

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Mateus Leme/MG
Distrito de Serra Azul
Estação Pluviográfica: Serra Azul
Código: 02044054 (ANA)



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (*in memoriam*)

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Coordenação Executiva do DEHID - Projeto Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação dos Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativas - Bacia Representativa de Juatuba

Eber José de Andrade Pinto

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Superintendente

Marlon Marques Coutinho

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Silva Rego

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo de Souza Marinho

Gerência de Infraestrutura Geocientífica

Júlio Murilo Martino Pinho

Gerência de Administração e Finanças

Margareth Marques dos Santos

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Estação Pluviográfica: Serra Azul
Código: 02044054 (ANA)
Município: Mateus Leme/MG - Distrito de Serra Azul

AUTOR

Eber José de Andrade Pinto



**SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM**

Belo Horizonte
2020

REALIZAÇÃO

Superintendência de Belo Horizonte

AUTOR

Eber José de Andrade Pinto

COORDENADORES REGIONAIS DO PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO

José Alexandre Moreira Farias - REFO (*In memoriam*)

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 Silva 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

PROJETO GRÁFICO/EDITORIAÇÃO

Capa (DIEDIG)

Juliana Colussi

Miolo (DIEDIG)

Agmar Alves Lopes

Juliana Colussi

Diagramação (SUREG/PA)

Alessandra Luiza Rahel

Referências

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho (Organização e Formatação)

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Pinto, Eber José de Andrade
P659 Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-
Frequência: Município Mateus Leme/MG/Distrito de Serra Azul / Eber
José de Andrade Pinto. – Belo Horizonte: CPRM, 2020.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-65-5664-086-0

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF. I. Título

CDD 551.570981

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia Borges Fortes Coelho – CRB10 - 840

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

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 as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes ou inseridos em sub-bacias monitoradas pelos Sistemas de Alerta Hidrológico e projetos executados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Este estudo apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Mateus Leme-MG/Distrito de Serra Azul, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Serra Azul, código 02044054 (ANA), localizada no mesmo município. Esta estação compõe a rede de monitoramento da Bacia Representativa de Juatuba que faz parte dos Estudos Integrados de Bacias Experimentais e Representativas (EIBEX) desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta a equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) estabelecida para o distrito de Serra Azul, no município de Mateus Leme/MG. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Serra Azul, código 02044054 (ANA), localizada no mesmo município. A metodologia para definição da equação utilizando séries de duração anual está descrita em detalhes em Pinto (2013). A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. As equações ajustadas para representar a família de curvas IDF podem ser aplicadas para durações entre 5min e 24h e são recomendadas para tempos de retorno até 100 anos. A aplicação da equação IDF permite associar intensidades de precipitação, nas diferentes durações, a frequências de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de estruturas hidráulicas. Também pode ser utilizada de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido numa determinada duração, definindo se o evento foi raro ou ordinário, de acordo com a caracterização de chuva extrema local.

ABSTRACT

This work presents the Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation established for the Serra Azul district, in the city of Mateus Leme/MG. The data series used in the study was prepared from continuous precipitation records of the Serra Azul rain station, code 02044054 (ANA), located in the same city. The methodology for defining the equation using annual duration series is described in detail in Pinto (2013). The frequency distribution fitted to the data was Gumbel, with the parameters calculated by the L-moment method. The equations fitted to represent the family of IDF curves can be applied for durations between 5min and 24h and are recommended for return period up to 100 years. The application of the IDF equation allows the association of precipitation intensities, in different durations, with frequencies of occurrence, which will be used in the design of hydraulic structures. It can also be used in an inverse way, that is, to estimate the frequency of a precipitation event that occurred over a given duration, defining how unusual or ordinary the event was, according to the local extreme rain characterization.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
EQUAÇÃO.....	7
EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	10
REFERÊNCIAS.....	10
ANEXO I.....	11
ANEXO II.....	14
ANEXO III.....	15
ANEXO IV.....	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica.....	7
Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência.....	8

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Intensidade da chuva em mm/h.....	9
Tabela 02 - Altura da chuva em mm.....	9

INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Mateus Leme/MG, preferencialmente nas regiões próximas a Serra Azul.

O distrito de Serra Azul fica a sul do município de Mateus Leme que está localizado a 52 km da cidade de Belo Horizonte capital do estado, pertencendo a sua Região Metropolitana, e faz fronteira com os municípios de Juatuba, Igarapé, Itatiaiuçu, Itaúna, Pará de Minas e Florestal. O município possui uma área aproximada de 301,383 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019) e localiza-se a uma altitude de 827 metros. A população de Mateus Leme, segundo IBGE (2010), é de 27.856 habitantes.

