

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Alagoas
Município: Maceió
Estação Pluviométrica: Maceió
Código ANA: 00935005

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2015

**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
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Maceió/AL

**Estação Pluviométrica: Maceió
Código: 00935005**

**PORTO ALEGRE
2015**

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 @ 2015 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: Coruripe. Estação Pluviométrica: Camaçari Código 01036062. Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2015.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – 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

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

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 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

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betânia Rodrigues dos Santos– Sureg/GO

Celina Monteiro - Sureg/BE

Danielle Cutolo - Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar - Sureg/SP

Eliamara Soares Silva– RETE

Priscila Nishihara Leo - Sureg/SP

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 a equação IDF estabelecida para o município de Maceió onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano civil da estação pluviométrica de Maceió, código 00935005. Esta estação está localizada dentro dos limites do município de Maceió e apresenta-se oficialmente sob responsabilidade do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas).

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Maceió e regiões circunvizinhas.

O município de Maceió, capital do estado de Alagoas, situa-se na Latitude 09°39'59" S e Longitude 35°44'07" W. Possui área de 509,876 Km² e localiza-se a uma altitude média de 11 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 932.748 habitantes.

A estação Maceió, código 00935005, está localizada na Latitude 09°34'00" S e Longitude 35°47'00" W, no próprio município de Maceió, inserindo-se na sub-bacia 39, sub-bacia dos rios Capibaribe, Mundaú e outros. Encontra-se em operação desde 1912 e os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação do período de 1925 a 1989. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação pluviométrica.

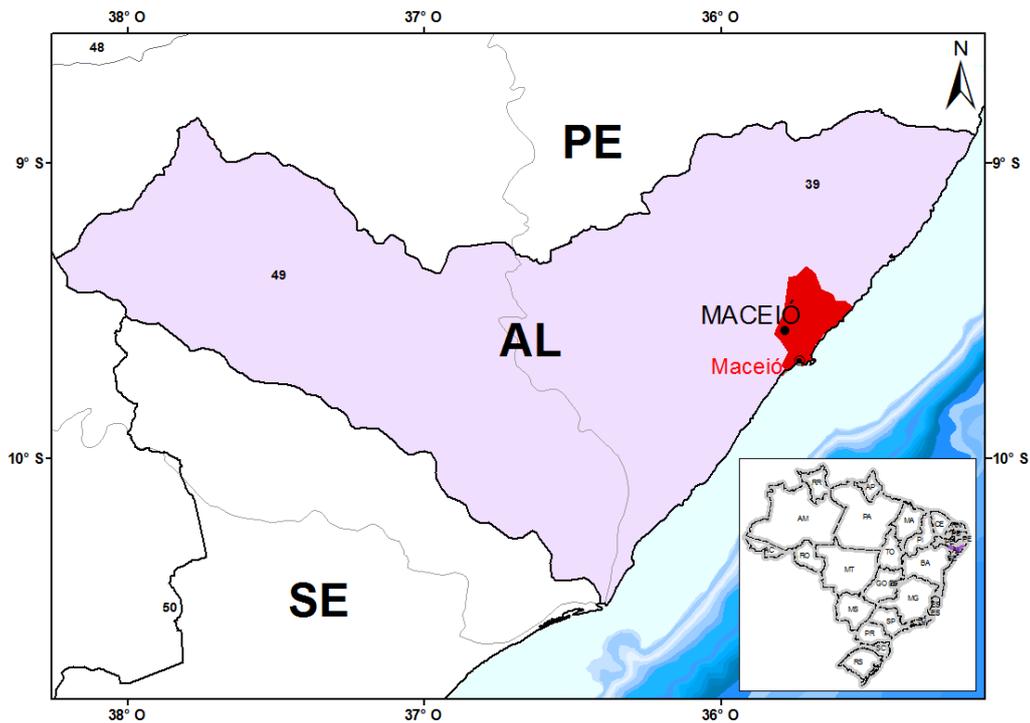


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

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 Maceió, código 00935005, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil (01/Jan a 31/Dez), apresentada no Anexo I. 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 o município de Maceió /AL. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

