

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina
Município: Caçador
Estação Pluviográfica: Caçador

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



2018

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

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: Caçador/SC

Estação Pluviográfica: Caçador

**Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de
Caçador/SC**

Adriana Burin Weschenfelder

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



PORTO ALEGRE

2018

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
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

W511 Weschenfelder, Adriana Burin
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Caçador, Estação Pluviográfica: Caçador, Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de Caçador/SC / Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.
10p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-472-7

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. IV. Título

CDD 551.570981

CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

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

Wellington Moreira Franco

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Félix

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Maria José Gazzi Salum

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Fernando Henrique Kohlmann Schwanke
Superintendente

Diogo Rodrigues Andrade da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucy Takehara Chemale
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Cláudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Paulo Ricardo de Fraga Costa
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

Divisão de Hidrologia Aplicada
Adriana Dantas Medeiros
Achiles Monteiro (*In memorian*)

Divisão de Geologia Aplicada
Maria Adelaide Mansini Maia

Coordenação Executiva do DEHID
Projeto Atlas Pluviométrico
Eber José de Andrade Pinto

**Coordenação do Projeto Cartas
Municipais de Suscetibilidade**
Tiago Antonelli

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias – REFO

Karine Pickbrenner – SUREG /PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder – SUREG /PA

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – SUREG /PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – SUREG /SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias – SUREG/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – SUREG/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato – SUREG/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – SUREG/BH

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 estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitações diárias máximas da estação pluviográfica de Caçador.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	04
4 – REFERÊNCIAS	04

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC é indicada para o município de Caçador/SC.

O município de Caçador está localizado a 261 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Calmon, Lebon Regis, Rio das Antas, Videira, Macieira e General Carneiro. O município possui área de 984,285 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 931 metros em sua sede. A população de Caçador, segundo IBGE (2010), é de 70.762 habitantes.

A estação Caçador, está localizada na Latitude 26°46'00"S e Longitude 51°00'00"O; na sub-bacia 72, sub-bacia dos rios Uruguai, do Peixe e outros. A estação pluviográfica localiza-se no município de Caçador e o período utilizado na elaboração da equação IDF foi de 1988 a 2005. Os dados para definição da equação foram obtidos a partir dos dados diários contínuos de precipitação coletados em um pluviógrafo.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

Os pluviogramas diários da estação pluviográfica de Caçador, foram digitalizados e determinaram-se as séries de máximos anuais de chuva para as durações de 5 minutos até 24 horas. Para cada duração foram estimadas, por meio da distribuição de Gumbel-Chow, as chuvas máximas considerando-se os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

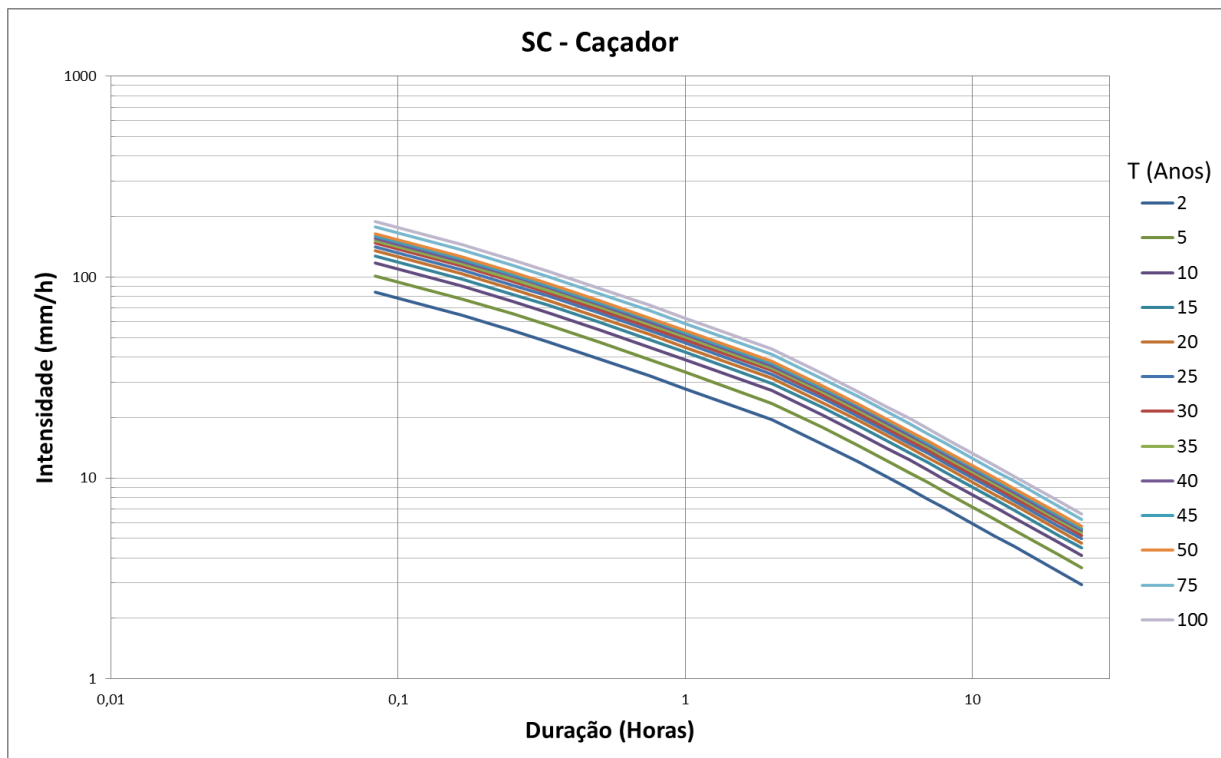


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

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

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 de Caçador, para durações de 5 minutos até 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 213,7; b = 0,2071; c = 2,7 \text{ e } d = 0,5275;$$