A estação Serra Azul código 02044054 (ANA) está localizada na Latitude 20°05'23"S e Longitude 44°26'05"O, na sub-bacia 40, do rio São Francisco. A estação pluviográfica localiza-se no município de Mateus Leme no Distrito de Serra Azul. Foram utilizados 29 anos no período de 1990 a 2019. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos registros contínuos de precipitação, sendo a estação operada pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas - ANA.

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

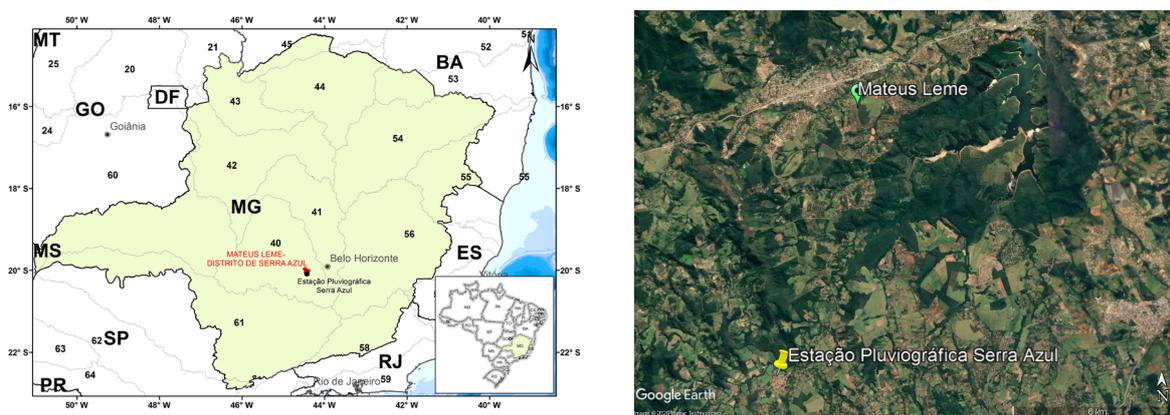
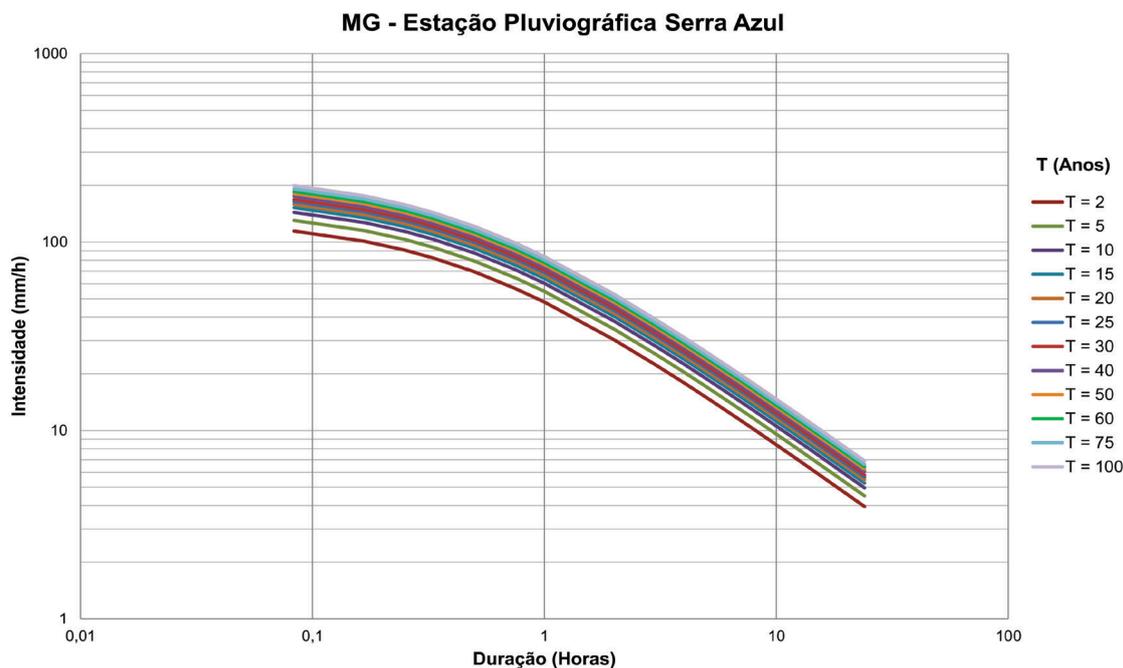


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google Earth, 2020)

EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Serra Azul, código 02044054 (ANA), foram utilizadas séries de duração anual e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Gumbel (Naghettini; Pinto, 2007), com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. O Anexo II apresenta as estatísticas das séries, o Anexo III os parâmetros estimados da distribuição Gumbel, enquanto que o Anexo IV as relações entre as alturas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 02 são 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

o caso de Serra Azul, para durações de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 2326; b = 0,1423; c = 28,2 \text{ e } d = 0,8882$$

$$i = \frac{2326T^{0,1423}}{(t + 28,2)^{0,8882}} \quad (02)$$

A equação acima é válida 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.

Município: Mateus Leme/MG
Estação Pluviográfica: Serra Azul

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	100
5 Minutos	114,4	130,3	143,8	152,4	158,7	163,9	168,2	175,2	180,8	185,6	191,6	199,6
10 Minutos	101,0	115,0	127,0	134,5	140,1	144,7	148,5	154,7	159,7	163,9	169,1	176,2
15 Minutos	90,5	103,1	113,8	120,6	125,6	129,7	133,1	138,7	143,1	146,9	151,6	158,0
20 Minutos	82,1	93,6	103,3	109,4	114,0	117,7	120,8	125,8	129,9	133,3	137,6	143,3
30 Minutos	69,5	79,2	87,4	92,5	96,4	99,5	102,1	106,4	109,8	112,7	116,4	121,2
45 Minutos	56,7	64,6	71,3	75,5	78,6	81,2	83,3	86,8	89,6	92,0	94,9	98,9
1 Hora	48,0	54,7	60,4	64,0	66,6	68,8	70,6	73,6	75,9	77,9	80,4	83,8
2 Horas	30,3	34,5	38,1	40,3	42,0	43,4	44,5	46,4	47,9	49,1	50,7	52,9
3 Horas	22,4	25,5	28,2	29,8	31,1	32,1	32,9	34,3	35,4	36,3	37,5	39,1
4 Horas	17,9	20,4	22,5	23,8	24,8	25,6	26,3	27,4	28,3	29,0	30,0	31,2
5 Horas	14,9	17,0	18,8	19,9	20,7	21,4	22,0	22,9	23,6	24,3	25,0	26,1
6 Horas	12,9	14,7	16,2	17,2	17,9	18,4	18,9	19,7	20,4	20,9	21,6	22,5
7 Horas	11,3	12,9	14,3	15,1	15,7	16,2	16,7	17,4	17,9	18,4	19,0	19,8
8 Horas	10,1	11,5	12,7	13,5	14,1	14,5	14,9	15,5	16,0	16,4	17,0	17,7
12 Horas	7,2	8,2	9,0	9,6	10,0	10,3	10,6	11,0	11,4	11,7	12,0	12,5
14 Horas	6,3	7,2	7,9	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	10,0	10,2	10,6	11,0
20 Horas	4,6	5,3	5,8	6,2	6,4	6,6	6,8	7,1	7,3	7,5	7,8	8,1
24 Horas	4,0	4,5	5,0	5,3	5,5	5,7	5,8	6,1	6,2	6,4	6,6	6,9

Tabela 02 - Altura da chuva em mm

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
5 Minutos	9,5	10,9	12,0	12,7	13,2	13,7	14,0	14,6	15,1	15,5	16,0	16,6
10 Minutos	16,8	19,2	21,2	22,4	23,4	24,1	24,7	25,8	26,6	27,3	28,2	29,4
15 Minutos	22,6	25,8	28,5	30,1	31,4	32,4	33,3	34,7	35,8	36,7	37,9	39,5
20 Minutos	27,4	31,2	34,4	36,5	38,0	39,2	40,3	41,9	43,3	44,4	45,9	47,8
30 Minutos	34,7	39,6	43,7	46,3	48,2	49,8	51,1	53,2	54,9	56,4	58,2	60,6
45 Minutos	42,5	48,4	53,4	56,6	59,0	60,9	62,5	65,1	67,2	69,0	71,2	74,2
1 Hora	48,0	54,7	60,4	64,0	66,6	68,8	70,6	73,6	75,9	77,9	80,4	83,8
2 Horas	60,6	69,0	76,2	80,7	84,1	86,8	89,1	92,8	95,8	98,3	101,5	105,7
3 Horas	67,2	76,5	84,5	89,5	93,2	96,2	98,8	102,9	106,2	109,0	112,5	117,2
4 Horas	71,5	81,5	90,0	95,3	99,3	102,5	105,2	109,6	113,1	116,1	119,8	124,8
5 Horas	74,7	85,2	94,0	99,6	103,7	107,1	109,9	114,5	118,2	121,3	125,2	130,4
6 Horas	77,3	88,0	97,2	102,9	107,2	110,7	113,6	118,3	122,2	125,4	129,4	134,8
7 Horas	79,3	90,4	99,8	105,7	110,1	113,7	116,6	121,5	125,4	128,7	132,9	138,4
8 Horas	81,1	92,4	102,0	108,0	112,5	116,2	119,2	124,2	128,2	131,6	135,8	141,5
12 Horas	86,3	98,3	108,5	114,9	119,7	123,6	126,8	132,1	136,4	140,0	144,5	150,6
14 Horas	88,2	100,5	110,9	117,5	122,4	126,4	129,7	135,1	139,5	143,1	147,7	153,9

Tabela 02 - Altura da chuva em mm - Continuação

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
20 Horas	92,6	105,5	116,4	123,3	128,5	132,6	136,1	141,8	146,4	150,2	155,1	161,6
24 Horas	94,8	108,0	119,2	126,3	131,6	135,8	139,4	145,2	149,9	153,9	158,8	165,5

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

No distrito de Serra Azul em Mateus Leme foi registrada uma Chuva de 102 mm com duração de 3 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:*

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 102 mm dividido por 3 h é igual a 34 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{34(180 + 28,2)^{0,8882}}{2326} \right]^{1/0,1423} = 37,6 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 37,6 anos corresponde a uma probabilidade de 2,7% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 34 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{37,6} 100 = 2,7\%$$

REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviográfica Serra Azul.** Brasil: Google, [2020]. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 16 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado:** Mateus Leme. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/mateus-leme/panorama>. Acesso em: 11 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado:** Mateus Leme. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/mateus-leme/panorama>. Acesso em: 11 dez. 2020.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. de A. Estimção de parâmetros. In: __. **Hidrologia estatística.** Belo Horizonte: CPRM, 2007. P. 234.

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

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	5 MIN	DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN
1990/1991	06/01/1991	11,5	06/01/1991	22,4	06/01/1991	29,8	06/01/1991	54,7	06/01/1991	72,4
1991/1992	25/02/1992	8,6	15/11/1991	14,9	15/11/1991	21,7	15/11/1991	37,0	15/11/1991	43,7
1992/1993	26/02/1993	11,8	15/03/1993	14,6	06/01/1994	20,9	12/12/1992	30,5	12/12/1992	33,5
1993/1994	06/01/1994	9,8	06/01/1994	16,0	22/04/1995	16,1	06/01/1994	33,0	06/01/1994	47,0
1994/1995	22/04/1995	7,5	22/04/1995	9,7	18/11/1995	19,3	08/02/1995	20,2	07/03/1995	22,0
1995/1996	10/10/1995	9,7	10/10/1995	16,5	18/11/1995	19,3	18/11/1995	29,0	18/11/1995	38,4
1996/1997	01/02/1997	9,9	01/02/1997	12,5	18/01/1997	18,6	08/01/1997	24,7	08/01/1997	33,6
1997/1998	26/10/1997	8,9	26/10/1997	15,1	26/10/1997	16,6	18/02/1998	46,1	18/02/1998	53,1
1998/1999	17/12/1998	9,7	17/12/1998	12,2	17/12/1998	14,2	29/10/1998	22,4	29/10/1998	27,4
1999/2000	16/07/2000	9,8	16/07/2000	9,8	07/12/1999	12,0	12/04/2000	19,7	12/04/2000	25,7
2000/2001	23/12/2000	14,5	23/12/2000	20,2	22/12/2000	25,0	22/12/2000	41,4	22/12/2000	52,1
2001/2002	27/01/2002	10,7	27/01/2002	18,7	27/01/2002	25,2	27/01/2002	40,5	27/01/2002	43,3
2002/2003	01/11/2002	12,4	01/11/2002	22,5	01/11/2002	31,1	01/11/2002	52,3	01/11/2002	64,5
2003/2004	28/02/2004	11,9	28/02/2004	18,0	28/02/2004	21,1	02/11/2003	29,7	28/02/2004	39,1
2004/2005	19/11/2004	10,9	19/11/2004	17,2	19/11/2004	21,4	26/02/2005	29,0	26/02/2005	31,8
2005/2006	30/10/2005	11,9	08/11/2005	17,2	08/11/2005	24,1	08/11/2005	36,6	08/11/2005	37,4
2006/2007	30/11/2006	9,9	18/10/2006	17,2	18/10/2006	22,3	21/01/2007	28,7	21/01/2007	34,7
2007/2008	10/03/2008	11,8	10/03/2008	20,1	10/03/2008	25,6	10/03/2008	38,7	10/03/2008	47,0
2008/2009	08/11/2008	11,5	08/11/2008	18,7	08/11/2008	22,3	08/11/2008	28,8	08/11/2008	31,3
2009/2010	01/12/2009	9,5	01/12/2009	17,8	01/12/2009	23,5	01/12/2009	34,6	01/12/2009	35,2
2010/2011	15/03/2011	13,2	15/03/2011	18,7	15/03/2011	25,4	15/03/2011	42,2	15/03/2011	49,2
2011/2012	26/12/2011	11,8	01/06/2012	17,1	01/06/2012	25,4	01/06/2012	45,3	01/06/2012	58,8
2012/2013	27/05/2013	10,8	28/12/2012	12,6	05/04/2013	17,1	28/12/2012	29,0	28/12/2012	36,8
2013/2014	14/02/2014	12,1	19/10/2013	19,9	19/10/2013	27,1	19/10/2013	33,6	19/10/2013	35,2
2014/2015	27/01/2015	11,2	27/01/2015	17,5	27/01/2015	23,7	27/01/2015	39,5	27/01/2015	40,5
2015/2016	25/02/2016	11,8	18/01/2016	19,8	18/01/2016	24,3	18/01/2016	38,0	25/02/2016	48,7
2016/2017	13/01/2017	8,3	25/12/2016	13,6	25/12/2016	19,6	25/12/2016	29,1	25/12/2016	30,5
2017/2018	27/12/2017	12,0	27/12/2017	22,4	27/12/2017	31,8	27/12/2017	46,4	27/12/2017	56,4
2018/2019	24/10/2018	8,5	25/10/2018	13,7	25/10/2018	19,9	25/10/2018	27,9	25/10/2018	39,1

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	1H	DATA	2H	DATA	3H	DATA	4H
1990/1991	06/01/1991	80,0	06/01/1991	91,4	06/01/1991	95,9	06/01/1991	115,8
1991/1992	15/11/1991	51,4	15/11/1991	59,0	15/11/1991	59,0	15/11/1991	59,0
1992/1993	12/12/1992	33,7	23/02/1993	39,0	27/12/1992	52,0	27/12/1992	54,0
1993/1994	06/01/1994	57,0	06/01/1994	72,8	06/01/1994	76,1	06/01/1994	79,5
1994/1995	07/03/1995	26,4	22/12/1994	33,3	22/12/1994	47,6	22/12/1994	52,9
1995/1996	18/11/1995	46,7	18/11/1995	68,8	18/11/1995	78,7	18/11/1995	80,8
1996/1997	08/01/1997	37,1	08/01/1997	44,6	08/01/1997	45,4	08/01/1997	46,8
1997/1998	18/02/1998	56,2	18/02/1998	56,7	18/02/1998	56,7	18/02/1998	56,7
1998/1999	29/10/1998	27,7	04/11/1998	31,5	04/11/1998	38,4	04/11/1998	40,0
1999/2000	12/04/2000	31,4	07/12/1999	37,6	07/12/1999	38,9	21/11/1999	52,2
2000/2001	22/12/2000	56,5	22/12/2000	86,6	22/12/2000	86,8	22/12/2000	87,0
2001/2002	27/01/2002	44,5	27/01/2002	45,5	27/01/2002	45,9	27/01/2002	46,1
2002/2003	01/11/2002	71,0	16/01/2003	87,9	16/01/2003	101,8	16/01/2003	110,3
2003/2004	28/02/2004	45,3	28/02/2004	46,9	28/02/2004	47,0	28/02/2004	47,1
2004/2005	26/02/2005	32,5	26/02/2005	36,7	26/02/2005	39,2	24/12/2004	45,6
2005/2006	08/11/2005	37,5	05/03/2006	42,4	05/03/2006	44,2	05/03/2006	44,6
2006/2007	21/01/2007	35,6	21/01/2007	37,6	21/01/2007	39,0	21/01/2007	39,6
2007/2008	10/03/2008	48,3	10/03/2008	48,6	10/03/2008	52,6	30/01/2008	63,2
2008/2009	02/02/2009	33,1	02/02/2009	38,9	02/02/2009	42,1	17/12/2008	43,3
2009/2010	01/12/2009	35,3	02/03/2010	42,9	02/03/2010	43,7	04/12/2009	46,5
2010/2011	15/03/2011	55,3	15/03/2011	61,6	15/03/2011	62,8	15/03/2011	63,0
2011/2012	01/06/2012	68,8	01/06/2012	73,5	01/06/2012	73,6	01/06/2012	73,6
2012/2013	28/12/2012	42,9	28/12/2012	48,0	28/12/2012	54,6	28/12/2012	56,1
2013/2014	19/10/2013	36,8	25/12/2013	47,4	25/12/2013	47,7	24/12/2013	51,1
2014/2015	27/01/2015	41,0	27/01/2015	42,1	27/01/2015	43,6	27/01/2015	44,1
2015/2016	25/02/2016	61,6	25/02/2016	74,9	25/02/2016	81,3	25/02/2016	82,5
2016/2017	25/12/2016	31,0	04/12/2016	35,3	04/12/2016	39,6	04/12/2016	40,9
2017/2018	27/12/2017	62,9	27/12/2017	67,2	27/12/2017	67,3	27/12/2017	67,7
2018/2019	25/10/2018	48,4	25/10/2018	58,7	25/10/2018	59,3	25/10/2018	59,3

