

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Minas Gerais
Município: Vazante/MG
Estação Pluviométrica: Guarda-Mor
Código ANA: 01747005

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



2019

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 SALVADOR

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: Vazante/MG

Estação Pluviométrica: Guarda-Mor

Código: 01747005

Osvalcélio Mercês Furtunato

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

SALVADOR

2019

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 Salvador

Copyright @ 2019 CPRM - Superintendência Regional de Salvador
Avenida Ulysses Guimarães, 2862 – Centro Administrativo da Bahia
Salvador - BA – 41213-000
Telefone: 0(xx)(71) 2101-7300
Fax: 0(xx)(71) 3371-4005
<http://www.cprm.gov.br>

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Fortunato, Osvalcélcio Mercês

F745 Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município: Vazante/MG / Osvalcélcio Mercês Fortunato; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Salvador: CPRM, 2019.
12 p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-579-3

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

CDD 551.570981

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho CRB10 - 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

Bento Albuquerque

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Marisete Fátima Dadald Pereira

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Alexandre Vidigal de Oliveira

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Alexandre Vidigal de Oliveira

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Geraldo Medeiros de Moraes

Lília Mascarenhas Sant'Agostino

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

Cassiano de Souza Alves

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SALVADOR

Erison Soares Lima
Superintendente

Miguel Anderson Santos Cidreira
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Valter Rodrigues Santos Sobrinho
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Gustavo Carneiro da Silva
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Maria da Conceição Santos Gonçalves
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
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 (*In memorian*)

Karine Pickbrenner - SUREG /PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - SUREG/PA

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

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

Apoio Técnico

Maximiliano Paschoaloti Messa – 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 Vazante/MG, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Guarda-Mor, código 01747005.

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

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 pode ser utilizada no município de Vazante/MG.

O município de Vazante está localizado a 520 km da capital do estado de Minas Gerais, mesorregião Noroeste de Minas e faz fronteira com os municípios de Guarda - Mor, Paracatu, Lagoa Grande, Lagamar e Coromandel. O município possui uma área aproximada de 1.903,072 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 650 metros em sua sede. A população de Vazante, segundo IBGE (2010), é de 19.723 habitantes.

A estação Guarda-Mor, código 01747005, está localizada na Latitude 17°46'21"S e Longitude 47°05'55"O; na sub-bacia 42, sub-bacia dos rios São Francisco, Paracatu e outros. A estação pluviométrica localiza-se a cerca de 30 km de distância da sede do município de Vazante. Esta estação encontra-se em operação desde 1973 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1974 a 2018. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro operado pela CPRM–Serviço Geológico do Brasil.

A Figura 01 apresenta a localização do município.



Figura 01 – Localização do Município

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 Guarda-Mor, código 01747005, 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 o município de Catalão/GO, distante

aproximadamente 100 km da estação desagregada Guarda-Mor. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

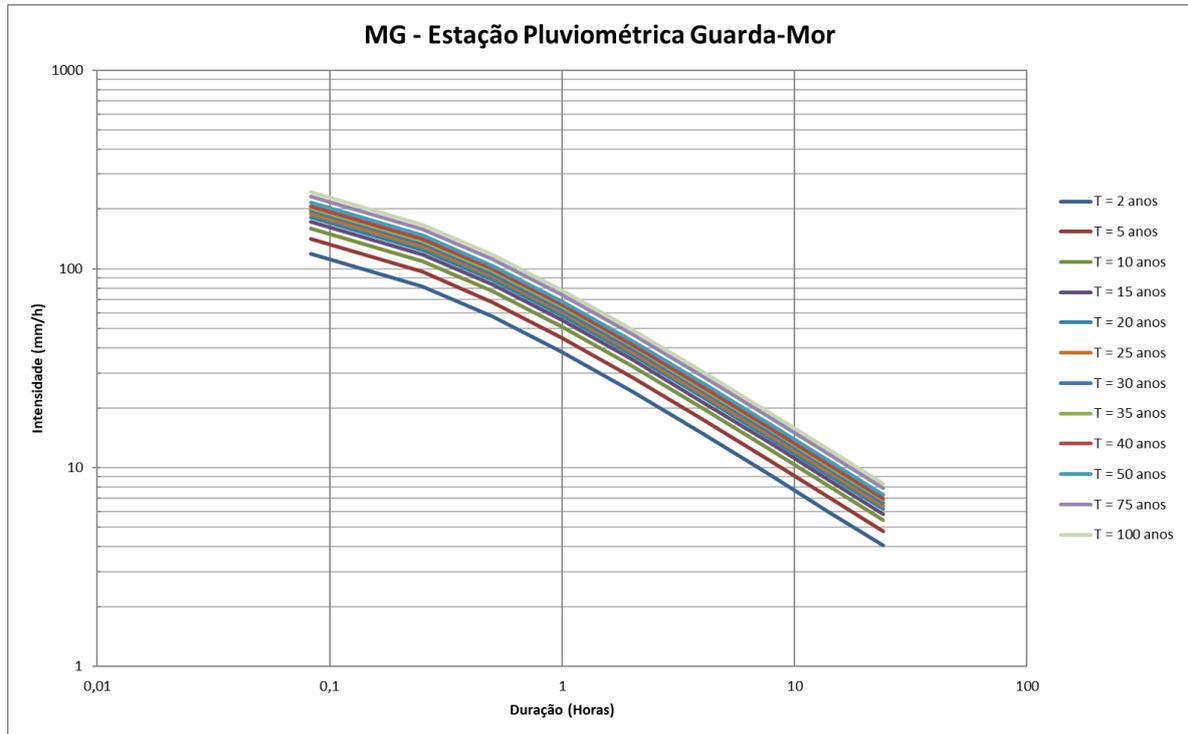


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Guarda-Mor os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 778,7; b = 0,1834; c = 10,0; d = 0,7399$$

$$i = \frac{778,7T^{0,1834}}{(t+10,0)^{0,7399}} \quad (02)$$

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	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	119,2	141,0	160,2	172,5	181,9	189,5	195,9	206,5	215,2	222,5	231,8	239,7	244,3
10 Minutos	96,4	114,0	129,5	139,5	147,0	153,2	158,4	166,9	173,9	179,8	187,3	193,7	197,5
15 Minutos	81,7	96,7	109,8	118,2	124,6	129,8	134,3	141,5	147,4	152,5	158,8	164,2	167,4
20 Minutos	71,4	84,5	95,9	103,3	108,9	113,5	117,3	123,7	128,8	133,2	138,8	143,5	146,3
30 Minutos	57,7	68,3	77,5	83,5	88,0	91,7	94,8	100,0	104,1	107,7	112,2	116,0	118,3
45 Minutos	45,6	53,9	61,2	66,0	69,5	72,5	74,9	79,0	82,3	85,1	88,6	91,6	93,4
1 HORA	38,1	45,1	51,2	55,2	58,2	60,6	62,7	66,1	68,8	71,2	74,1	76,7	78,2
2 HORAS	24,1	28,5	32,4	34,9	36,8	38,3	39,6	41,8	43,5	45,0	46,9	48,5	49,4
3 HORAS	18,2	21,6	24,5	26,4	27,8	29,0	29,9	31,6	32,9	34,0	35,4	36,6	37,3
4 HORAS	14,9	17,6	20,0	21,5	22,7	23,6	24,4	25,8	26,8	27,7	28,9	29,9	30,5
5 HORAS	12,7	15,0	17,0	18,4	19,3	20,2	20,8	22,0	22,9	23,7	24,7	25,5	26,0
6 HORAS	11,1	13,2	14,9	16,1	17,0	17,7	18,3	19,3	20,1	20,8	21,6	22,4	22,8
7 HORAS	10,0	11,8	13,4	14,4	15,2	15,8	16,4	17,2	18,0	18,6	19,4	20,0	20,4
8 HORAS	9,0	10,7	12,1	13,1	13,8	14,4	14,9	15,7	16,3	16,9	17,6	18,2	18,5
12 HORAS	6,7	8,0	9,0	9,7	10,3	10,7	11,1	11,7	12,1	12,6	13,1	13,5	13,8
14 HORAS	6,0	7,1	8,1	8,7	9,2	9,6	9,9	10,4	10,9	11,2	11,7	12,1	12,3
20 HORAS	4,6	5,5	6,2	6,7	7,1	7,4	7,6	8,0	8,4	8,6	9,0	9,3	9,5
24 HORAS	4,1	4,8	5,4	5,9	6,2	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,1	8,3

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	9,9	11,8	13,3	14,4	15,2	15,8	16,3	17,2	17,9	18,5	19,3	20,0	20,4
10 Minutos	16,1	19,0	21,6	23,2	24,5	25,5	26,4	27,8	29,0	30,0	31,2	32,3	32,9
15 Minutos	20,4	24,2	27,4	29,6	31,2	32,5	33,6	35,4	36,9	38,1	39,7	41,1	41,9
20 Minutos	23,8	28,2	32,0	34,4	36,3	37,8	39,1	41,2	42,9	44,4	46,3	47,8	48,8
30 Minutos	28,9	34,1	38,8	41,8	44,0	45,9	47,4	50,0	52,1	53,8	56,1	58,0	59,1
45 Minutos	34,2	40,5	45,9	49,5	52,2	54,3	56,2	59,2	61,7	63,8	66,5	68,7	70,1
1 HORA	38,1	45,1	51,2	55,2	58,2	60,6	62,7	66,1	68,8	71,2	74,1	76,7	78,2
2 HORAS	48,3	57,1	64,8	69,8	73,6	76,7	79,3	83,6	87,1	90,0	93,8	97,0	98,9
3 HORAS	54,7	64,7	73,4	79,1	83,4	86,9	89,8	94,7	98,6	102,0	106,2	109,9	112,0
4 HORAS	59,5	70,4	79,9	86,1	90,7	94,5	97,7	103,0	107,3	111,0	115,6	119,6	121,9
5 HORAS	63,4	75,0	85,2	91,8	96,7	100,8	104,2	109,8	114,4	118,3	123,3	127,5	130,0
6 HORAS	66,8	79,0	89,7	96,6	101,8	106,1	109,7	115,6	120,5	124,6	129,8	134,2	136,8
7 HORAS	69,7	82,4	93,6	100,8	106,3	110,8	114,5	120,7	125,8	130,0	135,5	140,1	142,8
8 HORAS	72,3	85,5	97,1	104,6	110,3	114,9	118,8	125,3	130,5	134,9	140,6	145,3	148,2
12 HORAS	80,8	95,5	108,5	116,9	123,2	128,3	132,7	139,9	145,7	150,7	157,0	162,3	165,5
14 HORAS	84,2	99,6	113,1	121,8	128,4	133,8	138,3	145,8	151,9	157,1	163,6	169,2	172,5
20 HORAS	92,6	109,6	124,4	134,0	141,3	147,2	152,2	160,4	167,1	172,8	180,0	186,1	189,8
24 HORAS	97,2	115,0	130,6	140,7	148,3	154,5	159,7	168,4	175,4	181,4	189,0	195,4	199,2

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Vazante, foi registrada uma Chuva de 37 mm com duração de 15 minutos. 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:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (03)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 37 mm dividido por 0,25 h é igual a 148 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{148(15 + 10,0)^{0,7399}}{778,7} \right]^{1/0,1834} = 51 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 51 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,96%, ou

$$P(i \geq 148 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{51} 100 = 1,96\%$$

4 – REFERÊNCIAS

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Estatística por cidade e estado: Vazante/MG**. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vazante/panorama>. Acesso em: 02 dez. 2019.

PFASFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil**: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos. 2.ed. Rio de Janeiro: DNOS, 1982.

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

WIKIPEDIA. **Vazante**. Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vazante>. Acesso em: 02 dez. 2019.

ANEXO I

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

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 31/Set)

N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	1974	1975	22/11/1974	87,8	23	1998	1999	07/03/1999	83,5
2	1975	1976	24/02/1976	56,0	24	1999	2000	05/12/1999	137,3
3	1976	1977	05/01/1977	62,0	25	2000	2001	17/11/2000	64,3
4	1977	1978	03/04/1978	125,4	26	2001	2002	30/12/2001	100,0
5	1980	1981	03/01/1981	81,4	27	2002	2003	15/12/2002	62,6
6	1981	1982	06/03/1982	87,6	28	2003	2004	02/01/2004	96,0
7	1982	1983	04/03/1983	93,2	29	2004	2005	16/11/2004	82,3
8	1983	1984	14/10/1983	76,8	30	2005	2006	27/11/2005	93,8
9	1984	1985	20/01/1985	71,8	31	2006	2007	13/02/2007	68,4
10	1985	1986	23/12/1985	72,2	32	2007	2008	21/02/2008	155,5
11	1986	1987	30/12/1986	61,4	33	2008	2009	27/12/2008	114,5
12	1987	1988	09/12/1987	108,2	34	2009	2010	06/12/2009	71,3
13	1988	1989	20/10/1988	95,4	35	2010	2011	02/10/2010	88,7
14	1989	1990	15/02/1990	97,2	36	2011	2012	06/06/2012	75,0
15	1990	1991	05/01/1991	63,6	37	2012	2013	11/04/2013	76,5
16	1991	1992	02/03/1992	79,8	38	2013	2014	24/12/2013	72,1
17	1992	1993	08/11/1992	116,8	39	2014	2015	27/11/2014	80,5
18	1993	1994	06/03/1994	105,3	40	2015	2016	28/01/2016	86,2
19	1994	1995	12/02/1995	66,3	41	2016	2017	14/11/2016	82,8
20	1995	1996	11/12/1995	66,0	42	2017	2018	06/01/2018	85,9
21	1996	1997	21/11/1996	98,6	43	2018	2019	03/12/2018	77,7
22	1997	1998	14/12/1997	73,4	44				

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 Catalão/GO.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,88	0,77	0,64	0,52	0,41

Relação 30min/1h	Relação 15min/1h	Relação 5min/1h
0,73	0,51	0,26

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 Salvador

Avenida Ulysses Guimarães, 2862 – Centro Administrativo da Bahia
Salvador - BA - CEP: 41213-000
Tel.: 71 2101-7300 - Fax: 71 3371-4005

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