

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: Joinville

Estação Pluviográfica: Primeiro Salto do Cubatão

Código ANA: 02649060

Estação Pluviométrica: Joinville (RVPSC)

Código ANA: 02648014

 **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**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Município: Joinville/SC

Estação Pluviográfica: Primeiro Salto do Cubatão

Código: 02649060

Estação Pluviométrica: Joinville (RVPSC)

Código: 02648014

**PORTO ALEGRE
2014**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTAS 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
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright © 2014 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Bairro Santa Teresa
Porto Alegre - RS - 90.840-030
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 (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Joinville, Estação Pluviográfica: Primeiro Salto do Cubatão Código 02649060 e Estação Pluviométrica: Joinville (RVPSC) Código 02648014. Adriana B. Weschenfelder; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2014.

16p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K. e PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil

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 Silva Andriotti
Superintendente

Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia 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

Albert Teixeira Cardoso – Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/ SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcílio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

Apoio Técnico

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel – REFO

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

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

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior - Sureg/MA

Diovana Daus Borges Fortes - Sureg/PA

Douglas Sanches Soller – 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

Lêmia 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

Rosângela 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 duas equações IDF's estabelecidas para o município de Joinville. A primeira equação, indicada para durações até 2 horas, foi elaborada a partir de registros contínuos da estação pluviográfica de Primeiro Salto do Cubatão, código 02649060, localizada na área rural do município, a 25 km da sede de Joinville, numa altitude de 790 m. A segunda equação IDF foi elaborada usando-se metodologia de desagregação, sendo a série levantada de registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Joinville, código 02648014, localizada na área urbana, aproximadamente a 1,2 km da sede municipal, na altitude de 6 m. Ambas as estações são operadas pela EPAGRI/ANA.

1 - INTRODUÇÃO

Foram definidas duas equações para o município de Joinville, que podem ser utilizadas no município de Joinville e regiões circunvizinhas. A primeira IDF (IDF1) foi elaborada com registros contínuos de precipitação, obtidos do pluviógrafo da estação Salto de Cubatão. A segunda IDF (IDF2) foi definida utilizando desagregação de dados de precipitações diárias máximas, obtidos a partir de registros observados do pluviômetro da estação Joinville.

O município de Joinville está localizado no estado de Santa Catarina, na Latitude $26^{\circ}18'88''$ S e Longitude $48^{\circ}50'57''$ W, a 175 km de Florianópolis, capital do estado. O município possui área de 1126 Km² e a sede localiza-se a uma altitude de 4 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 515.288 habitantes.

A estação Primeiro Salto de Cubatão, código 02649060, está localizada na Latitude $26^{\circ}12'57''$ S e Longitude $49^{\circ}04'50''$ W e a estação Joinville, código 02648014, está localizada na Latitude $26^{\circ}19'18''$ S e Longitude $48^{\circ}50'47''$ W; ambas inserem-se no extremo sul da sub-bacia 82, na porção que fica no estado de Santa Catarina, mais especificamente na sub-bacia do rio Cubatão e são operadas atualmente pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agrícola de Santa Catarina).

A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações.

