,4	15,9	11,2	9,8	7,8	6,1
80	201,8	175,6	155,8	127,4	100,6	83,5	50,5	36,6	28,9	20,6	16,1	11,3	9,9	7,9	6,1
85	203,4	177	157	128,4	101,4	84,2	50,9	36,9	29,2	20,7	16,2	11,4	10	8	6,2
90	204,9	178,3	158,2	129,4	102,2	84,8	51,3	37,2	29,4	20,9	16,3	11,5	10	8,1	6,2
95	206,3	179,6	159,3	130,3	102,9	85,4	51,6	37,5	29,6	21,1	16,5	11,6	10,1	8,1	6,3
100	207,6	180,8	160,3	131,2	103,6	86	52	37,7	29,8	21,2	16,6	11,7	10,2	8,2	6,3

### 3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Google Earth, *Estação pluviográfica de Ponte Pequena*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em dezembro de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=351880&search=sao-paulo|guarulhos>. Acesso em dezembro de 2013.

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

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/bdhtm.exe/plug?qwe=qwe>. Acesso em: dezembro de 2013.

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – São Paulo - Município de Guarulhos. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Guarulhos>. Acesso em dezembro de 2013.

# 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 Recife

Av.Sul, 2.291 - Afogados  
Recife - SP - CEP: 50770-011  
Tel.: 81 3316-1400 - Fax: 81 3316-1403

### 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)



SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA