

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Acre
Município: Rio Branco
Estação Pluviométrica: Rio Branco
Código ANA: 00967000
Código INMET: 82915

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2014

**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: Rio Branco - AC

**Estação Pluviométrica: Rio Branco
Códigos: 00967000 (ANA); 82915 (INMET)**

**SALVADOR
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 Salvador

Copyright © 2014 CPRM - Superintendência Regional de Salvador
Avenida Ulysses Guimarães, 2862 - Centro Administrativo da Bahia
Salvador - BA – 41.213-000
Telefone: 0(xx)(71) 2101-7300
Fax: 0(xx)(71) 3371-4005
<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: Rio Branco/AC. Estação Pluviométrica: Rio Branco, Códigos 00467000 (ANA); 82915 (INMET). Osvalcílio Mercês Furtunato; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. - Salvador, BA: CPRM, 2015.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – FURTUNATO, O. M.; PICKBRENNER, K.; 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

Carlos Eduardo de Souza Braga

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 SALVADOR

Teobaldo Rodrigues de Oliveira Junior
Superintendente

Gustavo Carneiro da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Erison Soares Lima
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José da Silva Amaral Santos
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Renato dos Santos Andrade
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

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Betania 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/PA

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 Rio Branco/AC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Rio Branco, códigos 00467000 (ANA); 82915 (INMET).

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Rio Branco/AC.

O município de Rio Branco, capital do Estado do Acre, está localizado na microrregião Rio Branco e mesorregião Vale do Acre, distante cerca de 3.123 km de Brasília, fazendo fronteira com os municípios de Bujari, Capixaba, Porto Acre, Senador, Guimard, Sena Madureira e Xapuri. O município de Rio Branco/AC possui área de 8.835 km² (IBGE, 2010) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 153 metros. Apresenta uma população de 336.038 habitantes (IBGE, 2010).

A estação Rio Branco, códigos 00467000 (ANA); 82915 (INMET), está localizada na Latitude 09°58'33"S e Longitude 67°48'00"W. Esta estação pluviométrica continua em atividade, sendo operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviômetro. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação pluviométrica.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fontes: Wikipédia e Google, 2015)

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 Rio Branco, códigos 00967000 (ANA); 82915 (INMET), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico 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 o município de Rio Branco. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

