

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Goiás

Município: Goiânia

Estação Pluviométrica: Goiânia

Código ANA: 01649013

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



Código OMM: 10183423

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 SÃO PAULO

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: Goiânia - GO

Estação Pluviométrica: Goiânia
Código: 01649013 (ANA) e 83423 (OMM)

Caluan Rodrigues Capozzoli

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



SÃO PAULO

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 São Paulo

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 – Cerqueira César
São Paulo – SP – 01304-010
Telefone: 0(xx)(11) 3775-5101
Fax: 0(xx)(11) 3256-8430
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

C245 Capozzoli, Caluan Rodrigues
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias); Município: Goiânia/GO, Estação Pluviométrica: Goiânia, Código: 01649013 (ANA) / Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – São Paulo : CPRM, 2018.
12p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-485-7

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. 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 SÃO PAULO

Lauro Gracindo Pizzatto
Superintendente

Vanesca Sartorelli Medeiros
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Maurício Pavan Silva
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Fabrizio Prior Caltabellotta
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Carlos Augusto Fiorim Enumo
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 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 Goiânia/GO onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Goiânia, código 01649013 (ANA) e 83423 (OMM).

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 pode ser utilizada no município de Goiânia/GO.

O município de Goiânia está localizado no estado de Goiás, na bacia do rio Paranaíba, na região hidrográfica do rio Paraná. O município é a capital do estado de Goiás, e faz fronteira com os municípios de Abadia de Goiás, Aragoiânia, Aparecida de Goiânia, Goianópolis, Goianira, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade. Goiânia possui uma área de 729 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e sua sede localiza-se a uma altitude aproximada de 750 metros. Sua população, segundo o censo do IBGE de 2010, é de 1.302.001 habitantes (IBGE, 2010).

A estação Goiânia, código 01649013 (ANA) e 83423 (OMM) está localizada no município de Goiânia, na Latitude 16°40'25"S e Longitude 49°15'50"O, a uma distância aproximada de 2 km da sede municipal de Goiânia. Esta estação pluviométrica encontra-se em atividade desde 1937 e é operada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

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

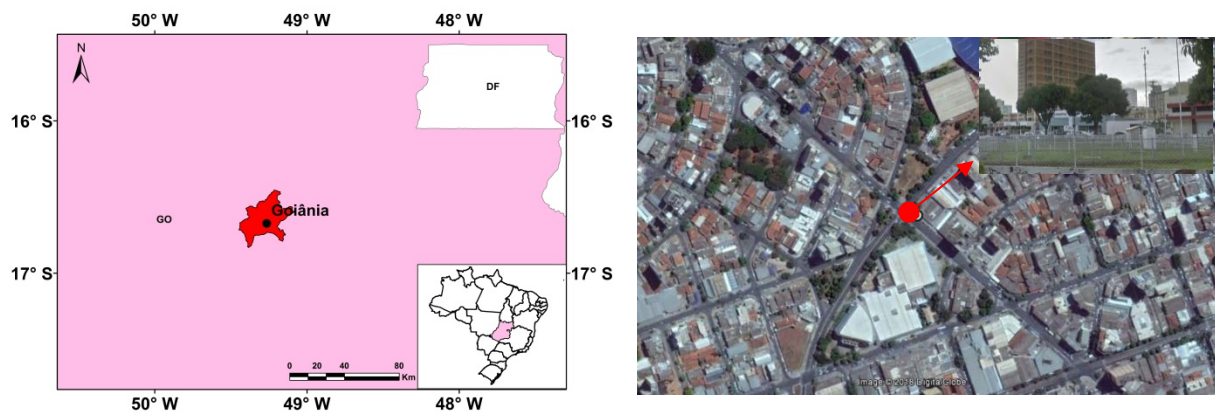


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

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 Goiânia, código 01649013 (ANA) e 83423 (OMM), 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 Goiânia.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