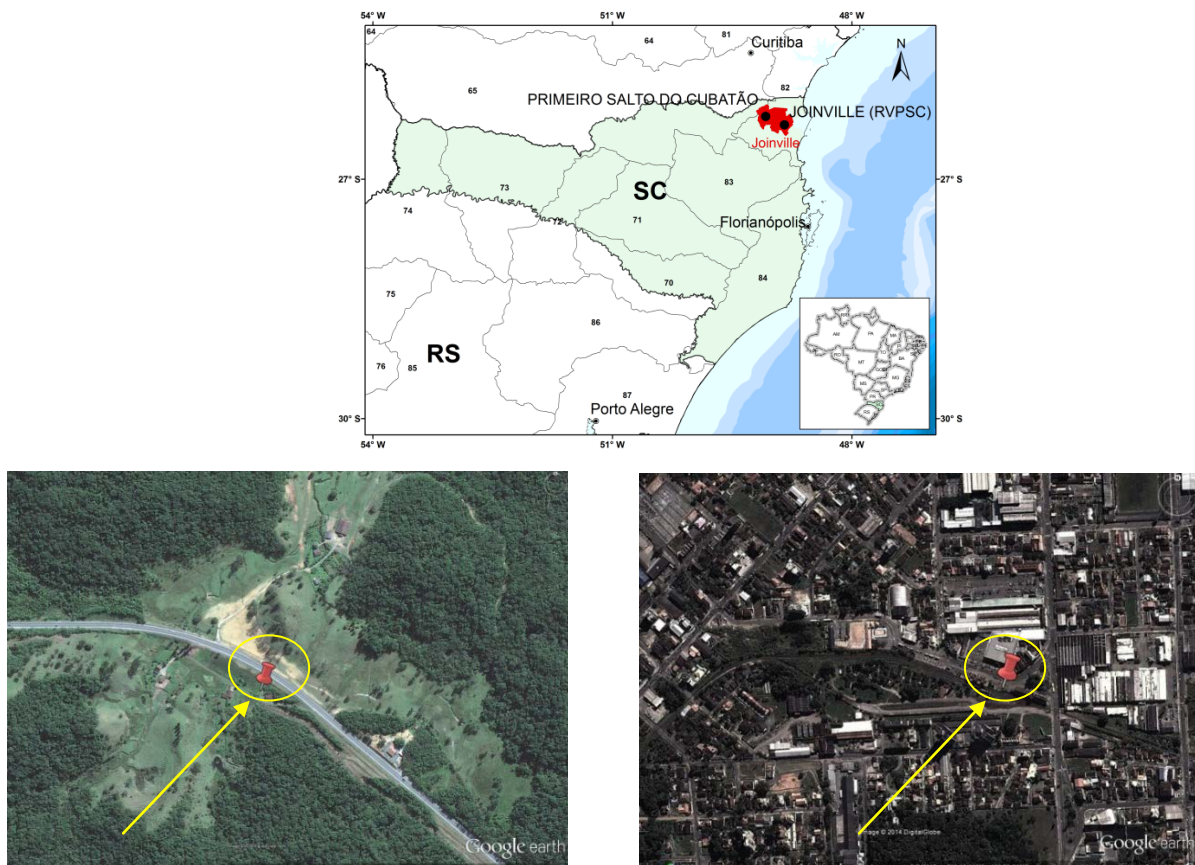


Figura 01 – Localização do Município e das Estações Salto de Cubatão e Joinville (Google 2014).

A estação pluviográfica Salto de Cubatão localiza-se a oeste, na porção rural do município, a 790 m de altitude e distante 25 km da sede municipal. Encontra-se em operação desde 1951 e as séries contempladas na elaboração da IDF1 foram levantadas a partir de 1996.

A estação pluviométrica Joinville localiza-se a leste do município, na área urbana, a 6 m de altitude e distante 1,2 km da sede municipal. Encontra-se em operação desde 1938 e os dados para a elaboração da IDF2 foram utilizados somente a partir de 1973 em função do grande número de falhas no período anterior.

2 – EQUAÇÕES

2.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação utilizando os dados pluviográficos está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Primeiro Salto do Cubatão, código 02649060, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a GEV (Generalizada de Valores Extremos), com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviográficos.

