

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: Timbé do Sul
Estação Pluviométrica: Timbé do Sul
Código ANA: 02849019

 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

ATLAS PLUVIOMETRICO DO BRASIL

**CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE
A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES**

**EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Timbé do Sul/SC

**Estação Pluviométrica: Timbé do Sul
Código: 02849019**

**RECIFE, PE
2014**

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE
A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Recife

Copyright @ 2014 CPRM - Superintendência Regional de Recife
Av. Sul 2291 – Afogados
Recife – PE – 50770-011
Telefone: (81) 3316-1400
Fax: (81) 3316-1403
<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: Timbé do Sul/SC. Estação Pluviométrica: Timbé do Sul, Código 02849019. Margarida Regueira da Costa; José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto – Recife : CPRM, 2014.

12p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

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

José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente

Adriano da Silva Santos
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Adeilson Alves Wanderlei
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José Pessoa Veiga Júnior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Gilberto Augusto Pinto Ribeiro Junior
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 Merês 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

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 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 de massa e enchentes.

Este relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Timbé do Sul/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Timbé do Sul, código 02849019. Esta estação está localizada na zona metropolitana do município de Timbé do Sul.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Timbé do Sul/SC e regiões circunvizinhas.

O município de Timbé do Sul está localizado no Estado de Santa Catarina, na mesorregião Sul Catarinense e microrregião do Araranguá, na Latitude 28°49'48" S e Longitude 49°50'49" WGr, a 270 km de Florianópolis/SC. O município possui área de 330,089km², apresenta uma população estimada em 5.387 habitantes (IBGE, 2013) e localiza-se a uma altitude aproximada de 123 metros.

A estação de Timbé do Sul, código 02849019, está localizada na Latitude 28°50'6" S e Longitude 49°50'16" W, em Timbé do Sul/SC, sendo de responsabilidade da ANA e operada pela EPAGRI. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Localização de Timbé do Sul em Santa Catarina

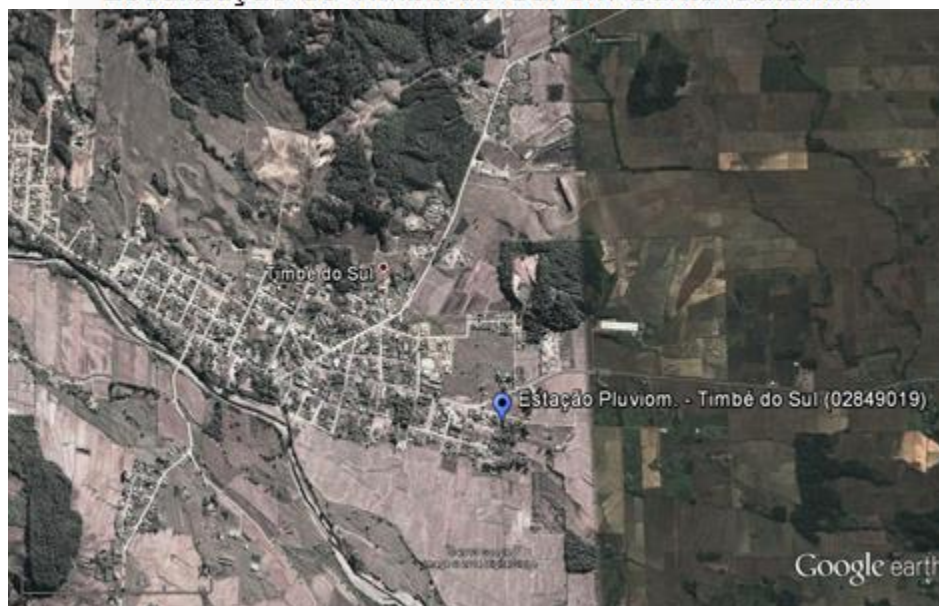


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fontes: Wikipédia, Google, 2014)

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 Timbé do Sul, código 02849019, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Jan a 31/Dez), apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gama, 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 para a isozona C definidas por Taborga (1974). A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