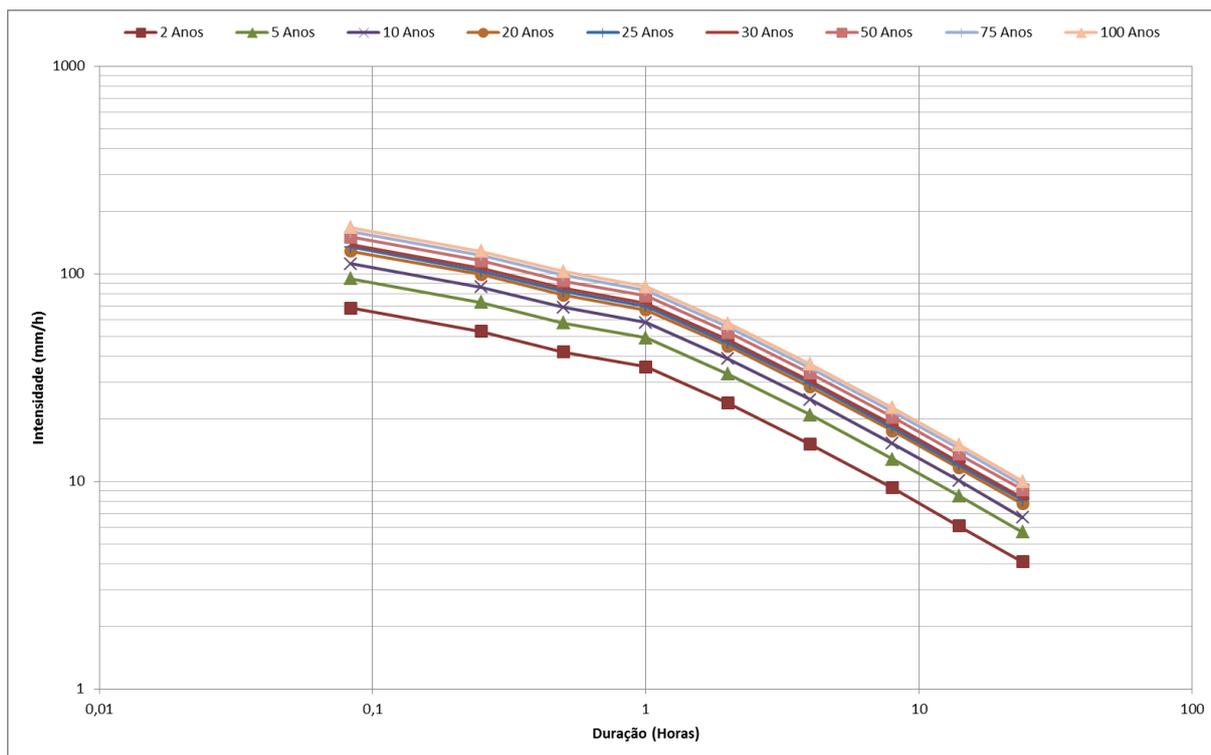


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

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

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 de Maceió os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5 \text{ min} \leq t \leq 1 \text{ h}$$