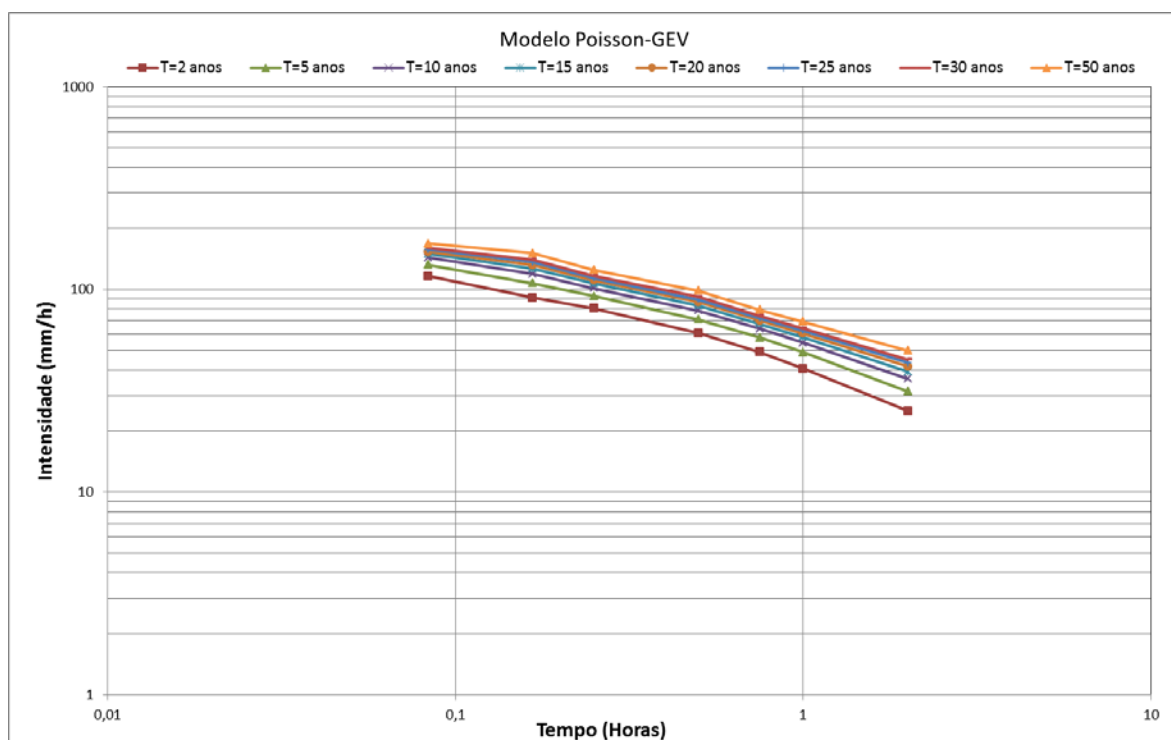


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso da estação Primeiro Salto do Cubatão os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 2\text{h}$$

$$a = 608,2; b = 0,1610; c = 12,3; d = 0,6552$$

$$i = \frac{608,2T^{0,1610}}{(t+12,3)^{0,6552}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 50 anos e durações de 5 minutos até 2 horas. 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, T (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5 Minutos	105	121,7	136,1	145,3	152,2	157,7	162,4	166,5	170,1	173,4	176,4
10 Minutos	88,9	103,1	115,2	123	128,9	133,6	137,5	141	144,1	146,8	149,3
15 Minutos	77,9	90,3	100,9	107,8	112,9	117	120,5	123,5	126,2	128,6	130,8
20 Minutos	69,8	80,9	90,4	96,5	101,1	104,8	107,9	110,6	113	115,2	117,2
30 Minutos	58,5	67,8	75,8	80,9	84,7	87,8	90,4	92,7	94,7	96,5	98,2
45 Minutos	47,9	55,5	62,1	66,3	69,4	72	74,1	76	77,6	79,1	80,5
1 HORA	41,2	47,7	53,3	56,9	59,6	61,8	63,6	65,2	66,7	67,9	69,1
2 HORAS	27,7	32,1	35,9	38,3	40,1	41,6	42,8	43,9	44,9	45,7	46,5

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5 Minutos	8,8	10,1	11,3	12,1	12,7	13,1	13,5	13,9	14,2	14,4	14,7
10 Minutos	14,8	17,2	19,2	20,5	21,5	22,3	22,9	23,5	24	24,5	24,9
15 Minutos	19,5	22,6	25,2	26,9	28,2	29,2	30,1	30,9	31,5	32,1	32,7
20 Minutos	23,3	27	30,1	32,2	33,7	34,9	36	36,9	37,7	38,4	39,1
30 Minutos	29,2	33,9	37,9	40,4	42,4	43,9	45,2	46,3	47,4	48,3	49,1
45 Minutos	35,9	41,7	46,6	49,7	52,1	54	55,6	57	58,2	59,3	60,4
1 HORA	41,2	47,7	53,3	56,9	59,6	61,8	63,6	65,2	66,7	67,9	69,1
2 HORAS	55,4	64,2	71,8	76,6	80,3	83,2	85,7	87,8	89,7	91,5	93

2.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

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 Joinville código 02648014, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Set a 31/Ago), apresentada no Anexo II. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, 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 a estação São Francisco do Sul, localizada no município de São Francisco do Sul, distante aproximadamente 23 km da estação desagregada Joinville. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo III.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviométricos desagregados.