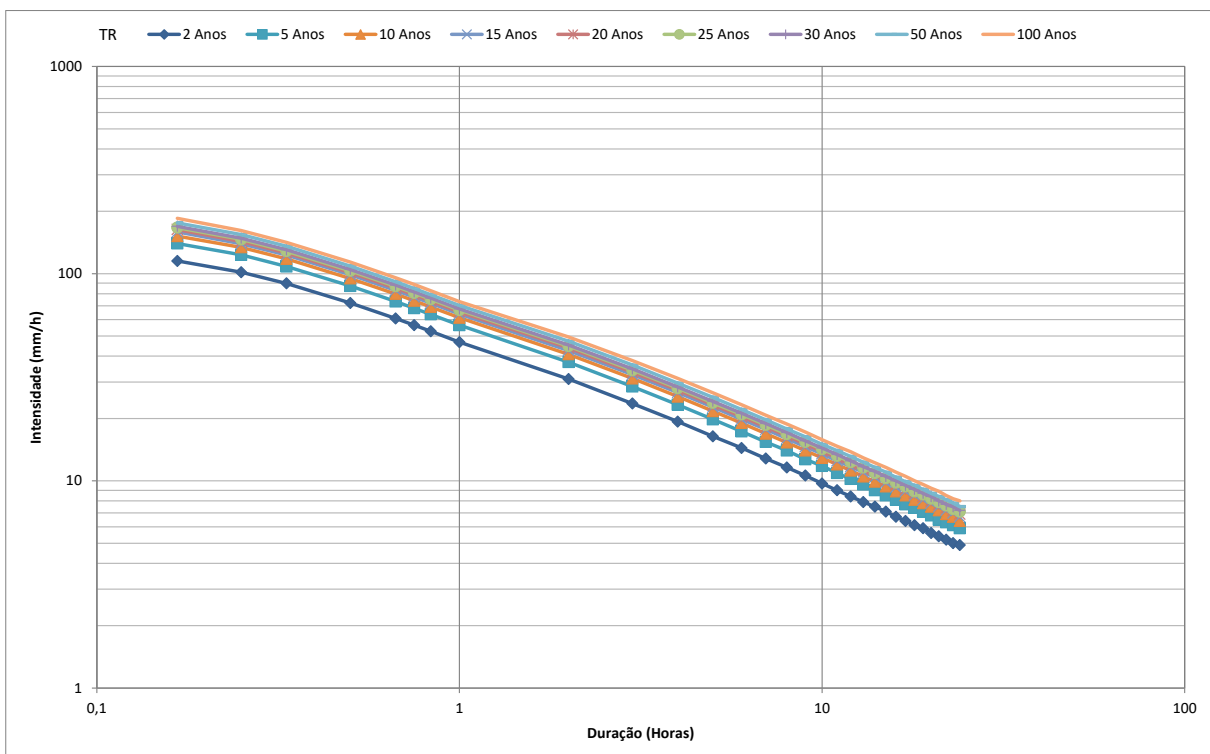


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Timbé do Sul, para durações de 10 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 2,0888 ; b = 14,7984 ; c = 6,6418 ; d = 44,7259 \text{ e } \delta = 0$$

$$i = \{[(2,0888 \ln(T) + 14,7984) \cdot \ln(t + (0/60))] + [6,6418 \ln(T) + 44,7259]\} / t \quad (02)$$

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

$$a = 3,7943 ; b = 20,1553 ; c = 6,6447 ; d = 44,7045 \text{ e } \delta = 0$$

$$i = \left\{ \left[(3,7943 \ln(T) + 20,1553) \cdot \ln\left(t + (0/60)\right) \right] + 6,6447 \ln(T) + 44,7045 \right\} / t \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempos de retorno de até 100 anos. 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.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	121,3	137,3	149,3	156,4	161,4	165,3	173,4	177,3	180,5	184,4	187,5	189,4
15 Minutos	107,2	121	131,3	137,4	141,7	145,1	152,1	155,5	158,2	161,5	164,3	165,8
20 Minutos	94,4	106,4	115,4	120,7	124,5	127,4	133,5	136,4	138,8	141,7	144,1	145,5
30 Minutos	76,1	85,7	92,9	97,1	100,1	102,4	107,3	109,6	111,5	113,8	115,7	116,8
45 Minutos	59,5	66,9	72,5	75,8	78,1	79,9	83,7	85,5	86,9	88,7	90,2	91,1
1 HORA	49,3	55,4	60	62,7	64,6	66,1	69,2	70,7	71,9	73,4	74,6	75,3
2 HORAS	32,6	36,8	40	41,9	43,2	44,3	46,4	47,5	48,3	49,4	50,2	50,7
3 HORAS	24,8	28,1	30,6	32	33,1	33,9	35,6	36,4	37	37,8	38,5	38,9
4 HORAS	20,2	23	25	26,2	27,1	27,7	29,1	29,8	30,3	31	31,6	31,9
5 HORAS	17,2	19,5	21,3	22,3	23,1	23,6	24,8	25,4	25,9	26,4	26,9	27,2
6 HORAS	15	17,1	18,6	19,5	20,2	20,7	21,7	22,2	22,6	23,1	23,6	23,8
7 HORAS	13,4	15,2	16,6	17,4	18	18,4	19,4	19,8	20,2	20,6	21	21,2
8 HORAS	12,1	13,8	15	15,7	16,3	16,7	17,5	17,9	18,3	18,7	19	19,2
12 HORAS	8,8	10,1	11	11,5	11,9	12,2	12,8	13,1	13,4	13,7	13,9	14,1
14 HORAS	7,8	8,9	9,7	10,2	10,6	10,8	11,4	11,6	11,9	12,1	12,3	12,5
20 HORAS	5,9	6,7	7,3	7,7	8	8,2	8,6	8,8	8,9	9,1	9,3	9,4
24 HORAS	5,1	5,8	6,3	6,6	6,9	7	7,4	7,6	7,7	7,9	8	8,1

