

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: Guarujá

Estação Pluviográfica: Vicente de Carvalho

Código ANA: 02346089

Código DAEE-SP: E3-045R

 **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: Guarujá

**Estação Pluviográfica: Vicente de Carvalho
Códigos: ANA 02346089 e DAEE E3-045R**

Equação Definida por Martinez e Magni (2013)

**PORTO ALEGRE
2013**

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 @ 2013 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: Guarujá. Estação Pluviográfica: Vicente de Carvalho, Códigos ANA
02346089 e DAEE E3-045R. Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto –
Porto Alegre: CPRM, 2013.

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

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 PORTO ALEGRE

José Leonardo Andriotti
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

Alexandre Goulart
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

Andrea de Oliveira Germano - Sureg/PA

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - 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 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 Guarujá por Martinez e Magni (2013), onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Vicente de Carvalho, código DAEE E3-045R e código ANA 02346089, localizada no próprio município de Guarujá.

1 - INTRODUÇÃO

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

O município de Guarujá está localizado no litoral do estado de São Paulo, na região metropolitana da Baixada Santista, distante 63 km da capital São Paulo. Tem como municípios limítrofes Santos e Bertioga. O município possui área de 143,454 km² e localiza-se na Latitude 23°59'21" S e Longitude 46°15'30". Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 290.752 habitantes.

A estação pluviográfica/pluviométrica Vicente de Carvalho, códigos E3-045R do DAEE e 02346089 da ANA está localizada na Latitude 23°56'S e Longitude 46°17'W (coordenadas indicadas no Inventário do HIDRO, Agencia Nacional de Águas) e insere-se na sub-bacia 80 (Litorâneas de São Paulo). 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.

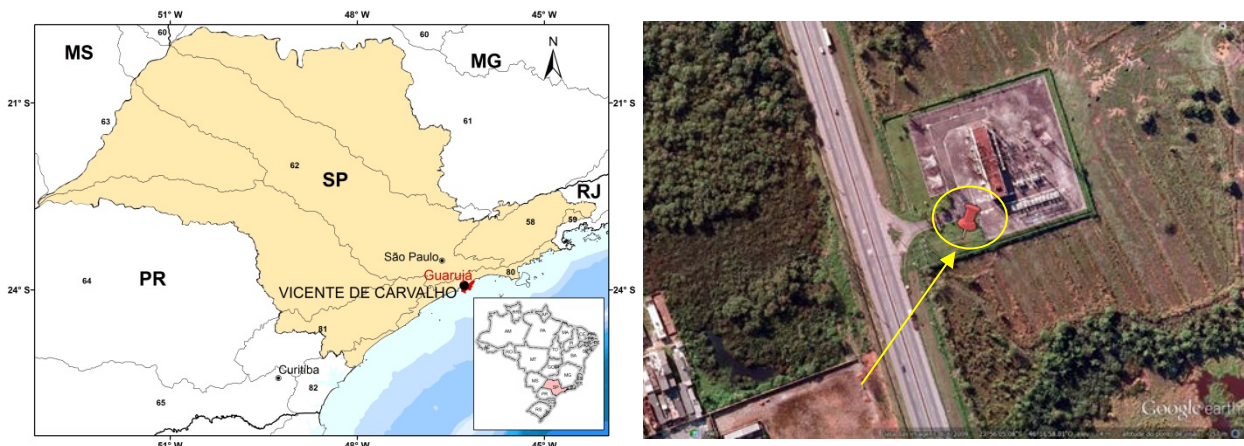


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google Earth, 2013)

2 – EQUAÇÃO

A equação IDF para a cidade de Guarujá foi definida por Martinez e Magni (2013) e fornecida pelos autores antes da publicação, prevista para 2014. Para a elaboração desta equação foram utilizados os dados da estação Vicente de Carvalho, códigos E3-045R do DAEE e 02346089 da ANA. A estação, que se encontra a uma altitude de 3 metros, está localizada em Guarujá, distante 6,7 km da sede deste município. O período de dados utilizados no trabalho foram os seguintes: 1970; 1972-1975; 1977-2001 (30 anos).

A equação estabelecida é a seguinte:

$$i_{t,T} = 31,70261 \cdot (t+30)^{-0,81619} + 9,53659 \cdot (t+20)^{-0,81602} \cdot \{-0,483141 - 0,900056 \cdot \ln[\ln(T/(T-1))]\} \quad (01)$$

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.