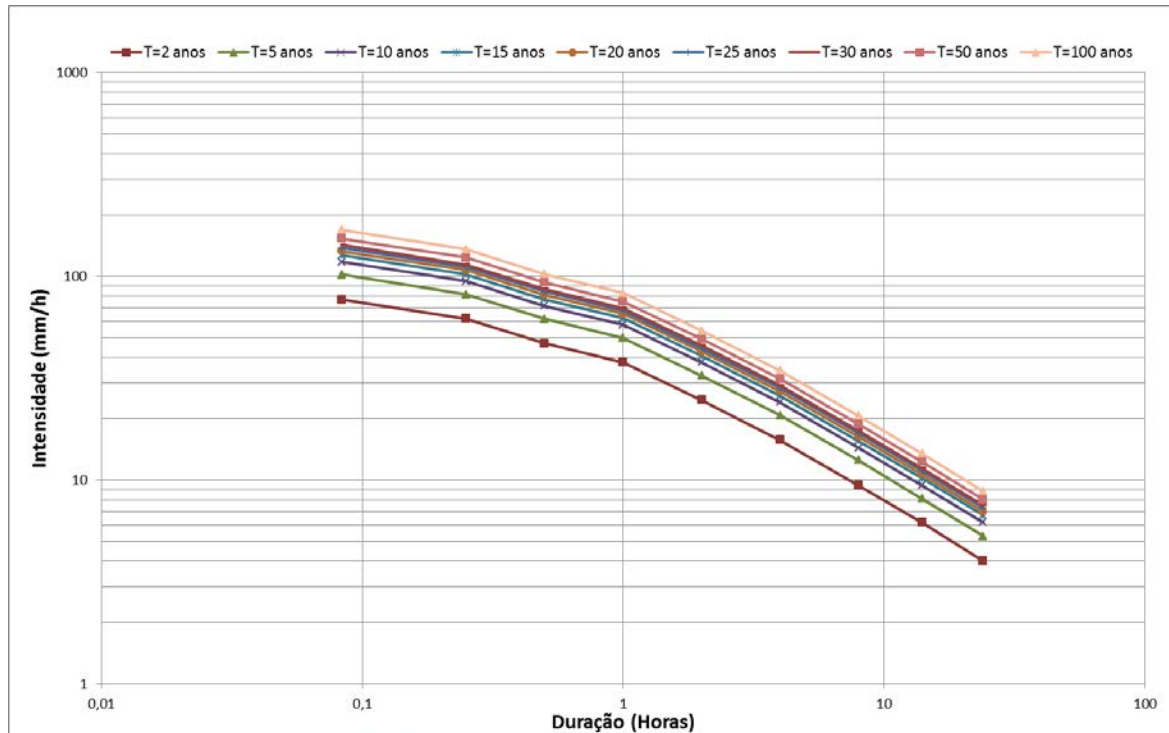


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 03 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (03)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso da estação Joinville os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t < 24\text{h}$$

