

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Mateus Leme/MG

Estação Pluviográfica: Alto da Boa Vista

Código: 02044021 (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

Gerente 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: Alto da Boa Vista

Código: 02044021 (ANA)

Município: Mateus Leme/MG

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 / Eber José de Andrade Pinto.
– Belo Horizonte: CPRM, 2020.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-65-5664-082-2

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, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Alto da Boa Vista, código 02044021 (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 município de Mateus Leme/MG. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Alto da Boa Vista, código 02044021 (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 elaborada para o município de Mateus Leme 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 to the city of Mateus Leme/MG. The data series used in the study was prepared from continuous precipitation records of the Alto da Boa Vista rain station, code 02044021 (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 adjusted 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 developed for the city of Mateus Leme 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.

O município de Mateus Leme 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 Alto da Boa Vista código 02044021 (ANA) está localizada na Latitude 20°06'07"S e Longitude 44°24'07"O, na sub-bacia 40, do rio São Francisco. A estação pluviográfica localiza-se no município de Mateus Leme. Foram utilizados 21 anos nas durações de 5 e 10 minutos e 26 anos nas demais durações no período de 1991 a 2017. 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.

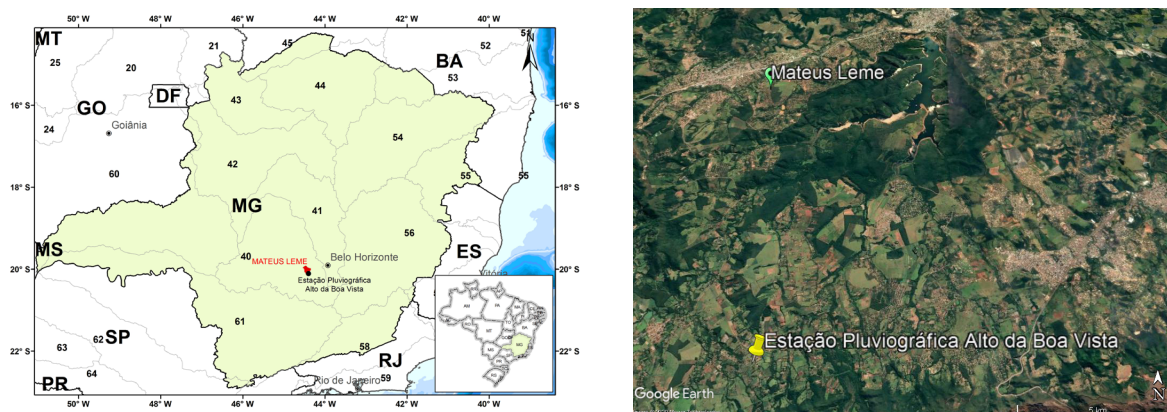


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google Earth, 2020)

EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Alto da Boa Vista, código 02044021 (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.