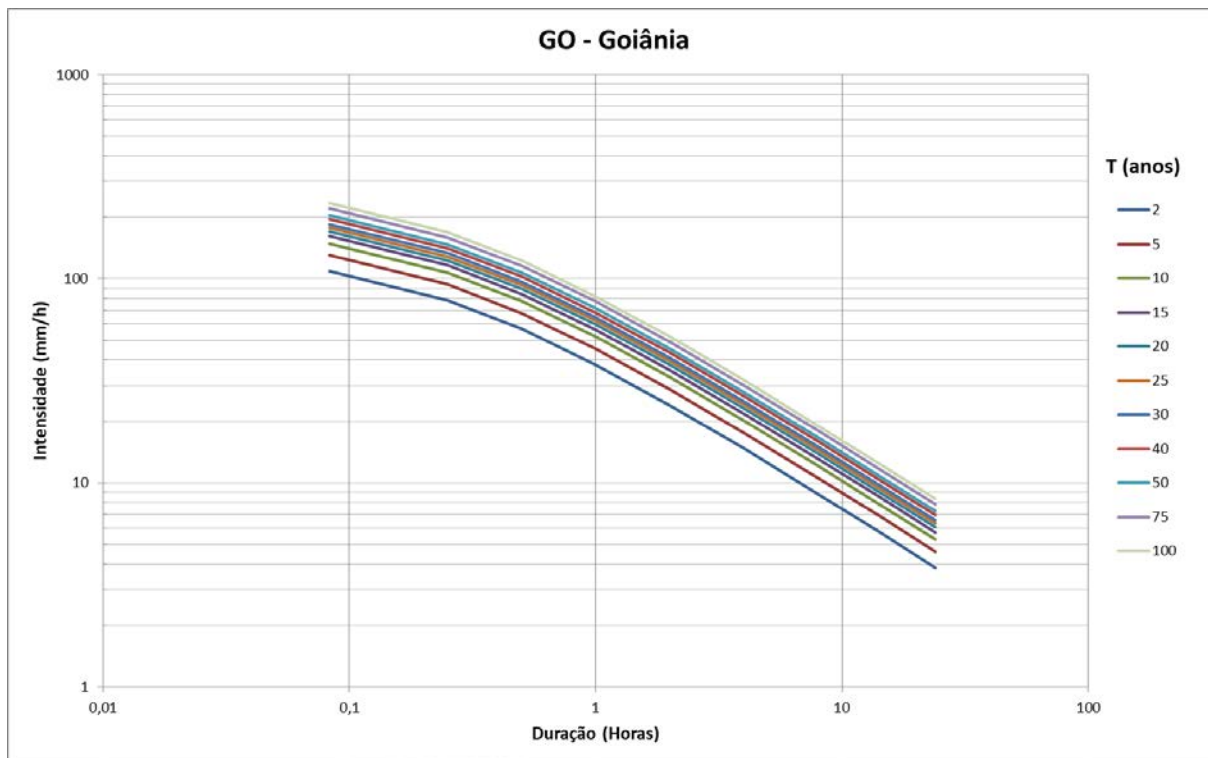


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Goiânia os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 903,0; b = 0,1970; c = 13,8 \text{ e } d = 0,7682;$$