$$a = 1218,2; b = 0,1997; c = 33,7; d = 0,7948$$

$$i = \frac{1218,2T^{0,1997}}{(t+33,7)^{0,7948}} \quad (04)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 100 anos e durações de 5 minutos até 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 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, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	76,5	91,9	105,6	114,5	121,2	126,8	131,5	139,2	145,6	151,0	157,9	163,7	167,2
10 Minutos	69,5	83,5	95,8	103,9	110,1	115,1	119,4	126,4	132,2	137,1	143,3	148,6	151,8
15 Minutos	63,8	76,6	87,9	95,4	101,0	105,6	109,5	116,0	121,3	125,8	131,5	136,4	139,3
20 Minutos	59,0	70,8	81,4	88,2	93,4	97,7	101,3	107,3	112,2	116,4	121,7	126,2	128,9
30 Minutos	51,5	61,9	71,0	77,0	81,6	85,3	88,5	93,7	98,0	101,6	106,2	110,2	112,5
45 Minutos	43,5	52,3	60,0	65,1	69,0	72,1	74,8	79,2	82,8	85,9	89,8	93,1	95,1
1 HORA	37,9	45,5	52,3	56,7	60,0	62,8	65,1	68,9	72,1	74,8	78,2	81,1	82,8
2 HORAS	25,6	30,7	35,3	38,2	40,5	42,4	43,9	46,5	48,6	50,4	52,7	54,7	55,9
3 HORAS	19,7	23,6	27,1	29,4	31,2	32,6	33,8	35,8	37,4	38,8	40,6	42,1	43,0
4 HORAS	16,2	19,4	22,3	24,2	25,6	26,8	27,8	29,4	30,8	31,9	33,3	34,6	35,3
5 HORAS	13,8	16,6	19,0	20,7	21,9	22,9	23,7	25,1	26,3	27,2	28,5	29,5	30,2
6 HORAS	12,1	14,5	16,7	18,1	19,2	20,1	20,8	22,0	23,0	23,9	25,0	25,9	26,5
7 HORAS	10,8	13,0	14,9	16,2	17,1	17,9	18,6	19,7	20,6	21,3	22,3	23,1	23,6
8 HORAS	9,8	11,8	13,5	14,7	15,5	16,2	16,8	17,8	18,6	19,3	20,2	21,0	21,4
12 HORAS	7,2	8,7	10,0	10,8	11,4	12,0	12,4	13,1	13,7	14,3	14,9	15,5	15,8
14 HORAS	6,4	7,7	8,9	9,6	10,2	10,6	11,0	11,7	12,2	12,7	13,3	13,7	14,0
20 HORAS	4,9	5,9	6,7	7,3	7,7	8,1	8,4	8,9	9,3	9,6	10,1	10,4	10,7
24 HORAS	4,2	5,1	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	9,1	9,3

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	6,4	7,7	8,8	9,5	10,1	10,6	11,0	11,6	12,1	12,6	13,2	13,6	13,9
10 Minutos	11,6	13,9	16,0	17,3	18,3	19,2	19,9	21,1	22,0	22,8	23,9	24,8	25,3
15 Minutos	15,9	19,1	22,0	23,8	25,2	26,4	27,4	29,0	30,3	31,4	32,9	34,1	34,8
20 Minutos	19,7	23,6	27,1	29,4	31,1	32,6	33,8	35,8	37,4	38,8	40,6	42,1	43,0
30 Minutos	25,8	30,9	35,5	38,5	40,8	42,7	44,2	46,8	49,0	50,8	53,1	55,1	56,3
45 Minutos	32,7	39,2	45,0	48,8	51,7	54,1	56,1	59,4	62,1	64,4	67,3	69,8	71,3
1 HORA	37,9	45,5	52,3	56,7	60,0	62,8	65,1	68,9	72,1	74,8	78,2	81,1	82,8
2 HORAS	51,2	61,4	70,5	76,5	81,0	84,7	87,9	93,0	97,3	100,9	105,5	109,4	111,7
3 HORAS	59,1	70,9	81,4	88,3	93,5	97,8	101,4	107,4	112,3	116,5	121,8	126,3	129,0
4 HORAS	64,7	77,7	89,2	96,7	102,4	107,1	111,1	117,6	123,0	127,6	133,4	138,3	141,3
5 HORAS	69,1	82,9	95,2	103,3	109,4	114,4	118,6	125,6	131,3	136,2	142,4	147,7	150,8
6 HORAS	72,7	87,3	100,2	108,7	115,1	120,3	124,8	132,2	138,2	143,3	149,9	155,4	158,7
7 HORAS	75,7	90,9	104,5	113,3	120,0	125,4	130,1	137,8	144,0	149,4	156,2	162,0	165,4
8 HORAS	78,4	94,2	108,2	117,3	124,2	129,9	134,7	142,6	149,1	154,7	161,7	167,7	171,3
12 HORAS	86,7	104,2	119,6	129,7	137,4	143,6	149,0	157,8	165,0	171,1	178,9	185,5	189,5
14 HORAS	90,0	108,1	124,1	134,6	142,5	149,0	154,5	163,7	171,1	177,5	185,6	192,4	196,5
20 HORAS	97,7	117,3	134,8	146,1	154,8	161,8	167,8	177,7	185,8	192,7	201,5	209,0	213,4
24 HORAS	101,8	122,3	140,4	152,2	161,2	168,6	174,8	185,2	193,6	200,8	210,0	217,7	222,4