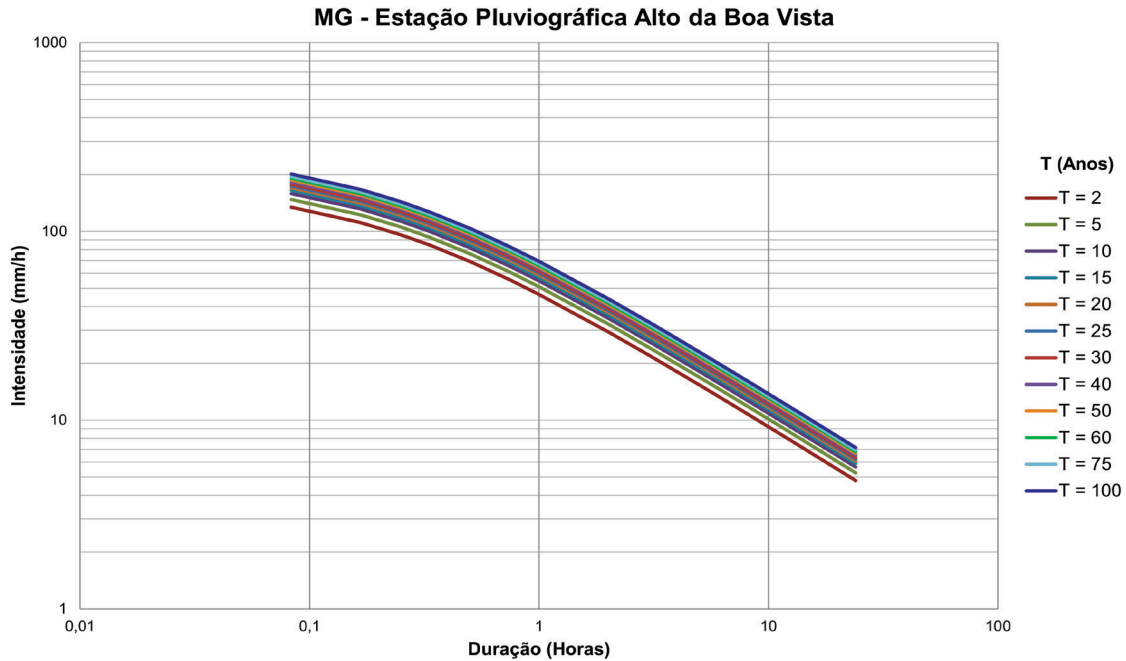


Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência

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

No caso de Alto da Boa Vista, para durações de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 1123; b = 0,1030; c = 13,0 \text{ e } d = 0,7594$$

$$i = \frac{1123 T^{0,1030}}{(t + 13,0)^{0,7594}} \quad (02)$$

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: Alto da Boa Vista

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	134,3	147,6	158,5	165,3	170,3	174,2	177,5	182,9	187,1	190,7	195,1	201,0
10 Minutos	111,5	122,5	131,6	137,2	141,3	144,6	147,4	151,8	155,3	158,3	162,0	166,8
15 Minutos	96,0	105,5	113,3	118,2	121,7	124,6	126,9	130,7	133,8	136,3	139,5	143,7
20 Minutos	84,8	93,2	100,1	104,3	107,5	110,0	112,0	115,4	118,1	120,3	123,1	126,8
30 Minutos	69,3	76,2	81,8	85,3	87,9	89,9	91,6	94,4	96,6	98,4	100,7	103,7
45 Minutos	55,2	60,7	65,2	68,0	70,0	71,7	73,0	75,2	77,0	78,4	80,2	82,6
1 Hora	46,4	51,0	54,7	57,1	58,8	60,2	61,3	63,2	64,6	65,8	67,4	69,4
2 Horas	29,4	32,3	34,7	36,2	37,3	38,2	38,9	40,0	41,0	41,8	42,7	44,0
3 Horas	22,2	24,4	26,2	27,3	28,1	28,8	29,3	30,2	30,9	31,5	32,2	33,2
4 Horas	18,0	19,8	21,3	22,2	22,9	23,4	23,9	24,6	25,1	25,6	26,2	27,0
5 Horas	15,4	16,9	18,1	18,9	19,5	19,9	20,3	20,9	21,4	21,8	22,3	23,0
6 Horas	13,4	14,8	15,9	16,5	17,0	17,4	17,8	18,3	18,7	19,1	19,5	20,1
7 Horas	12,0	13,2	14,2	14,8	15,2	15,6	15,9	16,3	16,7	17,0	17,4	18,0
8 Horas	10,9	12,0	12,8	13,4	13,8	14,1	14,4	14,8	15,2	15,4	15,8	16,3
12 Horas	8,0	8,8	9,5	9,9	10,2	10,4	10,6	11,0	11,2	11,4	11,7	12,0
14 Horas	7,2	7,9	8,5	8,8	9,1	9,3	9,5	9,8	10,0	10,2	10,4	10,7
20 Horas	5,5	6,0	6,5	6,8	7,0	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2
24 Horas	4,8	5,3	5,6	5,9	6,1	6,2	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2

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	11,2	12,3	13,2	13,8	14,2	14,5	14,8	15,2	15,6	15,9	16,3	16,7
10 Minutos	18,6	20,4	21,9	22,9	23,6	24,1	24,6	25,3	25,9	26,4	27,0	27,8
15 Minutos	24,0	26,4	28,3	29,5	30,4	31,1	31,7	32,7	33,4	34,1	34,9	35,9
20 Minutos	28,3	31,1	33,4	34,8	35,8	36,7	37,3	38,5	39,4	40,1	41,0	42,3
30 Minutos	34,7	38,1	40,9	42,7	43,9	45,0	45,8	47,2	48,3	49,2	50,4	51,9
45 Minutos	41,4	45,5	48,9	51,0	52,5	53,7	54,8	56,4	57,7	58,8	60,2	62,0
1 Hora	46,4	51,0	54,7	57,1	58,8	60,2	61,3	63,2	64,6	65,8	67,4	69,4
2 Horas	58,8	64,6	69,4	72,4	74,6	76,3	77,7	80,1	82,0	83,5	85,4	88,0
3 Horas	66,5	73,1	78,5	81,8	84,3	86,3	87,9	90,5	92,6	94,4	96,6	99,5
4 Horas	72,2	79,3	85,2	88,8	91,5	93,6	95,4	98,3	100,6	102,5	104,9	108,0
5 Horas	76,8	84,4	90,6	94,5	97,3	99,6	101,5	104,5	107,0	109,0	111,5	114,9
6 Horas	80,6	88,6	95,2	99,2	102,2	104,6	106,6	109,8	112,3	114,5	117,1	120,7
7 Horas	84,0	92,3	99,2	103,4	106,5	109,0	111,0	114,4	117,0	119,3	122,0	125,7
8 Horas	87,0	95,6	102,7	107,1	110,3	112,9	115,0	118,4	121,2	123,5	126,4	130,2
12 Horas	96,6	106,1	114,0	118,8	122,4	125,3	127,6	131,5	134,5	137,1	140,3	144,5
14 Horas	100,4	110,3	118,5	123,6	127,3	130,2	132,7	136,7	139,9	142,5	145,8	150,2