$$i = \frac{903,0T^{0,1970}}{(t+13,8)^{0,7682}} \quad (02)$$

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	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	108,7	130,2	149,2	161,6	171,1	178,8	196,1	204,9	212,4	222,0	230,1	234,9
10 Minutos	90,7	108,6	124,5	134,9	142,7	149,1	163,6	171,0	177,2	185,2	191,9	196,0
15 Minutos	78,3	93,8	107,5	116,5	123,3	128,8	141,3	147,7	153,1	159,9	165,8	169,3
20 Minutos	69,3	83,0	95,1	103,0	109,0	113,9	125,0	130,6	135,4	141,4	146,6	149,7
30 Minutos	56,8	68,0	77,9	84,4	89,3	93,3	102,4	107,0	110,9	115,9	120,1	122,7
45 Minutos	45,3	54,2	62,2	67,3	71,2	74,4	81,7	85,3	88,5	92,4	95,8	97,8
1 HORA	38,0	45,5	52,2	56,5	59,8	62,5	68,6	71,7	74,3	77,6	80,5	82,2
2 HORAS	24,1	28,8	33,0	35,8	37,9	39,6	43,4	45,4	47,0	49,2	50,9	52,0
3 HORAS	18,1	21,7	24,9	26,9	28,5	29,8	32,7	34,1	35,4	37,0	38,3	39,1
4 HORAS	14,7	17,6	20,2	21,9	23,2	24,2	26,6	27,7	28,8	30,1	31,2	31,8
5 HORAS	12,5	15,0	17,2	18,6	19,7	20,6	22,6	23,6	24,4	25,5	26,5	27,0
6 HORAS	10,9	13,1	15,0	16,3	17,2	18,0	19,7	20,6	21,4	22,3	23,1	23,6
7 HORAS	9,8	11,7	13,4	14,5	15,3	16,0	17,6	18,4	19,1	19,9	20,6	21,1
8 HORAS	8,8	10,6	12,1	13,1	13,9	14,5	15,9	16,6	17,3	18,0	18,7	19,1
12 HORAS	6,5	7,8	8,9	9,7	10,2	10,7	11,7	12,3	12,7	13,3	13,8	14,1
14 HORAS	5,8	6,9	8,0	8,6	9,1	9,5	10,5	10,9	11,3	11,8	12,3	12,5
20 HORAS	4,4	5,3	6,1	6,6	7,0	7,3	8,0	8,3	8,6	9,0	9,4	9,6
24 HORAS	3,9	4,6	5,3	5,7	6,1	6,3	6,9	7,3	7,5	7,9	8,2	8,3

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
5 Minutos	9,1	10,8	12,4	13,5	14,3	14,9	16,3	17,1	17,7	18,5	19,2	19,6
10 Minutos	15,1	18,1	20,8	22,5	23,8	24,9	27,3	28,5	29,5	30,9	32,0	32,7
15 Minutos	19,6	23,5	26,9	29,1	30,8	32,2	35,3	36,9	38,3	40,0	41,4	42,3
20 Minutos	23,1	27,7	31,7	34,3	36,3	38,0	41,7	43,5	45,1	47,1	48,9	49,9
30 Minutos	28,4	34,0	39,0	42,2	44,7	46,7	51,2	53,5	55,5	58,0	60,1	61,3
45 Minutos	33,9	40,7	46,6	50,5	53,4	55,8	61,3	64,0	66,3	69,3	71,9	73,4
1 HORA	38,0	45,5	52,2	56,5	59,8	62,5	68,6	71,7	74,3	77,6	80,5	82,2
2 HORAS	48,1	57,7	66,1	71,6	75,8	79,2	86,9	90,8	94,1	98,3	101,9	104,0
3 HORAS	54,3	65,1	74,6	80,8	85,5	89,3	98,0	102,4	106,2	110,9	115,0	117,4
4 HORAS	58,9	70,5	80,8	87,6	92,7	96,8	106,2	111,0	115,1	120,2	124,6	127,2
5 HORAS	62,5	74,9	85,8	93,0	98,4	102,8	112,8	117,9	122,2	127,7	132,3	135,1
6 HORAS	65,6	78,6	90,1	97,6	103,2	107,9	118,3	123,7	128,2	133,9	138,8	141,8
7 HORAS	68,3	81,8	93,7	101,5	107,4	112,3	123,1	128,7	133,4	139,4	144,5	147,5
8 HORAS	70,6	84,6	97,0	105,0	111,1	116,1	127,4	133,1	138,0	144,2	149,5	152,6
12 HORAS	78,1	93,6	107,3	116,2	123,0	128,5	141,0	147,3	152,7	159,6	165,4	168,9
14 HORAS	81,1	97,2	111,4	120,7	127,7	133,5	146,4	153,0	158,6	165,7	171,8	175,4
20 HORAS	88,5	106,0	121,5	131,6	139,2	145,5	159,6	166,8	172,9	180,7	187,3	191,2
24 HORAS	92,4	110,7	126,9	137,5	145,5	152,0	166,8	174,2	180,6	188,7	195,6	199,7