Tabela 01 – Intensidades calculadas para a equação de Guarujá (mm/h)

| T (anos) | Duração (minutos) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 | 120 | 180 | 240 | 360 | 480 | 720 | 840 | 1080 | 1440 |
| 2 | 88,2 | 80,3 | 73,8 | 63,7 | 53,2 | 45,9 | 30,3 | 23 | 18,8 | 13,9 | 11,2 | 8,2 | 7,2 | 5,9 | 4,7 |
| 5 | 124,6 | 112,4 | 102,5 | 87,7 | 72,5 | 62,2 | 40,6 | 30,8 | 25 | 18,5 | 14,8 | 10,8 | 9,6 | 7,9 | 6,2 |
| 10 | 148,7 | 133,6 | 121,6 | 103,5 | 85,3 | 73,0 | 47,5 | 35,9 | 29,2 | 21,5 | 17,3 | 12,6 | 11,1 | 9,1 | 7,3 |
| 15 | 162,3 | 145,6 | 132,3 | 112,5 | 92,6 | 79,1 | 51,4 | 38,8 | 31,5 | 23,2 | 18,6 | 13,6 | 12 | 9,8 | 7,8 |
| 20 | 171,8 | 154 | 139,8 | 118,8 | 97,6 | 83,4 | 54,1 | 40,8 | 33,1 | 24,4 | 19,6 | 14,3 | 12,6 | 10,4 | 8,2 |
| 25 | 179,1 | 160,4 | 145,6 | 123,6 | 101,5 | 86,7 | 56,2 | 42,4 | 34,4 | 25,4 | 20,3 | 14,8 | 13,1 | 10,7 | 8,5 |
| 30 | 185,1 | 165,7 | 150,4 | 127,5 | 104,7 | 89,4 | 57,9 | 43,6 | 35,4 | 26,1 | 20,9 | 15,2 | 13,5 | 11,1 | 8,8 |
| 35 | 190,1 | 170,1 | 154,3 | 130,8 | 107,4 | 91,6 | 59,3 | 44,7 | 36,3 | 26,7 | 21,4 | 15,6 | 13,8 | 11,3 | 9,0 |
| 40 | 194,4 | 174,1 | 157,8 | 133,7 | 109,7 | 93,6 | 60,5 | 45,6 | 37 | 27,3 | 21,9 | 15,9 | 14,1 | 11,5 | 9,2 |
| 45 | 198,3 | 177,3 | 160,8 | 136,2 | 111,7 | 95,3 | 61,6 | 46,4 | 37,7 | 27,8 | 22,3 | 16,2 | 14,4 | 11,8 | 9,3 |
| 50 | 201,7 | 180,3 | 163,5 | 138,5 | 113,6 | 96,8 | 62,6 | 47,2 | 38,3 | 28,2 | 22,6 | 16,5 | 14,6 | 11,9 | 9,5 |
| 55 | 204,8 | 183,1 | 165,9 | 140,5 | 115,2 | 98,2 | 63,5 | 47,8 | 38,8 | 28,6 | 22,9 | 16,7 | 14,8 | 12,1 | 9,6 |
| 60 | 207,6 | 185,5 | 168,2 | 142,4 | 116,7 | 99,5 | 64,3 | 48,4 | 39,3 | 29 | 23,2 | 16,9 | 15 | 12,2 | 9,7 |
| 65 | 210,2 | 187,8 | 170,2 | 144,1 | 118,1 | 100,7 | 65 | 49 | 39,7 | 29,3 | 23,5 | 17,1 | 15,1 | 12,4 | 9,8 |
| 70 | 212,6 | 189,9 | 172,1 | 145,7 | 119,4 | 101,7 | 65,7 | 49,5 | 40,1 | 29,6 | 23,7 | 17,3 | 15,3 | 12,5 | 9,9 |
| 75 | 214,8 | 191,9 | 173,9 | 147,1 | 120,5 | 102,7 | 66,3 | 50 | 40,5 | 29,9 | 23,9 | 17,4 | 15,4 | 12,6 | 10,0 |
| 80 | 216,9 | 193,7 | 175,5 | 148,5 | 121,6 | 103,7 | 66,9 | 50,4 | 40,9 | 30,1 | 24,1 | 17,6 | 15,6 | 12,7 | 10,1 |
| 85 | 218,9 | 195,5 | 177,1 | 149,8 | 122,7 | 104,6 | 67,5 | 50,8 | 41,2 | 30,4 | 24,3 | 17,7 | 15,7 | 12,8 | 10,2 |
| 90 | 220,7 | 197,1 | 178,5 | 151 | 123,7 | 105,4 | 68,0 | 51,2 | 41,5 | 30,6 | 24,5 | 17,9 | 15,8 | 12,9 | 10,3 |
| 95 | 222,4 | 198,6 | 179,9 | 152,2 | 124,6 | 106,2 | 68,5 | 51,6 | 41,8 | 30,8 | 24,7 | 18 | 15,9 | 13 | 10,4 |
| 100 | 224,1 | 200,1 | 181,2 | 153,2 | 125,5 | 106,9 | 69 | 51,9 | 42,1 | 31 | 24,9 | 18,1 | 16 | 13,1 | 10,4 |

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em dezembro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=351870&search=s%E3o-paulo|guaruj%E1>. Acesso em: dezembro de 2013.

MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N. L. G. *Precipitações intensas para Guarujá: estação Vicente de Carvalho - E3-045R/DAEE*. São Paulo: DAEE; USP, 2013. (Inédito-Previsão de Publicação em 2014).

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