

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Espírito Santo
Município: Marataízes
Estação Pluviométrica: Barra do Itapemirim
(DNOS)
Código ANA: 02140000
Código DAEE: E3-040R

 **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

(Desagregação de Precipitações Diárias)

Município: Marataízes/ES

Estação Pluviométrica: Barra do Itapemirim (DNOS)

Códigos: 02140000 (ANA) e E3-040R (DAEE)

Equação definida por Farias e Pinto em 2016

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
(Desagregação de Precipitações Diárias)

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

P594 Pickbrenner, Karine
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações-Intensidade-Duração-
Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município:
Marataízes/ES, Estação Pluviométrica: Barra do Itapemirim (DNOS),
Códigos 02140000 (ANA) e E3-040R (DAEE), Equação definida por
Farias e Pinto em 2016 / Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade
Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.

12p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-466-6

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. 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

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

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

Divisão de Geologia Aplicada
Sandra Fernandes da Silva

**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 para o município de Itapemirim/ES por Farias e Pinto (2016), onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Barra do Itapemirim (DNOS), Código ANA 02140000, localizada no próprio município de Itapemirim/ES.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	04
4 – REFERÊNCIAS	04
ANEXO I	05
ANEXO II	06

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

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 Farias e Pinto (2016) para o município de Itapemirim/ES pode ser utilizada no município de Marataízes/ES.

O município de Marataízes está localizado no litoral sul do estado do Espírito Santo; faz fronteira ao norte e a oeste com Itapemirim, ao sul com Presidente Kennedy e a leste com o Oceano Atlântico. O município possui área de 130,208 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e a sede localiza-se na Latitude 21°02'25" S e Longitude 40°50'20". Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 34.140 habitantes.

A estação Barra do Itapemirim (DNOS), Código ANA 02140000, está localizada na Latitude 21°00'27,00"S e Longitude 40°50'07,08"W, no município de Itapemirim/ES, aproximadamente a 4 km da sede municipal de Marataízes. Esta estação pluviométrica é de responsabilidade da ANA e operada pela CPRM–Serviço Geológico do Brasil. Encontra-se em operação desde 1947 e o período utilizado para a elaboração da IDF foi de 1950 a 2014. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro Ville de Paris.

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

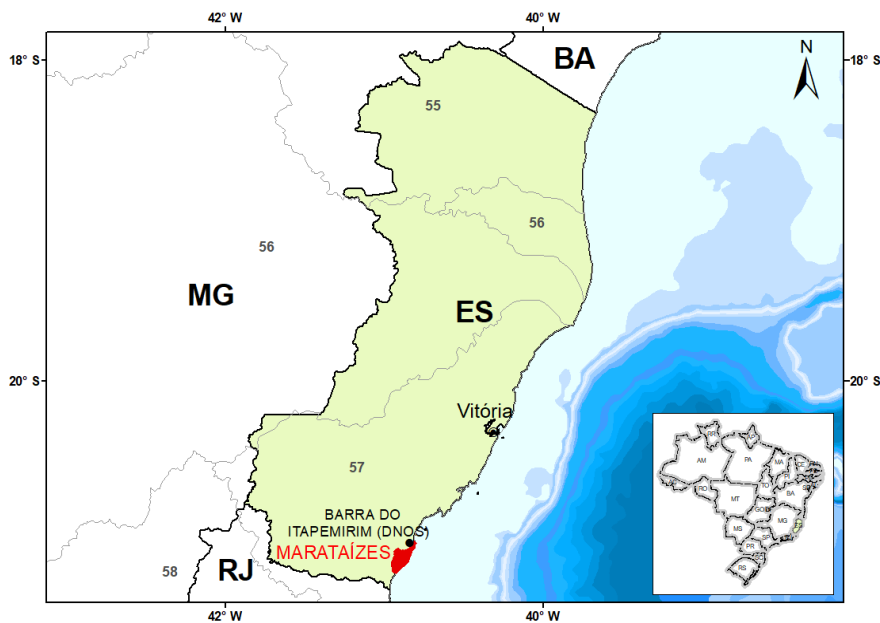


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

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 Barra do Itapemirim (DNOS), Código ANA 02140000, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), 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 para a isozona D, definida por Torga (1974) e apresentadas no Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