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	8H	DATA	14H	DATA	20H	DATA	24H	AH	PDMAH*
1990/1991	06/01/1991	123,4	06/01/1991	123,6	06/01/1991	123,6	05/01/1991	136,5	1990/1991	105,6
1991/1992	15/11/1991	59,2	14/11/1991	69,0	14/11/1991	69,2	14/11/1991	70,3	1991/1992	63,0
1992/1993	27/12/1992	61,7	27/12/1992	67,5	11/12/1992	72,5	11/12/1992	85,4	1992/1993	66,5
1993/1994	06/01/1994	91,8	06/01/1994	91,9	06/01/1994	91,9	06/01/1994	91,9	1993/1994	92,6
1994/1995	22/12/1994	63,5	22/12/1994	104,6	22/12/1994	113,5	22/12/1994	131,6	1994/1995	106,1
1995/1996	18/11/1995	92,2	18/11/1995	92,3	18/11/1995	95,4	18/11/1995	102,2	1995/1996	102,2
1996/1997	02/04/1997	54,8	02/01/1997	78,9	03/01/1997	107,4	02/01/1997	128,3	1996/1997	107,6
1997/1998	18/02/1998	56,7	18/02/1998	58,4	18/02/1998	58,5	18/02/1998	66,7	1997/1998	58,0
1998/1999	07/03/1999	59,7	03/11/1998	70,5	03/11/1998	74,4	03/11/1998	79,8	1998/1999	79,0
1999/2000	21/11/1999	77,7	21/11/1999	79,9	27/01/2000	87,8	27/01/2000	89,1	1999/2000	85,8
2000/2001	22/12/2000	87,0	21/12/2000	87,0	17/12/2000	87,8	17/12/2000	88,1	2000/2001	85,7
2001/2002	16/12/2001	57,5	16/12/2001	63,9	16/12/2001	66,9	16/12/2001	67,7	2001/2002	66,7
2002/2003	15/01/2003	125,6	15/01/2003	134,0	15/01/2003	140,7	15/01/2003	141,9	2002/2003	140,2
2003/2004	09/01/2004	53,8	09/01/2004	68,0	09/01/2004	77,7	09/01/2004	89,6	2003/2004	80,4
2004/2005	24/12/2004	55,0	03/03/2005	70,9	02/03/2005	95,0	02/03/2005	101,1	2004/2005	67,5
2005/2006	19/11/2005	57,9	19/11/2005	59,8	04/01/2006	63,9	05/03/2006	70,3	2005/2006	61,7
2006/2007	13/11/2006	45,3	15/01/2007	65,0	15/01/2007	66,5	15/01/2007	67,7	2006/2007	66,3
2007/2008	30/01/2008	90,2	30/01/2008	98,7	29/01/2008	107,4	29/01/2008	108,2	2007/2008	81,2
2008/2009	28/12/2008	67,9	27/12/2008	80,3	17/12/2008	104,5	27/12/2008	116,0	2008/2009	76,8
2009/2010	29/12/2009	59,4	29/12/2009	67,4	27/12/2009	84,0	27/12/2009	93,8	2009/2010	69,5
2010/2011	21/11/2010	81,3	21/11/2010	83,9	21/11/2010	86,3	21/11/2010	90,1	2010/2011	88,0
2011/2012	16/12/2011	77,4	16/12/2011	80,4	14/12/2011	87,2	14/12/2011	99,8	2011/2012	83,4
2012/2013	28/12/2012	56,4	28/12/2012	56,6	28/02/2013	85,5	28/02/2013	85,9	2012/2013	58,9
2013/2014	24/12/2013	62,9	24/12/2013	76,5	24/12/2013	76,9	24/12/2013	80,3	2013/2014	80,3
2014/2015	27/01/2015	44,3	27/01/2015	44,5	26/01/2015	46,7	26/01/2015	52,2	2014/2015	52,3
2015/2016	25/02/2016	82,8	25/02/2016	83,0	18/01/2016	88,2	18/01/2016	139,3	2015/2016	85,3
2016/2017	05/02/2017	52,4	05/02/2017	64,9	05/02/2017	66,5	05/02/2017	66,8	2016/2017	66,8
2017/2018	27/12/2017	68,0	30/11/2017	68,2	30/11/2017	81,5	01/12/2017	90,0	2017/2018	69,5
2018/2019	25/10/2018	59,4	24/10/2018	72,1	25/10/2018	110,6	24/10/2018	115,8	2018/2019	75,2