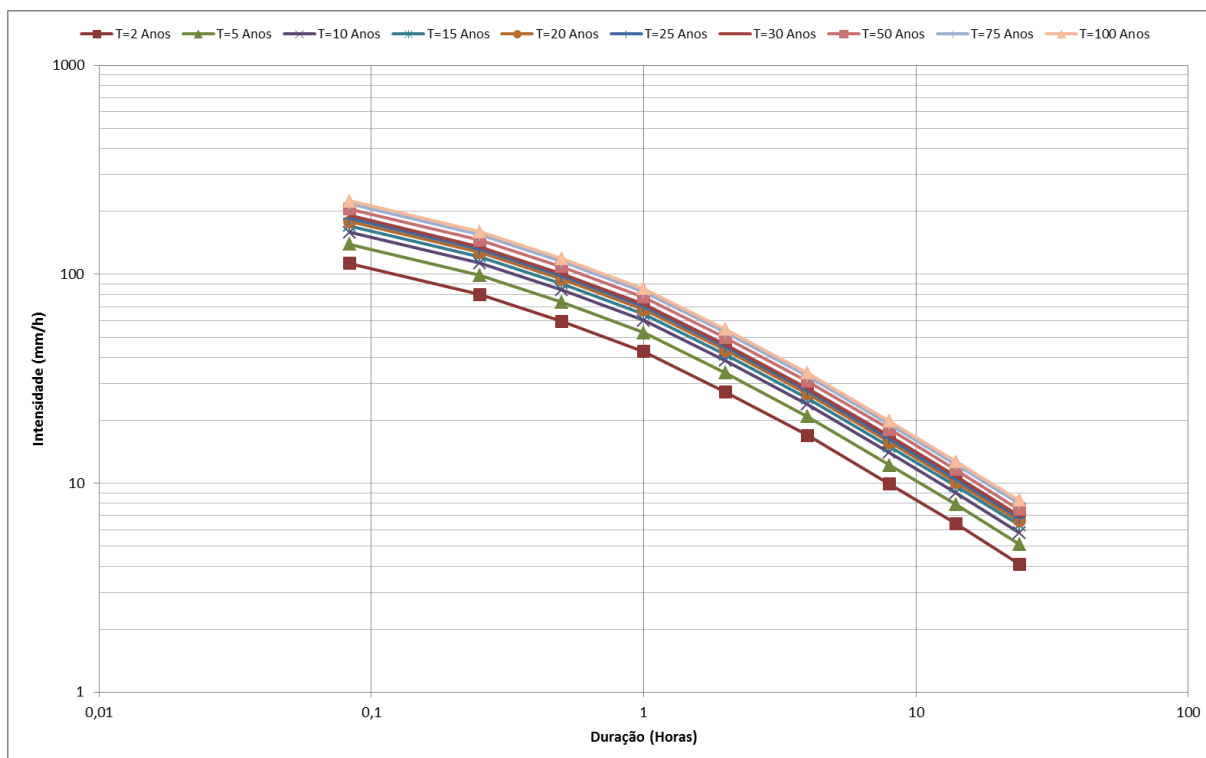


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t \quad (01)$$

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

$$a = 6,2364 ; b = 20,026 ; c = 9,5959 ; d = 30,8444 \text{ e } \delta = 14$$

$$i = \{[(6,2364 \ln(T) + 20,026) \cdot \ln(t + (14/60))] + 9,5959 \ln(T) + 30,8444\} / t \quad (02)$$

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

$$a = 4,6031 ; b = 14,8331 ; c = 10,6897 ; d = 34,3442 \text{ e } \delta = 3$$

$$i = \{[(4,6031 \ln(T) + 14,8331) \cdot \ln(t + (3/60))] + 10,6897 \ln(T) + 34,3442\} / t \quad (03)$$

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, <i>T</i> (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	114,0	140,6	160,8	172,6	181,0	187,5	201,1	207,6	212,9	219,4	224,7	227,8
10 Minutos	91,1	112,5	128,6	138,0	144,7	149,9	160,9	166,1	170,3	175,5	179,8	182,2
15 Minutos	79,2	97,7	111,8	120,0	125,8	130,3	139,8	144,3	148,0	152,6	156,2	158,4
20 Minutos	71,0	87,6	100,2	107,6	112,8	116,9	125,4	129,5	132,8	136,8	140,1	142,0
30 Minutos	59,9	73,9	84,5	90,8	95,2	98,6	105,8	109,2	112,0	115,4	118,2	119,8
45 Minutos	49,4	61,0	69,8	74,9	78,6	81,4	87,4	90,2	92,5	95,3	97,6	99,0
1 HORA	42,6	52,6	60,2	64,6	67,7	70,1	75,3	77,7	79,7	82,1	84,1	85,3
2 HORAS	27,3	33,8	38,6	41,4	43,5	45,0	48,3	49,9	51,1	52,7	54,0	54,7
3 HORAS	20,6	25,5	29,1	31,2	32,8	33,9	36,4	37,6	38,6	39,7	40,7	41,3
4 HORAS	16,7	20,7	23,6	25,4	26,6	27,6	29,6	30,5	31,3	32,3	33,0	33,5
5 HORAS	14,2	17,5	20,0	21,5	22,5	23,4	25,1	25,9	26,5	27,3	28,0	28,4
6 HORAS	12,4	15,3	17,5	18,7	19,6	20,4	21,8	22,5	23,1	23,8	24,4	24,7
7 HORAS	11,0	13,6	15,5	16,7	17,5	18,1	19,4	20,0	20,6	21,2	21,7	22,0
8 HORAS	9,9	12,2	14,0	15,0	15,8	16,3	17,5	18,1	18,5	19,1	19,6	19,8
12 HORAS	7,2	8,9	10,2	10,9	11,5	11,9	12,7	13,2	13,5	13,9	14,2	14,4
14 HORAS	6,4	7,9	9,0	9,7	10,1	10,5	11,3	11,6	11,9	12,3	12,6	12,8
20 HORAS	4,8	5,9	6,8	7,3	7,6	7,9	8,5	8,7	9,0	9,2	9,5	9,6
24 HORAS	4,1	5,1	5,8	6,3	6,6	6,8	7,3	7,5	7,7	8,0	8,1	8,3

