

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina
Município: Florianópolis
Estação Pluviométrica: Florianópolis
Código INMET: 83897

 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
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Florianópolis - SC

**Estação Pluviométrica: Florianópolis - INMET
Código SC - 83897**

**TERESINA
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-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Residência de Teresina

Copyright @ 2013 CPRM - Residência de Teresina
Rua Goiás, 312 – Frei Serafim
Teresina - PI - 64.001-620
Telefone: (86) 3222-4153
Fax: (86) 3223-6188
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Florianópolis/SC. Estação Pluviométrica: Florianópolis - INMET, Código SC - 83897. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM, 2013.

10p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - NASCIMENTO, J. R. S.; FARIAS, J. A. M.; 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

RESIDÊNCIA DE TERESINA

Francisco das Chagas Lages Correia Filho
Chefe da Residência

Carlos Antonio da Luz
Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizangela Soares Amaral
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

Francisca de Paula da Silva Braga
Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Thiago Moraes Sousa
Assistente 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 de Almeida - 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

Nayanna Coelho Miranda – RETE

Taciana dos Santos Lima - 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

Débora de Sousa Gurgel - 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

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 Florianópolis/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas anuais da estação pluviométrica Florianópolis - INMET, Código SC - 83897.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Florianópolis/SC.

O município de Florianópolis é a capital do estado de Santa Catarina, e está localizada na Região Metropolitana conhecida como “Grande Florianópolis”. Essa região tem como centro a Capital e é constituída por dez municípios que formam uma área urbana contínua, tendo como consequência um aglomerado populacional significativo para o estado. Os municípios que a compõe são: Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz, Governador Celso Ramos, Antônio Carlos, Águas Mornas e São Pedro de Alcântara. Essa região encontra-se em expansão com os outros municípios que estão no seu entorno. O município possui área de 675,409 km² e sua população, segundo estimativa do IBGE para 2013, é de 453.281 habitantes.

A Estação Florianópolis, código SC - 83897, está localizada na Latitude 27° 36' 09,16"S e Longitude 48°37'13,02"W, no município de Florianópolis/SC. Esta estação pluviométrica continua em atividade, sendo operada pela INMET . Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviômetro modelo Ville de Paris. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação, respectivamente.

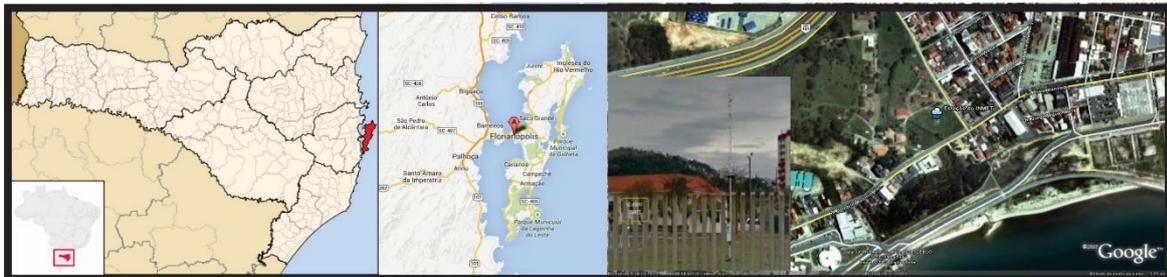


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fontes: Wikipédia e Google Earth, 2013)

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da Estação Florianópolis - INMET, código SC - 83897, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas anuais, apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com as relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de Florianópolis/SC.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