*PDMAH: Precipitação Diária Máxima por Ano Hidrológico (Out/Set)

*Leituras do Pluviômetro

ANEXO II

Estatísticas das Séries

DURAÇÃO	MÉDIA MM	DESVIO PADRÃO MM	MÁXIMO MM	MÍNIMO MM	AMPLITUDE MM	ASSIMETRIA	MEDIANA MM	1º QUARTIL MM	3º QUARTIL MM	AIQ MM
5 MIN	10,7	1,6	14,5	7,5	7	0,0	10,9	9,7	11,8	2,1
10 MIN	16,8	3,5	22,5	9,7	12,8	-0,3	17,2	14,6	18,7	4,2
15 MIN	22,2	4,7	31,8	12	19,8	0,0	22,3	19,3	25,2	5,9
30 MIN	34,8	9	54,7	19,7	35	0,4	33,6	29,0	40,5	11,6
45 MIN	41,7	11,8	72,4	22	50,4	0,8	39,1	33,6	48,7	15,1
1 Hora	46,1	13,9	80	26,4	53,6	0,7	44,5	35,3	56,2	20,9
2 Horas	53,7	17,5	91,4	31,5	59,9	0,8	47,4	39,0	67,2	28,2
3 Horas	57,3	18,1	101,8	38,4	63,4	1,0	52,0	43,7	67,3	23,6
4 Horas	60,3	19,9	115,8	39,6	76,2	1,4	54,0	46,1	67,7	21,7
8 Horas	69,8	20,3	125,6	44,3	81,3	1,4	61,7	56,7	81,3	24,6
14 Horas	78	19,3	134	44,5	89,5	1,2	72,1	67,4	83,9	16,4
20 Horas	86,8	20,6	140,7	46,7	94	0,6	86,3	72,5	95,4	22,8
24 Horas	94,7	24,2	141,9	52,2	89,7	0,5	90,0	79,8	108,2	28,5
*PDMAH	80,1	18,9	140,2	52,3	87,9	1,2	79	66,7	85,8	19,1

*PDMAH: Precipitação Diária Máxima por Ano Hidrológico (Out/Set)

Momentos-L e Razões-L

DURAÇÃO	l_1	l_2	L-CV	L-SKEW	L-KURT
5 MIN	10,7	0,9041	0,0841	-0,0447	0,0999
10 MIN	16,8	2,0016	0,1193	-0,0726	0,1116
15 MIN	22,2	2,6884	0,1210	-0,0032	0,1609
30 MIN	34,8	5,1498	0,1481	0,0974	0,1054
45 MIN	41,7	6,6444	0,1595	0,1651	0,1458
1 Hora	46,1	7,9578	0,1728	0,1662	0,0684
2 Horas	53,7	9,8556	0,1835	0,2232	0,0513
3 Horas	57,3	9,9708	0,1741	0,2920	0,0802
4 Horas	60,3	10,5649	0,1752	0,3295	0,1544
8 Horas	69,8	10,7502	0,1539	0,3111	0,1733
14 Horas	78,0	10,3022	0,1321	0,2347	0,2362
20 Horas	86,8	11,6416	0,1341	0,1041	0,1634
24 Horas	94,7	13,8157	0,1459	0,1298	0,1024
*PDMAH	80,1	10,2613	0,1281	0,2084	0,1695