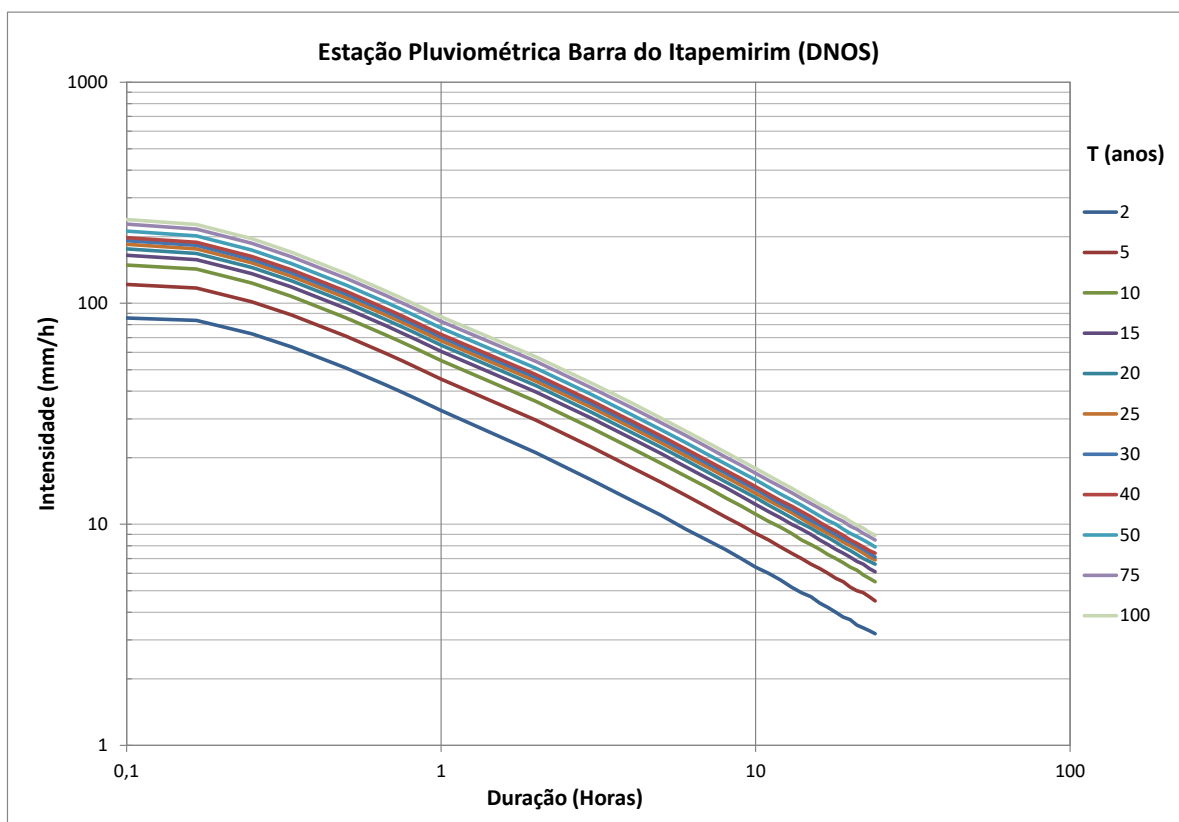


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Barra do Itapemirim (DNOS), para durações de 6 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 4,3027; b = 7,5040; c = 13,8321; d = 23,1283 \text{ e } \delta = 0$$

$$i = \{[(4,3027 \ln(T) + 7,5040) \cdot \ln(t + (0/60))] + 13,8321 \ln(T) + 23,1283\} / t \quad (02)$$