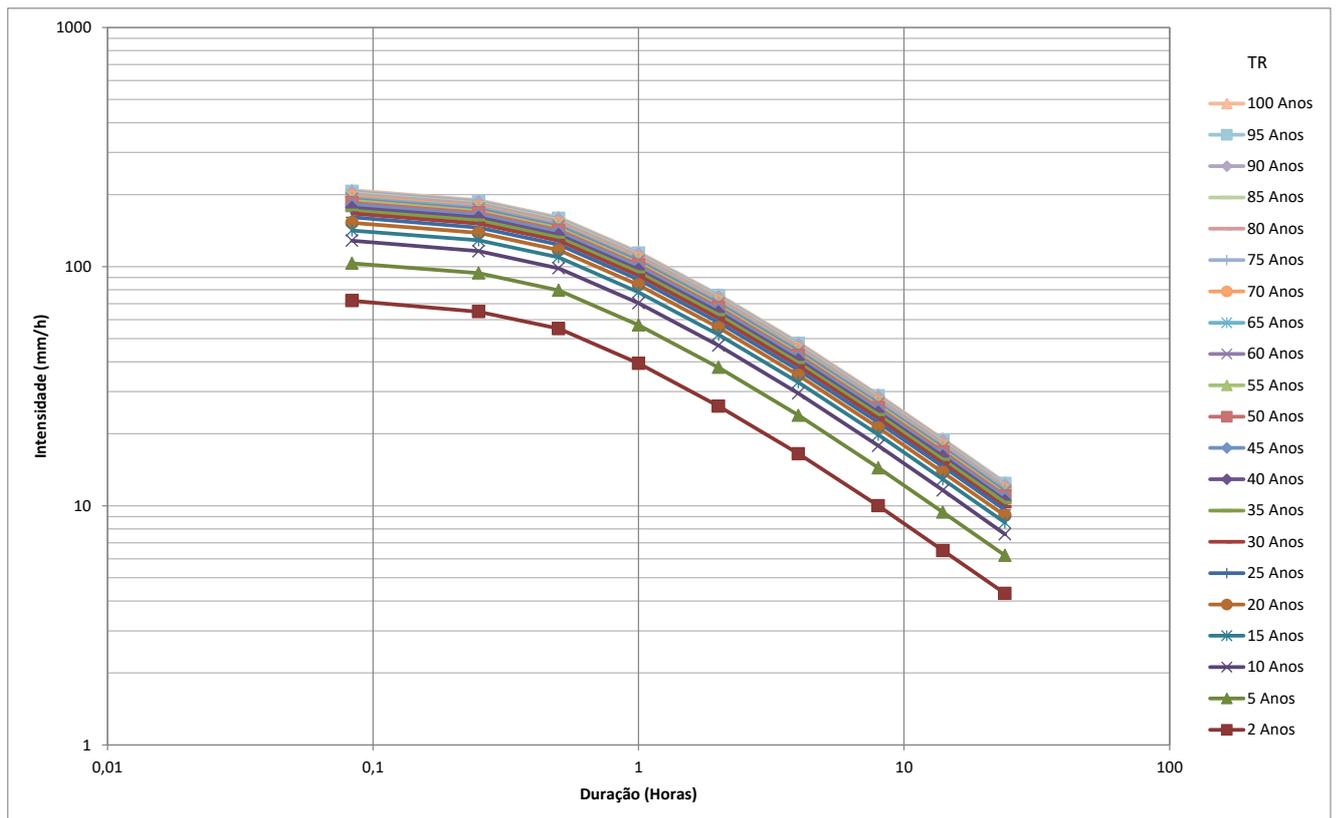


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

a, b, c, d, δ são parâmetros da equação

No caso de São José, para durações de 5 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 11,9823; b = 16,0856; c = 17,0421; d = 22,8708 \text{ e } \delta = 13,5$$

$$i = \{[(11,9823 \ln(T) + 16,0856) \cdot \ln(t + (13,5/60))] + 17,0421 \ln(T) + 22,8708\} / t \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempos de retorno até 100 anos.

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 10,4420; b = 14,0191; c = 17,0179; d = 22,8590 \text{ e } \delta = 16$$

$$i = \{[(10,4420 \ln(T) + 14,0191) \cdot \ln(t + (16/60))] + 17,0179 \ln(T) + 22,8590\} / t \quad (03)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 100 anos.

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em São José, foi registrada uma chuva de 45mm com duração de 15 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial da cidade. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 45mm dividido por 0,25 h é igual a 180 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{180 \times 0,25 - 16,0856 \ln(0,25 + (13,5/60)) - 22,8708}{11,9823 \ln(0,25 + (13,5/60)) + 17,0421} \right] = 66,6 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 66,6 anos corresponde a uma probabilidade de 1,50% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 180 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{66,6} 100 = 1,50\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 66,6 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de micro drenagem de São José, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=420540&search=santa-catarina|Florianópolis> Acesso em julho de 2013.

PFAFSTETTER, Otto. *Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas registradas com pluviógrafos em 98 postos meteorológicos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1982. 426 p.

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

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – Santa Catarina - Município de São José. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Florian%C3%B3polis> Acesso em: julho de 2013.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)

Máximo Anual (01/jan a 31/dez)

Data	P Max Diária
16/03/1962	80
14/01/1963	122
08/10/1964	81,6
26/11/1965	75,8
27/12/1966	87,4
18/12/1967	75,6
12/12/1969	103
31/03/1970	72,6
27/03/1971	85,1
04/08/1972	100,9
21/05/1973	56,9
21/02/1974	86,2
02/02/1975	67,4
16/05/1976	107,4
06/09/1977	123
17/12/1978	94,9
12/11/1983	89,6
26/01/1992	84,2
03/07/1993	75,7
22/02/1994	227,4
21/01/1995	64,2
02/05/1996	135,2
14/09/1997	116
28/04/1998	88
28/10/1999	76,3
01/10/2001	118
30/10/2002	65,4
09/05/2005	103,3
20/11/2006	61,7
18/03/2007	74,2
01/02/2008	216,4
23/04/2009	120,8
19/05/2010	253
22/01/2011	144,4
01/01/2012	82

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

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 - Sul
Teresina - PI - CEP: 64001-620
Tel.: 86 3222-4153 - Fax: 86 3222-6651

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



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