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em um determinado dia foi registrado no município de Goiânia uma Chuva de 92 mm com duração de 2 horas, 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, 92 mm dividido por 2 h é igual a 46 mm/h, Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{46(120 + 13,8)^{0,7682}}{903,0} \right]^{1/0,1970} = 54 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 54 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,9%, ou

$$P(i \geq 46 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{54} 100 = 1,9\%$$

4 – REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. *Estação pluviométrica de Goiânia*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 04 jan. 2018.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Estatística por cidade e estado*: Jaguaré. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 jan. 2018.

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

PFASTETTER, 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.

ANEXO I

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

Máximo por Ano Hidrológico (Outubro/Setembro)

N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	N	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1	1962	1963	20/10/1962	60,5	30	1992	1993	26/12/1992	82,2
2	1964	1965	17/01/1965	66,8	31	1993	1994	06/03/1994	87,3
3	1967	1968	22/02/1968	73,8	32	1994	1995	30/03/1995	99,1
4	1968	1969	19/01/1969	124,7	33	1995	1996	14/04/1996	71,5
5	1969	1970	04/11/1969	66,8	34	1996	1997	28/10/1996	127,8
6	1970	1971	08/02/1971	74,5	35	1997	1998	25/01/1998	72,1
7	1971	1972	25/01/1972	97,8	36	1998	1999	22/10/1998	50,8
8	1972	1973	22/12/1972	134,0	37	1999	2000	27/10/1999	92,7
9	1973	1974	11/11/1973	67,4	38	2000	2001	15/12/2000	73,3
10	1974	1975	05/04/1975	67,0	39	2001	2002	19/02/2002	67,4
11	1975	1976	04/05/1976	70,0	40	2002	2003	07/02/2003	95,2
12	1976	1977	17/05/1977	68,7	41	2003	2004	14/11/2003	74,4
13	1977	1978	23/02/1978	102,4	42	2004	2005	27/03/2005	79,1
14	1979	1980	17/01/1980	86,4	43	2005	2006	09/12/2005	136,6
15	1981	1982	05/03/1982	70,0	44	2006	2007	08/11/2006	60,3
16	1982	1983	14/12/1982	94,0	45	2007	2008	07/03/2008	89,0
17	1983	1984	01/04/1984	81,6	46	2008	2009	06/04/2009	81,2
18	1984	1985	31/03/1985	76,1	47	2009	2010	07/12/2009	107,6
19	1985	1986	12/02/1986	59,0	48	2010	2011	29/12/2010	74,6
20	1986	1987	25/12/1986	69,6	49	2011	2012	13/02/2012	83,6
21	1987	1988	15/12/1987	61,2	50	2012	2013	17/01/2013	87,5
22	1988	1989	07/02/1989	58,2	51	2013	2014	11/04/2014	116,8
23	1989	1990	08/12/1989	60,7	52	2014	2015	06/12/2014	75,5
24	1990	1991	12/11/1990	93,2	53	2015	2016	20/01/2016	99,1
25	1991	1992	21/01/1992	53,7	54				

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 Goiânia.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,91	0,81	0,69	0,56	0,44	0,91

Relação 30min/1h	Relação 15min/1h	Relação 10min/1h
0,69	0,48	0,25

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 São Paulo

Rua Costa, 55 – Cerqueira César
São Paulo - SP - CEP: 01304-010
Tel.: 11 3775-5101 - Fax: 11 3256-8430

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