

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Alagoas
Município: Paripueira
Estação Pluviométrica: Saúde
Código ANA: 00935024

 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

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

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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

Município: Paripueira

**Estação Pluviométrica: Saúde
Código: 00935024**

Catharina dos Prazeres Campos de Farias
Andressa Macedo Silva de Azambuja
Eber José de Andrade Pinto

**BELÉM
2014**

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

CARTA 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 Belém

Copyright @ 2014 CPRM - Superintendência Regional de Belém
Avenida Dr. Freitas, 3645 - Bairro do Marco
Belém - PA – 66095-110
Telefone: (91) 3182-1300
Fax: (91) 3182-1349
<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: Paripueira. Estação Pluviométrica: Saúde, Código 00935024. Catharina dos Prazeres Campos de Farias; Andressa Macedo Silva de Azambuja e Eber José de Andrade Pinto – Belém: CPRM, 2014.

14p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – FARIAS, C.P.C. de; AZAMBUJA, A.M.S. de 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

Sumaré Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Santa Helena

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

Manfredo Ximenes Ponte
Superintendente

João Batista Marcelo de Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucia Travassos da Rosa Costa
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Tomaz de Aquino M Lobato
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Cícero Vieira de Meneses
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

Catharina dos Prazeres Campos de Farias – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Merês Furtunato - Sureg/AS

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida-Sureg/BH

Apoio Técnico

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel - REFO

Eliane Cristina Godoy Moreira-Sureg/SP

Jennifer Laís Assano -Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira-Sureg/SP

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

Fernanda Ribeiro Gonçalves Sotero de Menezes -Sureg/BH

Fernando Lourenço de Souza Junior – 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 Paripueira onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Saúde, código 00935024.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Paripueira.

O município de Paripueira está localizado na Região Metropolitana do município de Maceió, no Estado do Alagoas. O município possui área de 92,973 km². Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de aproximadamente 11.347 habitantes.

A estação de Saúde, código ANA 00935024, está localizada na Latitude 9°31'60"S e Longitude 35°37'60"W. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas-ANA, no sistema HidroWeb. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

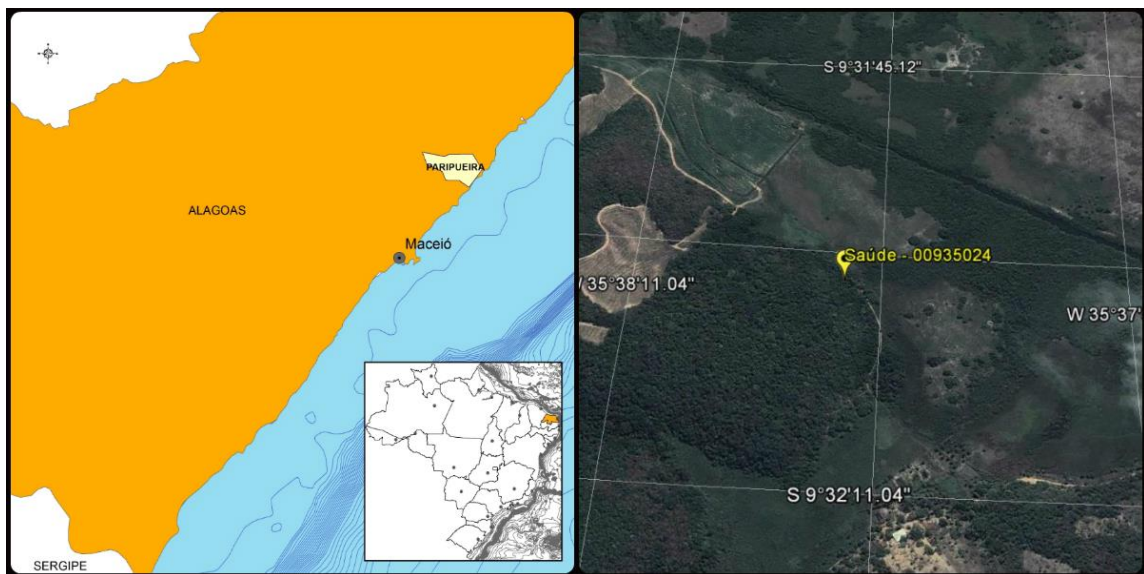


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.
(Fonte: Google, 2014)

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 Saúde, código 00935024, 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 obtidas com as relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para a estação de Maceió, distante 16,5 km da estação de Saúde. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

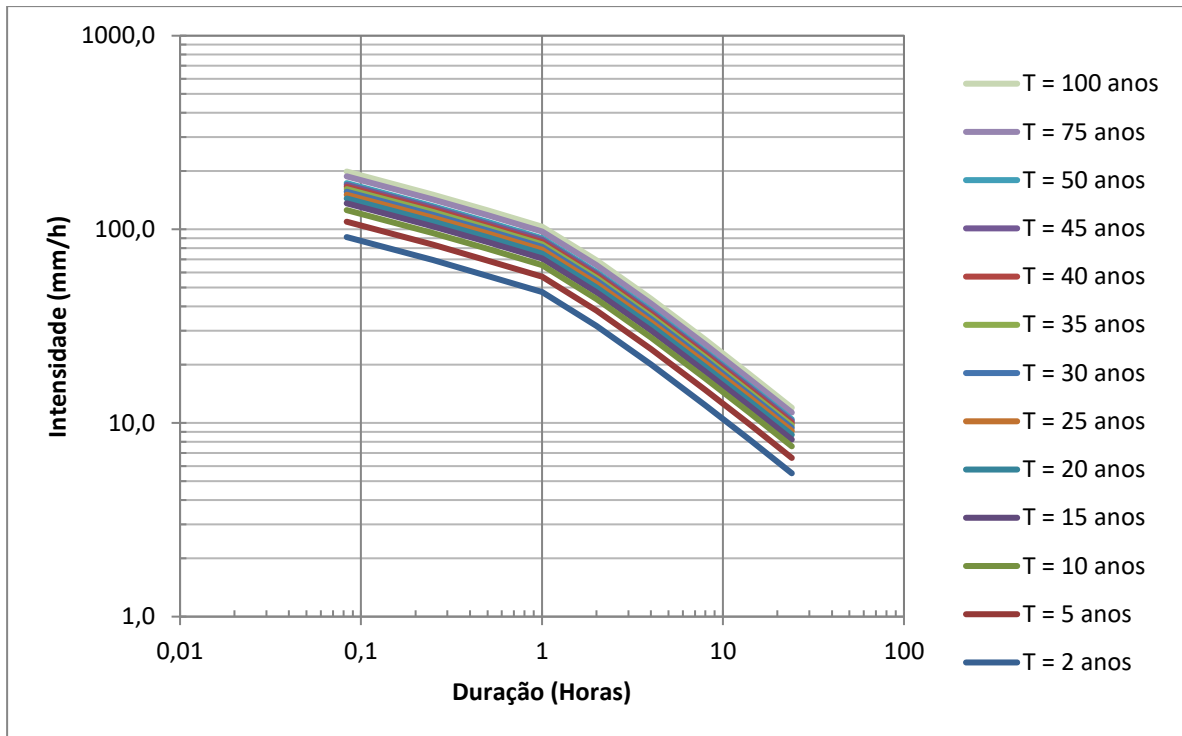


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 de Paripueira, para durações de 5 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 135,0 ; b = 0,1992 ; c = 1 \text{ e } d = 0,2878;$$

$$i = \frac{135,0T^{0,1992}}{(t+1)^{0,2878}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno de até 100 anos.

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

$$a = 1217,2 ; b = 0,1992; c = 26 \text{ e } d = 0,7596;$$

$$i = \frac{1217,2T^{0,1992}}{(t+26)^{0,7596}} \quad (03)$$

A equação acima é válida 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	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5 Minutos	91,3	109,5	125,7	136,3	144,4	150,9	156,5	161,4	165,7	169,7	173,3	176,6	179,7	182,6	185,3	187,8	190,3	192,6	194,8	196,9	198,9
15 Minutos	69,4	83,3	95,6	103,7	109,8	114,8	119,0	122,8	126,1	129,1	131,8	134,3	136,7	138,9	140,9	142,9	144,7	146,5	148,2	149,8	151,3
30 Minutos	57,5	69,0	79,3	85,9	91,0	95,1	98,7	101,7	104,5	107,0	109,2	111,3	113,3	115,1	116,8	118,4	120,0	121,4	122,8	124,1	125,4
1 HORA	47,4	56,9	65,3	70,8	75,0	78,4	81,3	83,8	86,1	88,2	90,0	91,7	93,3	94,8	96,3	97,6	98,9	100,1	101,2	102,3	103,3
2 HORAS	31,7	38,1	43,7	47,4	50,2	52,5	54,4	56,1	57,6	59,0	60,2	61,4	62,4	63,5	64,4	65,3	66,1	66,9	67,7	68,4	69,1
4 HORAS	20,1	24,1	27,7	30,0	31,8	33,3	34,5	35,6	36,5	37,4	38,2	38,9	39,6	40,2	40,8	41,4	41,9	42,4	42,9	43,4	43,8
8 HORAS	12,3	14,8	17,0	18,4	19,5	20,4	21,2	21,8	22,4	22,9	23,4	23,9	24,3	24,7	25,1	25,4	25,7	26,0	26,3	26,6	26,9
14 HORAS	8,2	9,8	11,3	12,3	13,0	13,6	14,1	14,5	14,9	15,3	15,6	15,9	16,2	16,4	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9
24 HORAS	5,5	6,6	7,6	8,2	8,7	9,1	9,4	9,7	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,3	11,5	11,6	11,7	11,9	12,0

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	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5 Minutos	7,6	9,1	10,5	11,4	12,0	12,6	13,0	13,4	13,8	14,1	14,4	14,7	15,0	15,2	15,4	15,7	15,9	16,0	16,2	16,4	16,6
15 Minutos	17,4	20,8	23,9	25,9	27,5	28,7	29,8	30,7	31,5	32,3	32,9	33,6	34,2	34,7	35,2	35,7	36,2	36,6	37,0	37,4	37,8
30 Minutos	28,8	34,5	39,6	43,0	45,5	47,6	49,3	50,9	52,2	53,5	54,6	55,7	56,6	57,5	58,4	59,2	60,0	60,7	61,4	62,1	62,7
1 HORA	47,4	56,9	65,3	70,8	75,0	78,4	81,3	83,8	86,1	88,2	90,0	91,7	93,3	94,8	96,3	97,6	98,9	100,1	101,2	102,3	103,3
2 HORAS	63,4	76,1	87,4	94,8	100,3	104,9	108,8	112,2	115,2	117,9	120,4	122,8	124,9	126,9	128,8	130,6	132,3	133,9	135,4	136,9	138,3
4 HORAS	80,4	96,5	110,8	120,2	127,2	133,0	138,0	142,3	146,1	149,6	152,7	155,7	158,4	160,9	163,3	165,6	167,7	169,8	171,7	173,6	175,3
8 HORAS	98,7	118,5	136,0	147,5	156,2	163,2	169,3	174,6	179,3	183,5	187,4	191,0	194,4	197,5	200,4	203,2	205,8	208,3	210,7	213,0	215,2
14 HORAS	114,8	137,8	158,3	171,6	181,7	189,9	197,0	203,1	208,6	213,5	218,1	222,2	226,1	229,8	233,2	236,4	239,5	242,4	245,2	247,8	250,4
24 HORAS	132,0	158,4	181,9	197,2	208,8	218,3	226,4	233,4	239,7	245,4	250,6	255,4	259,9	264,1	268,0	271,7	275,2	278,6	281,7	284,8	287,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Paripueira, foi registrada uma chuva de 60,0 mm com duração de meia hora. 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, 120,0 mm dividido por 0,5h é igual a 240 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{120 (30 + 1)^{0,2878}}{135,0} \right]^{1/0,1992} = 79 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 79 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,3%, ou

$$P(i \geq 120 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{79} 100 = 1,3\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH). **Base de dados**. Disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/home/>>. Acesso em: ago. 2014.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@. **Município de Paripueira**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=270644&search=alagoas|paripueira>>. Acesso em: ago. 2014.

PFAFSTETTER, Otto. **Chuvas intensas no Brasil**: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas registradas com pluviógrafos em 98 postos meteorológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1982. 426 p.

PINTO, E. J. A. **Metodologia para definição das equações intensidade-duração-frequência do Projeto Atlas Pluviométrico**. Belo Horizonte: CPRM, mar. 2013.

ANEXO I

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

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

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
16/04/64	150,0
08/08/65	105,6
29/05/66	90,0
18/04/67	153,0
03/05/68	62,0
13/07/69	125,8
01/03/70	154,4
22/09/71	87,3
01/06/72	113,6
22/04/73	127,0
28/04/75	78,3
04/06/76	89,0
21/05/77	90,4
20/03/78	84,0
25/04/79	75,1
02/05/79	75,1
20/02/85	92,0
21/07/86	100,0
22/11/86	155,0
23/07/88	200,0
13/06/89	95,0
25/11/89	123,8
19/06/91	70,0

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: 1,14

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 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 Belém

Av. Dr. Freitas, 3.645 - Bairro do Marco
Belém - PA - CEP: 66095-110
Tel.: 91 3182-1300 - Fax: 91 3182-1349

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