3 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

3.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Joinville, foi registrada uma Chuva de 32 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:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (05)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 32 mm dividido por 0,25 h é igual a 128 mm/h. Substituindo os valores na equação 05 temos:

$$T = \left[\frac{128(15 + 12,3)^{0,6552}}{608,2} \right]^{1/0,1610} = 44 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 44 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,3%, ou

$$P(i \geq 128 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{44} 100 = 2,3\%$$

3.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Joinville, foi registrada uma Chuva de 140 mm com duração de 4 horas (240 min), 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 03. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (06)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 140 mm dividido por 4 h é igual a 35 mm/h. Substituindo os valores na equação 06 temos:

$$T = \left[\frac{35(240 + 33,7)^{0,7948}}{1218,2} \right]^{1/0,1997} = 96 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 96 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1%, ou

$$P(i \geq 140 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{96} 100 = 1\%$$

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviográfica de Primeiro Salto do Cubatão*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 30 de maio de 2014.

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica de Joinville*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em 30 de maio de 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>. Acesso em 30 de maio de 2014.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

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

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente. *Codificação dos cursos d'água do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: SDS, 2003. 20 mapas.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	5 MIN	DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN	DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS
24/12/1997	11,0	24/12/1997	19,8	24/12/1997	29,2	24/12/1997	35,6	15/02/1997	32,1	15/02/1997	35,6	24/12/1997	43,5
25/12/1997	8,6	02/01/1998	21,2	02/01/1998	23,8	02/01/1998	27,5	24/12/1997	39,4	24/12/1997	41,5	28/12/1997	39,3
02/01/1998	12,7	05/02/1998	18,9	05/02/1998	21,3	05/02/1998	30,0	05/02/1998	35,4	05/02/1998	39,8	05/02/1998	45,6
05/02/1998	11,2	10/02/1998	16,2	10/02/1998	20,5	10/02/1998	25,7	10/02/1998	31,3	10/02/1998	34,7	10/02/1998	39,0
10/02/1998	11,3	15/12/1998	12,6	15/12/1998	17,1	15/12/1998	26,3	15/12/1998	32,9	15/12/1998	38,5	15/12/1998	47,3
24/02/1998	9,2	28/01/1999	12,7	14/02/1999	17,1	23/11/1999	29,9	04/01/1999	31,2	04/01/1999	33,1	04/01/1999	55,1
28/01/1999	8,2	14/02/1999	14,1	23/11/1999	17,6	31/12/1999	27,2	23/11/1999	35,0	23/11/1999	36,6	23/11/1999	39,7
14/02/1999	11,2	31/12/1999	15,5	31/12/1999	20,7	06/01/2000	29,3	31/12/1999	28,6	06/01/2000	37,6	31/12/1999	53,6
23/11/1999	10,5	06/01/2000	13,8	06/01/2000	18,7	23/02/2000	28,9	06/01/2000	35,6	23/02/2000	33,8	06/01/2000	41,8