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

$$a = 6,7048; b = 9,0721; c = 13,8344; d = 23,1181 \text{ e } \delta = 0$$

$$i = \{[(6,7048 \ln(T) + 9,0721) \cdot \ln(t + (0/60))] + 13,8344 \ln(T) + 23,1181\} / t \quad (03)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno 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	40	50	60	75	90	100
6 Minutos	85,7	121,7	148,9	164,8	176,1	184,8	203,3	212,0	219,2	227,9	235,1	239,2
10 Minutos	83,6	117,2	142,7	157,6	168,1	176,3	193,6	201,8	208,5	216,7	223,4	227,3
15 Minutos	72,7	101,5	123,4	136,1	145,2	152,2	167,0	174,0	179,7	186,8	192,5	195,8
20 Minutos	63,6	88,6	107,5	118,6	126,5	132,6	145,4	151,5	156,5	162,6	167,6	170,4
30 Minutos	50,9	70,8	85,8	94,6	100,9	105,7	115,9	120,7	124,7	129,5	133,5	135,8
45 Minutos	39,6	55,0	66,6	73,4	78,3	82,0	89,9	93,7	96,7	100,5	103,5	105,3
1 HORA	32,7	45,4	55,0	60,6	64,6	67,7	74,2	77,2	79,8	82,8	85,4	86,8
2 HORAS	21,1	29,6	36,0	39,7	42,4	44,4	48,8	50,9	52,5	54,6	56,3	57,3
3 HORAS	15,9	22,4	27,3	30,2	32,2	33,8	37,1	38,7	40,0	41,5	42,8	43,6
4 HORAS	12,9	18,2	22,2	24,6	26,2	27,5	30,3	31,5	32,6	33,9	34,9	35,6
5 HORAS	11,0	15,5	18,9	20,9	22,3	23,4	25,7	26,8	27,7	28,8	29,7	30,2
6 HORAS	9,5	13,5	16,5	18,2	19,5	20,4	22,5	23,4	24,2	25,2	25,9	26,4
7 HORAS	8,5	12,0	14,7	16,2	17,3	18,2	20,0	20,8	21,5	22,4	23,1	23,5
8 HORAS	7,7	10,8	13,2	14,7	15,6	16,4	18,1	18,8	19,5	20,2	20,9	21,2
12 HORAS	5,6	7,9	9,7	10,7	11,4	12,0	13,2	13,7	14,2	14,8	15,2	15,5
14 HORAS	4,9	7,0	8,5	9,5	10,1	10,6	11,7	12,2	12,6	13,1	13,5	13,7
20 HORAS	3,7	5,2	6,4	7,1	7,6	8,0	8,8	9,1	9,5	9,8	10,1	10,3
24 HORAS	3,2	4,5	5,5	6,1	6,6	6,9	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	8,9

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
6 Minutos	8,6	12,2	14,9	16,5	17,6	18,5	20,3	21,2	21,9	22,8	23,5	23,9
10 Minutos	13,9	19,5	23,8	26,3	28,0	29,4	32,3	33,6	34,8	36,1	37,2	37,9
15 Minutos	18,2	25,4	30,8	34,0	36,3	38,0	41,7	43,5	44,9	46,7	48,1	49,0
20 Minutos	21,2	29,5	35,8	39,5	42,2	44,2	48,5	50,5	52,2	54,2	55,9	56,8
30 Minutos	25,4	35,4	42,9	47,3	50,4	52,9	58,0	60,4	62,3	64,8	66,7	67,9
45 Minutos	29,7	41,2	50,0	55,1	58,7	61,5	67,4	70,2	72,5	75,3	77,6	79,0
1 HORA	32,7	45,4	55,0	60,6	64,6	67,7	74,2	77,2	79,8	82,8	85,4	86,8
2 HORAS	42,2	59,2	72,0	79,5	84,8	88,9	97,6	101,7	105,1	109,2	112,6	114,5
3 HORAS	47,8	67,2	81,9	90,5	96,6	101,3	111,3	116,0	119,9	124,6	128,5	130,7
4 HORAS	51,7	72,9	89,0	98,3	105,0	110,1	121,0	126,2	130,4	135,6	139,8	142,2
5 HORAS	54,8	77,4	94,4	104,4	111,5	117,0	128,6	134,1	138,5	144,0	148,5	151,1
6 HORAS	57,3	81,0	98,9	109,4	116,8	122,6	134,7	140,5	145,2	151,0	155,7	158,4
7 HORAS	59,4	84,0	102,7	113,6	121,3	127,3	139,9	145,9	150,8	156,8	161,7	164,6
8 HORAS	61,2	86,7	105,9	117,2	125,2	131,4	144,4	150,6	155,7	161,9	167,0	169,9
12 HORAS	66,8	94,7	115,9	128,2	137,0	143,8	158,2	165,0	170,5	177,3	182,9	186,1
14 HORAS	68,9	97,8	119,7	132,4	141,5	148,5	163,4	170,4	176,1	183,2	188,9	192,3
20 HORAS	73,8	104,9	128,4	142,2	151,9	159,5	175,4	183,0	189,2	196,7	202,9	206,5
24 HORAS	76,3	108,5	132,9	147,1	157,2	165,1	181,6	189,4	195,8	203,7	210,1	213,8