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	20,2	22,9	24,9	26,1	26,9	27,5	28,9	29,6	30,1	30,7	31,3	31,6
15 Minutos	26,8	30,2	32,8	34,4	35,4	36,3	38,0	38,9	39,5	40,4	41,1	41,5
20 Minutos	31,5	35,5	38,5	40,2	41,5	42,5	44,5	45,5	46,3	47,2	48,0	48,5
30 Minutos	38,1	42,8	46,4	48,5	50,0	51,2	53,6	54,8	55,7	56,9	57,8	58,4
45 Minutos	44,7	50,2	54,4	56,8	58,6	59,9	62,8	64,1	65,2	66,6	67,7	68,3
1 HORA	49,3	55,4	60,0	62,7	64,6	66,1	69,2	70,7	71,9	73,4	74,6	75,3
2 HORAS	65,1	73,6	80,0	83,8	86,5	88,5	92,9	95,0	96,6	98,7	100,4	101,4
3 HORAS	74,3	84,3	91,7	96,1	99,2	101,7	106,7	109,1	111,1	113,5	115,5	116,6
4 HORAS	80,9	91,8	100,1	104,9	108,3	111,0	116,6	119,2	121,4	124,0	126,2	127,5
5 HORAS	86,0	97,7	106,5	111,7	115,3	118,2	124,2	127,0	129,4	132,2	134,5	135,9
6 HORAS	90,1	102,5	111,8	117,2	121,1	124,1	130,4	133,4	135,9	138,9	141,3	142,7
7 HORAS	93,6	106,5	116,2	121,9	125,9	129,1	135,7	138,8	141,4	144,5	147,0	148,5
8 HORAS	96,7	110,0	120,1	126,0	130,2	133,4	140,2	143,5	146,1	149,4	152,0	153,6
12 HORAS	105,9	120,7	131,8	138,3	142,9	146,5	154,1	157,7	160,6	164,2	167,1	168,8
14 HORAS	109,4	124,7	136,3	143,0	147,8	151,5	159,3	163,1	166,1	169,8	172,9	174,6
20 HORAS	117,6	134,1	146,6	153,9	159,0	163,1	171,5	175,5	178,8	182,8	186,1	188,0
24 HORAS	121,7	138,9	151,8	159,4	164,8	169,0	177,8	181,9	185,3	189,5	192,9	194,9

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Timbé do Sul, foi registrada uma Chuva de 40 mm 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, 40 mm dividido por 0,25 h é igual a 160 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{160 \cdot 0,25 - 14,7984 \ln(t + (0/60)) - 44,7259}{2,0888 \ln(t + (0/60)) + 6,6418} \right] = 67,7 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 38 anos corresponde a uma probabilidade de 1,48% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 160 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{67,7} 100 = 1,48\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 67,7 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Timbé do Sul, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em Março de 2014.
- 2 - IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421810&search=santa-catarina|timbe-do-sul>. Acesso em Março de 2014.
- 3 - PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.
- 4 - PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. CPRM. Belo Horizonte. 2013.
- 5 - TABORGA, J. T. *Práticas Hidrológicas*. TRANSCON Consultoria Técnica Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 1974.
- 6 - WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Santa Catarina - Município de Timbé do Sul. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Timb%C3%A9_do_Sul. Acesso em: Março de 2014.

ANEXO I

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

Máximo por Ano Hidrológico (01/Jan a 31/Dez)

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
17/08/1977	133,6
21/03/1978	93
14/12/1979	109,3
03/12/1980	129,4
07/06/1981	108,6
03/03/1982	68,4
13/06/1983	138,8
21/03/1984	72,6
15/02/1985	134
10/10/1986	130
16/02/1987	85
13/09/1988	95,4
07/04/1989	94
12/02/1990	125
27/05/1992	84
22/02/1993	116,6
12/05/1994	118,8
23/01/1995	79
27/06/1996	79,6
21/08/1997	87,2
11/12/1998	77
23/01/1999	108,5
29/02/2000	135,3
01/10/2001	138,3
08/12/2002	92
20/02/2003	124,5
10/04/2004	100
01/09/2005	74,6
20/11/2006	90,3
04/05/2008	115
03/01/2009	144,2

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 - PE - 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

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