$$a = 100,4; b = 0,2156; c = 0,0 \text{ e } d = 0,2722;$$

$$i = \frac{100,4T^{0,2156}}{(t)^{0,2722}} \quad (02)$$

$$1 \text{ h} < t \leq 24 \text{ h}$$

$$a = 1037,2; b = 0,2122; c = 26,9 \text{ e } d = 0,7669;$$

$$i = \frac{1037,2T^{0,2122}}{(t+26,9)^{0,7669}} \quad (03)$$

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	75,2	91,7	106,4	116,2	123,6	129,7	134,9	143,5	150,6	156,6	164,3	170,9	174,9
10 Minutos	62,3	75,9	88,1	96,2	102,3	107,4	111,7	118,8	124,7	129,7	136,1	141,5	144,8
15 Minutos	55,8	68,0	78,9	86,1	91,6	96,2	100,0	106,4	111,7	116,1	121,9	126,7	129,7
20 Minutos	51,6	62,8	73,0	79,6	84,7	88,9	92,5	98,4	103,3	107,4	112,7	117,2	119,9
30 Minutos	46,2	56,3	65,4	71,3	75,9	79,6	82,8	88,1	92,5	96,2	100,9	105,0	107,4
45 Minutos	41,4	50,4	58,5	63,9	68,0	71,3	74,2	78,9	82,8	86,1	90,4	94,0	96,1
1 HORA	38,2	46,6	54,1	59,1	62,8	65,9	68,6	73,0	76,6	79,6	83,6	86,9	88,9
2 HORAS	26,2	31,8	36,8	40,1	42,7	44,7	46,5	49,4	51,8	53,9	56,5	58,7	60,0
3 HORAS	20,1	24,4	28,3	30,9	32,8	34,4	35,8	38,0	39,8	41,4	43,4	45,1	46,2
4 HORAS	16,6	20,1	23,3	25,4	27,0	28,3	29,4	31,3	32,8	34,1	35,7	37,1	38,0
5 HORAS	14,2	17,2	19,9	21,7	23,1	24,2	25,2	26,8	28,1	29,2	30,6	31,8	32,5
6 HORAS	12,5	15,1	17,5	19,1	20,3	21,3	22,1	23,5	24,7	25,6	26,9	27,9	28,6
7 HORAS	11,2	13,5	15,7	17,1	18,2	19,1	19,8	21,1	22,1	22,9	24,1	25,0	25,6
8 HORAS	10,1	12,3	14,2	15,5	16,5	17,3	18,0	19,1	20,0	20,8	21,8	22,7	23,2
12 HORAS	7,5	9,1	10,6	11,5	12,3	12,9	13,4	14,2	14,9	15,5	16,2	16,9	17,2
14 HORAS	6,7	8,1	9,4	10,3	10,9	11,5	11,9	12,7	13,3	13,8	14,5	15,0	15,4
20 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,9	8,4	8,8	9,1	9,7	10,2	10,6	11,1	11,5	11,8
24 HORAS	4,5	5,4	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,5	8,9	9,2	9,7	10,1	10,3

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	6,3	7,6	8,9	9,7	10,3	10,8	11,2	12,0	12,5	13,1	13,7	14,2	14,6
10 Minutos	10,4	12,6	14,7	16,0	17,1	17,9	18,6	19,8	20,8	21,6	22,7	23,6	24,1
15 Minutos	13,9	17,0	19,7	21,5	22,9	24,0	25,0	26,6	27,9	29,0	30,5	31,7	32,4
20 Minutos	17,2	20,9	24,3	26,5	28,2	29,6	30,8	32,8	34,4	35,8	37,6	39,1	40,0
30 Minutos	23,1	28,1	32,7	35,7	37,9	39,8	41,4	44,1	46,2	48,1	50,5	52,5	53,7
45 Minutos	31,0	37,8	43,9	47,9	51,0	53,5	55,6	59,2	62,1	64,6	67,8	70,5	72,1
1 HORA	38,2	46,6	54,1	59,1	62,8	65,9	68,6	73,0	76,6	79,6	83,6	86,9	88,9
2 HORAS	52,3	63,6	73,7	80,3	85,3	89,5	93,0	98,8	103,6	107,7	113,0	117,4	120,1
3 HORAS	60,4	73,3	85,0	92,6	98,4	103,2	107,3	114,0	119,5	124,3	130,3	135,4	138,5
4 HORAS	66,2	80,4	93,2	101,6	108,0	113,2	117,7	125,1	131,1	136,3	142,9	148,5	151,9
5 HORAS	70,9	86,1	99,7	108,7	115,5	121,1	125,9	133,8	140,3	145,8	152,9	158,9	162,5
6 HORAS	74,7	90,8	105,1	114,6	121,8	127,7	132,7	141,1	147,9	153,8	161,2	167,6	171,4
7 HORAS	78,1	94,8	109,8	119,7	127,2	133,4	138,7	147,4	154,5	160,6	168,4	175,1	179,0
8 HORAS	81,0	98,4	114,0	124,2	132,0	138,4	143,9	152,9	160,4	166,7	174,8	181,7	185,8
12 HORAS	90,2	109,6	127,0	138,4	147,1	154,2	160,3	170,4	178,7	185,7	194,7	202,4	207,0
14 HORAS	93,9	114,1	132,1	144,0	153,1	160,5	166,8	177,3	185,9	193,3	202,7	210,6	215,4
20 HORAS	102,8	124,9	144,6	157,6	167,6	175,7	182,6	194,1	203,5	211,5	221,8	230,6	235,8
24 HORAS	107,6	130,6	151,3	164,9	175,3	183,8	191,1	203,1	213,0	221,4	232,1	241,2	246,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Maceió, foi registrada uma Chuva de 48 mm com duração de 30 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 48 mm dividido por 0,5 h é igual a 96,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{96,0(30 + 0,0)^{0,2722}}{100,4} \right]^{1/0,2156} = 59,5 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 59,5 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,7%, ou