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	9,5	11,7	13,4	14,4	15,1	15,6	16,8	17,3	17,7	18,3	18,7	19,0
10 Minutos	15,2	18,7	21,4	23,0	24,1	25,0	26,8	27,7	28,4	29,3	30,0	30,4
15 Minutos	19,8	24,4	27,9	30,0	31,4	32,6	35,0	36,1	37,0	38,1	39,1	39,6
20 Minutos	23,7	29,2	33,4	35,9	37,6	39,0	41,8	43,2	44,3	45,6	46,7	47,3
30 Minutos	29,9	37,0	42,3	45,4	47,6	49,3	52,9	54,6	56,0	57,7	59,1	59,9
45 Minutos	37,1	45,8	52,4	56,2	58,9	61,1	65,5	67,6	69,4	71,5	73,2	74,2
1 HORA	42,6	52,6	60,2	64,6	67,7	70,1	75,3	77,7	79,7	82,1	84,1	85,3
2 HORAS	54,7	67,5	77,2	82,9	86,9	90,0	96,6	99,7	102,3	105,4	108,0	109,4
3 HORAS	61,9	76,4	87,3	93,7	98,3	101,8	109,3	112,8	115,7	119,2	122,1	123,8
4 HORAS	67,0	82,7	94,5	101,5	106,4	110,2	118,3	122,1	125,2	129,0	132,2	134,0
5 HORAS	70,9	87,6	100,0	107,5	112,7	116,8	125,3	129,3	132,7	136,7	140,0	141,9
6 HORAS	74,2	91,6	104,7	112,4	117,9	122,1	131,0	135,3	138,7	143,0	146,4	148,4
7 HORAS	77,0	95,0	108,6	116,6	122,3	126,7	135,9	140,3	143,9	148,3	151,9	153,9
8 HORAS	79,3	97,9	112,0	120,2	126,1	130,6	140,1	144,7	148,4	152,9	156,6	158,7
12 HORAS	86,6	106,9	122,3	131,2	137,6	142,6	153,0	157,9	161,9	166,9	170,9	173,3
14 HORAS	89,4	110,3	126,2	135,4	142,0	147,1	157,8	162,9	167,1	172,2	176,4	178,8
20 HORAS	95,8	118,2	135,2	145,1	152,2	157,7	169,2	174,6	179,1	184,6	189,0	191,6
24 HORAS	99,1	122,3	139,8	150,1	157,4	163,0	174,9	180,6	185,2	190,9	195,5	198,2

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Rio Branco, foi registrada uma Chuva de 38 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:

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 38 mm dividido por 0,25 h é igual a 152 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{152 \times 0,25 - 20,026 \ln(0,25 + (14/60)) - 30,8444}{6,2364 \ln(0,25 + (14/60)) + 9,5959} \right] = 73,0 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 73 anos corresponde a uma probabilidade de 1,37% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 152 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{73,0} 100 = 1,37\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em abril de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=120040&search=acre|rio-branco>. Acesso em abril 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.

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Acre - Município de Rio Branco. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Branco. Acesso em: abril de 2015.

ANEXO I

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

Máximo por Ano Hidrológico (Ano Civil)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1969	1969	12/12/1969	90,5	1992	1992	23/03/1992	91,8
1970	1970	08/05/1970	78,0	1993	1993	19/02/1993	121,4
1971	1971	24/12/1971	129,6	1994	1994	08/04/1994	107,1
1972	1972	07/01/1972	92,4	1995	1995	07/03/1995	54,3
1973	1973	09/01/1973	91,0	1996	1996	23/02/1996	85,8
1974	1974	16/01/1974	118,2	1997	1997	21/02/1997	86,7
1975	1975	29/01/1975	72,0	1998	1998	04/12/1998	118,9
1976	1976	13/11/1976	114,4	1999	1999	16/09/1999	84,0
1977	1977	12/10/1977	99,4	2000	2000	11/10/2000	60,0
1978	1978	02/11/1978	97,0	2001	2001	12/01/2001	79,7
1979	1979	25/03/1979	113,5	2002	2002	10/01/2002	88,3
1980	1980	29/09/1980	92,8	2003	2003	15/02/2003	100,9
1981	1981	30/01/1981	78,6	2004	2004	22/03/2004	113,8
1982	1982	15/05/1982	83,4	2005	2005	28/03/2005	80,6
1983	1983	16/01/1983	95,2	2006	2006	17/12/2006	99,2
1984	1984	17/01/1984	77,6	2007	2007	21/01/2007	66,8
1985	1985	19/04/1985	129,2	2008	2008	27/12/2008	77,6
1986	1986	11/10/1986	102,2	2009	2009	09/04/2009	95,2
1987	1987	10/12/1987	135,2	2010	2010	27/03/2010	108,7
1988	1988	29/12/1988	107,6	2011	2011	27/11/2011	93,4
1989	1989	05/02/1989	73,4	2012	2012	18/10/2012	98,2
1990	1990	24/12/1990	80,6	2013	2013	21/01/2013	131,9
1991	1991	03/01/1991	56,6	2014	2014	09/01/2014	98,4

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 Rio Branco/AC.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,90	0,80	0,68	0,55	0,43

Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,70	0,47	0,22

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 Salvador

Av. Ulysses Guimarães, 2.862 - Sussuarana
Salvador - BA - CEP: 41213-000
Tel.: 71 2101-7300 - Fax: 71 2101-7383

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