*PDMAH: Precipitação Diária Máxima por Ano Hidrológico (Out/Set)

ANEXO III

Parâmetros da Distribuição Gumbel

Função Acumulada de Probabilidade de Gumbel para Máximos (β e α são parâmetros da distribuição de Gumbel e T é o tempo de retorno em anos)

$$F_x(x) = 1 - \frac{1}{T} = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x - \beta}{\alpha}\right)\right] \text{ para } -\infty < x < \infty, -\infty < \beta < \infty, \alpha > 0$$

$$\text{Inversa da distribuição de Gumbel: } x(T) = \beta - \alpha \left\{ \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right] \right\}$$

$$\alpha = \frac{l_2}{\ln(2)}$$

$$\beta = l_1 - 0,5772\alpha$$

DURAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	POSIÇÃO (β)	ESCALA (α)
5 Minutos	Gumbel (β, α)	10,00	1,304
10 Minutos	Gumbel (β, α)	15,12	2,888
15 Minutos	Gumbel (β, α)	19,98	3,879
30 Minutos	Gumbel (β, α)	30,49	7,430
45 Minutos	Gumbel (β, α)	36,12	9,586
1 Hora	Gumbel (β, α)	39,43	11,481
2 Horas	Gumbel (β, α)	45,49	14,219
3 Horas	Gumbel (β, α)	48,97	14,385
4 Horas	Gumbel (β, α)	51,51	15,242
8 Horas	Gumbel (β, α)	60,88	15,509
14 Horas	Gumbel (β, α)	69,41	14,863
20 Horas	Gumbel (β, α)	77,13	16,795
24 Horas	Gumbel (β, α)	83,19	19,932
PDMAH	Gumbel (β, α)	71,53	14,804

ANEXO IV

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd1/Pd2)
Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	RELAÇÃO 5 MIN/10 MIN	RELAÇÃO 10MIN/15 MIN	RELAÇÃO 15MIN/30 MIN	RELAÇÃO 30MIN/45 MIN	RELAÇÃO 45MIN/1H
Máxima	0,65	0,76	0,64	0,84	0,91
Mínima	0,56	0,75	0,59	0,81	0,87
Média	0,58	0,75	0,60	0,81	0,88
Mediana	0,57	0,75	0,59	0,81	0,87

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H	RELAÇÃO 14H/20
Máxima	0,86	0,96	0,95	0,92	0,96	0,91
Mínima	0,83	0,94	0,94	0,86	0,89	0,88
Média	0,84	0,96	0,95	0,91	0,95	0,90
Mediana	0,83	0,96	0,95	0,91	0,95	0,90

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/P1hora)
Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	RELAÇÃO 5 MIN/1H	RELAÇÃO 10 MIN/1H	RELAÇÃO 15 MIN/1H	RELAÇÃO 30 MIN/1H	RELAÇÃO 45 MIN/1H
Máxima	0,24	0,37	0,49	0,76	0,91
Mínima	0,17	0,31	0,41	0,70	0,87
Média	0,18	0,32	0,42	0,71	0,88
Mediana	0,18	0,31	0,42	0,71	0,87

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd24horas)
Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	RELAÇÃO 1H/24H	RELAÇÃO 2H/24H	RELAÇÃO 3H/24H	RELAÇÃO 4H/24H	RELAÇÃO 8H/24H	RELAÇÃO 14H/24H	RELAÇÃO 20H/24H
Máxima	0,53	0,64	0,66	0,70	0,76	0,82	0,92
Mínima	0,48	0,56	0,60	0,63	0,73	0,78	0,88
Média	0,52	0,62	0,65	0,69	0,75	0,80	0,89
Mediana	0,52	0,63	0,65	0,69	0,75	0,79	0,89

ANEXO IV

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd24horas/ Pdiária)
Tempos de Retorno de 2 a 100 anos

	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIO	MEDIANA	DP
Pd24 Horas / Pdiária	1,08	1,25	1,23	1,24	0,039

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O **Serviço Geológico do Brasil – CPRM** atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AValiação DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



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.



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