$$i = \frac{213,7 T^{0,2071}}{(t+2,7)^{0,5275}} \quad (02)$$

Para durações iguais e superiores 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$2\text{h} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1027,8; b = 0,2063; c = 26,8 \text{ e } d = 0,8222;$$

$$i = \frac{1027,8 T^{0,2063}}{(t+26,8)^{0,8222}} \quad (03)$$

As equações acima 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, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	84,0	101,6	117,3	127,6	135,4	141,8	147,3	156,3	163,7	170,0	178,0	184,9	189,0
10 Minutos	64,5	78,0	90,1	98,0	104,0	108,9	113,1	120,0	125,7	130,6	136,7	142,0	145,1
15 Minutos	54,2	65,5	75,6	82,2	87,3	91,4	94,9	100,8	105,5	109,6	114,8	119,2	121,8
20 Minutos	47,5	57,4	66,3	72,1	76,5	80,2	83,3	88,4	92,5	96,1	100,7	104,5	106,8
30 Minutos	39,2	47,4	54,7	59,5	63,1	66,1	68,7	72,9	76,3	79,3	83,0	86,2	88,1
45 Minutos	32,1	38,8	44,8	48,7	51,7	54,2	56,3	59,7	62,6	65,0	68,0	70,6	72,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	19,5	23,6	27,2	29,6	31,4	32,9	34,2	36,3	38,0	39,5	41,3	42,9	43,9
3 HORAS	14,8	17,9	20,6	22,4	23,8	24,9	25,9	27,5	28,7	29,8	31,3	32,5	33,2
4 HORAS	12,0	14,5	16,7	18,2	19,3	20,2	21,0	22,3	23,3	24,2	25,3	26,3	26,9
5 HORAS	10,2	12,3	14,2	15,4	16,3	17,1	17,8	18,8	19,7	20,5	21,5	22,3	22,8
6 HORAS	8,8	10,7	12,3	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,7	19,4	19,8
7 HORAS	7,9	9,5	10,9	11,9	12,6	13,2	13,7	14,6	15,3	15,8	16,6	17,2	17,6
8 HORAS	7,1	8,6	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	13,1	13,8	14,3	15,0	15,5	15,9
12 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,0	10,4	10,9	11,3	11,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,2
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,6

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	7,0	8,5	9,8	10,6	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	15,7
10 Minutos	10,8	13,0	15,0	16,3	17,3	18,2	18,8	20,0	21,0	21,8	22,8	23,7	24,2
15 Minutos	13,5	16,4	18,9	20,6	21,8	22,9	23,7	25,2	26,4	27,4	28,7	29,8	30,5
20 Minutos	15,8	19,1	22,1	24,0	25,5	26,7	27,8	29,5	30,8	32,0	33,6	34,8	35,6
30 Minutos	19,6	23,7	27,3	29,7	31,6	33,1	34,3	36,4	38,2	39,6	41,5	43,1	44,1
45 Minutos	24,1	29,1	33,6	36,6	38,8	40,6	42,2	44,8	46,9	48,7	51,0	53,0	54,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	39,0	47,2	54,5	59,2	62,9	65,8	68,4	72,6	76,0	78,9	82,7	85,8	87,7
3 HORAS	44,4	53,6	61,9	67,3	71,4	74,7	77,6	82,4	86,2	89,5	93,8	97,4	99,5
4 HORAS	48,0	58,0	66,9	72,7	77,2	80,8	83,9	89,1	93,3	96,8	101,4	105,3	107,6
5 HORAS	50,8	61,4	70,8	77,0	81,7	85,5	88,8	94,2	98,7	102,4	107,3	111,4	113,8
6 HORAS	53,1	64,1	73,9	80,4	85,3	89,3	92,8	98,4	103,1	107,0	112,1	116,4	118,9
7 HORAS	55,0	66,4	76,6	83,3	88,4	92,6	96,1	102,0	106,8	110,9	116,1	120,6	123,2
8 HORAS	56,6	68,4	79,0	85,8	91,1	95,4	99,0	105,1	110,0	114,3	119,6	124,2	127,0
12 HORAS	61,8	74,6	86,1	93,6	99,3	104,0	108,0	114,6	120,0	124,6	130,5	135,5	138,5
14 HORAS	63,8	77,0	88,9	96,6	102,5	107,4	111,5	118,3	123,9	128,6	134,7	139,8	142,9
24 HORAS	70,9	85,7	98,9	107,5	114,1	119,4	124,0	131,6	137,8	143,1	149,8	155,6	159,0

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Caçador foi registrada uma Chuva de 99 mm com duração de 3 horas. 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:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 99 mm dividido por 3 h é igual a 33,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{33(180+26,8)^{0,8222}}{1027,8} \right]^{1/0,2063} = 97,6 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 97,6 anos corresponde a uma probabilidade de 1,02% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 33 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{97,6} 100 = 1,02$$

4 – REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J. L. R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, p. 2127-2134, 2011.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. *Estatística por cidade e estado*: Caçador. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/cacador>>. Acesso em: 26 out. 2018.

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 Infraestrutura Geocientífica

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
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



PAC