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Marataízes, foi registrada uma Chuva de 80 mm com duração de 60 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial urbana 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, 85 mm dividido por 1 h é igual a 80 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{85 \times 1 - 7,5040 \ln(1 + (0,0/60)) - 23,1283}{4,3027 \ln(1 + (0,0/60)) + 13,8321} \right] = 61,0 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 61 anos corresponde a uma probabilidade de 1,6% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 85,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{61} 100 = 1,6\%$$

4 – REFERÊNCIAS

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Estatística por cidade e estado*. Marataízes. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/marataizes/panorama>>. Acesso em: Jan. 2018.

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

TABORGA, J. T. *Práticas hidrológicas*. Rio de Janeiro: TRANSCON Consultoria Técnica, 1974.

ANEXO I

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

Máximos por Ano Hidrológico (01/Out a 30/Set)

N	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	N	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	07/04/1950	68,8	26	02/09/1987	73,3
2	01/04/1954	58,8	27	14/12/1987	75,0
3	26/01/1955	33,4	28	02/01/1989	60,0
4	30/09/1956	52,4	29	27/09/1991	38,2
5	28/12/1956	56,6	30	09/03/1994	88,9
6	17/10/1958	100,6	31	01/01/1996	74,5
7	30/03/1960	120,4	32	25/05/1997	88,4
8	30/07/1961	62,6	33	17/12/1997	72,2
9	07/12/1962	38,4	34	12/11/1998	51,4
10	31/03/1964	84,0	35	22/11/1999	66,8
11	31/10/1965	63,0	36	27/11/2000	135,9
12	22/11/1966	95,8	37	17/12/2001	51,0
13	02/10/1968	125,0	38	07/01/2003	70,9
14	02/12/1969	42,0	39	20/12/2003	94,0
15	02/09/1971	61,4	40	04/03/2005	86,7
16	22/04/1973	122,0	41	03/11/2005	77,5
17	19/03/1975	64,0	42	29/12/2006	70,8
18	02/04/1977	96,2	43	16/11/2007	61,3
19	01/02/1979	147,6	44	25/11/2008	114,0
20	04/08/1980	95,7	45	05/12/2009	71,4
21	14/03/1982	114,2	46	02/11/2010	43,2
22	14/03/1983	127,3	47	14/05/2012	51,6
23	05/11/1983	99,4	48	07/11/2012	79,3
24	27/09/1985	52,3	49	12/12/2013	70,5
25	03/10/1985	67,0	50	15/12/2014	38,8

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas para a isozona D, definidas por Taborga (1974).

Relação 24h/1dia: 1,13

Tr (Anos)	Relação 1h/24h	Relação 6min/24h
2	0,420	0,112
5	0,420	0,112
10	0,416	0,112
15	0,414	0,112
20	0,412	0,112
25	0,411	0,112
30	0,410	0,112
50	0,407	0,112
100	0,403	0,112

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