31/12/1999	8,7	23/02/2000	13,3	23/02/2000	17,8	25/12/2000	25,7	23/02/2000	33,2	13/02/2001	30,5	05/02/2001	39,5
06/01/2000	8,2	25/12/2000	13,7	25/12/2000	18,3	28/12/2000	27,1	19/09/2002	29,0	05/12/2002	47,9	13/02/2001	39,2
15/01/2000	8,6	28/12/2000	15,7	28/12/2000	19,9	19/09/2002	25,9	05/12/2002	37,0	14/01/2004	55,0	05/12/2002	60,6
02/03/2000	10,0	31/01/2001	17,3	31/01/2001	19,9	05/12/2002	26,5	14/01/2004	46,9	10/01/2005	39,6	14/01/2004	60,9
25/12/2000	8,4	20/04/2001	12,9	14/01/2004	21,7	14/01/2004	37,3	10/01/2005	34,3	09/02/2006	44,9	14/04/2004	45,6
28/12/2000	8,2	05/12/2002	12,8	10/01/2005	19,1	10/01/2005	26,7	09/02/2006	42,9	10/03/2006	56,1	10/01/2005	47,8
31/01/2001	9,9	14/01/2004	14,6	09/02/2006	22,2	09/02/2006	34,8	10/03/2006	48,1	21/12/2006	44,8	09/02/2006	47,0
05/12/2002	10,8	10/01/2005	13,4	10/03/2006	19,6	10/03/2006	35,4	21/12/2006	44,0	01/11/2007	36,7	10/03/2006	84,1
14/01/2004	8,9	09/02/2006	19,5	21/12/2006	18,5	21/12/2006	36,8	01/11/2007	35,3	11/01/2008	37,2	21/12/2006	59,8
10/01/2005	8,8	10/03/2006	14,8	03/09/2007	17,1	01/11/2007	28,1	11/01/2008	32,4	17/01/2008	33,8	01/11/2007	42,5
09/02/2006	10,5	21/12/2006	13,4	01/11/2007	17,6	11/01/2008	26,9	23/02/2008	50,1	23/02/2008	59,2	11/01/2008	46,2
10/03/2006	9,4	03/09/2007	13,0	23/02/2008	22,8	23/02/2008	39,1	20/12/2010	42,8	20/12/2010	42,8	23/02/2008	81,9
15/03/2007	8,3	01/11/2007	13,4	20/12/2010	24,2	20/12/2010	40,8	10/01/2011	30,6	10/01/2011	30,6	20/12/2010	43,0
23/05/2007	9,1	23/02/2008	16,7	20/01/2011	18,4	10/01/2011	27,0	12/03/2011	33,4	12/03/2011	37,4	10/03/2011	45,8
03/09/2007	8,6	20/12/2010	16,1	25/03/2011	22,2	20/01/2011	25,4	25/03/2011	39,6	25/03/2011	45,0	12/03/2011	60,0
21/12/2007	8,2	20/01/2011	12,3	07/01/2012	17,8	25/03/2011	31,4	07/01/2012	32,6	07/01/2012	33,4	25/03/2011	51,2
23/02/2008	9,8	25/03/2011	14,8	09/02/2012	17,6	07/01/2012	31,8	25/01/2012	31,2	25/01/2012	37,6	25/01/2012	54,4

ANEXO II

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

Máximos por ano hidrológico (01/Set a 31/Ago)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1973	1974	16/3/1974	124,0
1974	1975	07/1/1975	148,0
1975	1976	24/11/1975	81,5
1976	1977	07/09/1976	87,6
1977	1978	07/09/1977	115
1978	1979	23/11/1978	42,1
1979	1980	30/07/1980	38,1
1983	1984	23/09/1983	96,0
1985	1986	30/10/1985	81,0
1986	1987	14/02/1987	82,8
1987	1988	16/09/1987	51,0
1988	1989	14/09/1988	66,0
1992	1993	05/05/1993	67,7
1993	1994	08/03/1994	128,0
1994	1995	07/07/1995	93,9
1995	1996	16/02/1996	90,2
1996	1997	11/11/1997	52,7
1997	1998	08/01/1998	109,3
1998	1999	20/09/1998	87,2
1999	2000	02/03/2000	82,9
2000	2001	26/06/2001	107,4
2001	2002	01/10/2001	59,9
2005	2006	31/10/2005	81,0
2006	2007	29/01/2007	73,0
2007	2008	27/02/2008	116,1
2008	2009	22/11/2008	172,0
2009	2010	26/04/2010	110,0
2010	2011	21/01/2011	95,0
2011	2012	07/09/2011	101,0
2012	2013	22/07/2013	82,0

ANEXO III

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de São Francisco do Sul/SC

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,89	0,78	0,65	0,51	0,39

Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,62	0,41	0,17

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