$$P(i \geq 96,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{59,5} 100 = 1,7\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=270430>. Acesso em maio de 2015.

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.

ANEXO I

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

Máximos por ano civil (01/Jan a 31/Dez)

<i>AI</i>	<i>AF</i>	<i>Data</i>	<i>Precipitação Máxima Diária (mm)</i>	<i>AI</i>	<i>AF</i>	<i>Data</i>	<i>Precipitação Máxima Diária (mm)</i>
1925	1925	10/01/25	37,2	1955	1955	07/04/55	47,0
1926	1926	20/05/26	65,0	1956	1956	28/03/56	80,0
1927	1927	10/05/27	71,2	1957	1957	09/05/57	93,0
1928	1928	26/06/28	73,4	1958	1958	02/07/58	58,8
1929	1929	22/02/29	51,0	1959	1959	09/06/59	98,9
1930	1930	19/06/30	72,0	1960	1960	23/07/60	60,3
1931	1931	25/05/31	54,4	1961	1961	16/03/61	98,3
1934	1934	11/06/34	119,3	1962	1962	09/04/62	98,3
1937	1937	13/06/37	140,4	1963	1963	04/06/63	73,5
1938	1938	13/06/38	138,7	1964	1964	07/07/64	46,9
1939	1939	19/03/39	73,2	1965	1965	14/06/65	37,1
1940	1940	14/04/40	113	1966	1966	31/05/66	174,8
1942	1942	14/04/42	50,2	1967	1967	18/04/67	100,0
1943	1943	30/05/43	63,8	1968	1968	27/05/68	98,3
1944	1944	15/05/44	162,0	1969	1969	13/07/69	75,0
1945	1945	25/05/45	114,0	1971	1971	24/07/71	94,0
1946	1946	19/05/46	84,3	1972	1972	31/05/72	122,7
1947	1947	28/04/47	73,0	1973	1973	10/09/73	128,4
1948	1948	23/06/48	129,5	1974	1974	30/05/74	105,2
1949	1949	17/05/49	247,0	1975	1975	25/06/75	72,21
1950	1950	08/03/50	70,0	1976	1976	09/03/76	105,0
1951	1951	26/04/51	112,5	1980	1980	10/06/80	126,2
1952	1952	21/03/52	72,22	1984	1984	24/05/84	99,8
1953	1953	21/05/53	88,0	1988	1988	08/07/88	116,0
1954	1954	07/05/54	71,0	1989	1989	12/05/89	130,8

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de Maceió /AL.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,87	0,75	0,61	0,48	0,36

Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,59	0,37	0,16

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

Ouidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

www.cprm.gov.br