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	109,8	120,6	129,6	135,1	139,2	142,4	145,1	149,5	152,9	155,8	159,5	164,3
24 Horas	114,9	126,2	135,6	141,4	145,6	149,0	151,8	156,4	160,0	163,0	166,8	171,9

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Mateus Leme foi registrada uma Chuva de 99 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 99 mm dividido por 3 h é igual a 33 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{33(180 + 13,0)^{0,7594}}{1123} \right]^{1/0,1030} = 95,4 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 95,4 anos corresponde a uma probabilidade de 1% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 33 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{95,4} 100 = 1\%$$

REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviográfica Alto da Boa Vista**. Brasil: Google, [2020]. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 14 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. Estimação 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	15/12/1990	10,0	15/12/1990	17,3	15/12/1990	19,8	06/01/1991	30,7	06/01/1991	39,0
1991/1992	25/02/1992	14,2	15/11/1991	17,3	25/02/1992	21,3	15/11/1991	31,9	15/11/1991	39,1
1992/1993	03/11/1993	11,7	19/01/1993	13,4	20/12/1992	17,4	19/01/1993	31,1	19/01/1993	34,5
1993/1994	15/02/1995	9,4	06/01/1994	16,7	26/02/1994	21,8	26/02/1994	38,0	06/01/1994	51,0
1994/1995	05/03/1995	13,8	05/03/1995	20,9	05/03/1995	25,9	07/03/1995	37,0	05/03/1995	42,0
1995/1996	10/10/1995	11,8	25/12/1995	19,4	25/12/1995	21,8	25/12/1995	31,9	25/12/1995	32,0
1996/1997	15/12/1996	16,5	15/12/1996	25,5	15/12/1996	30,4	07/01/1997	33,5	07/01/1997	39,6
1997/1998	04/05/1998	9,6	26/10/1997	13,5	26/10/1997	18,3	26/10/1997	24,5	10/02/1998	27,5
1998/1999	15/12/1998	9,7	15/12/1998	18,7	15/12/1998	22,3	15/12/1998	27,3	27/12/1998	32,0
1999/2000	19/01/2000	11,3	07/12/1999	19,0	19/01/2000	23,4	19/01/2000	33,4	07/12/1999	39,1
2000/2001	22/12/2000	12,5	22/12/2000	17,3	22/12/2000	21,0	22/12/2000	29,6	21/01/2001	38,1
2002/2003	21/11/2002	8,4	21/11/2002	15,1	21/11/2002	21,2	21/11/2002	36,5	21/11/2002	47,6
2003/2004	02/11/2003	10,4	02/11/2003	13,8	02/11/2003	18,0	02/11/2003	29,6	02/11/2003	33,6
2004/2005	18/01/2005	9,3	18/01/2005	12,7	19/02/2005	17,1	19/11/2004	24,9	18/01/2005	28,5
2005/2006	05/03/2006	10,1	08/11/2005	13,2	08/11/2005	17,1	19/12/2005	25,6	19/12/2005	30,4
2006/2007	07/11/2006	9,3	15/01/2007	12,2	30/11/2006	15,7	30/11/2006	27,9	30/11/2006	38,2
2007/2008	08/04/2008	10,9	25/02/2008	18,0	25/02/2008	21,5	25/02/2008	26,3	25/02/2008	33,4
2008/2009	12/12/2008	9,9	27/06/2009	12,5	27/06/2009	16,7	27/06/2009	29,3	27/06/2009	33,5
2009/2010	22/03/2010	12,1	22/03/2010	18,1	22/03/2010	24,1	22/03/2010	38,5	22/03/2010	45,9
2010/2011	07/12/2010	13,8	07/12/2010	21,0	07/12/2010	24,6	23/11/2010	38,4	22/11/2010	50,4
2011/2012					27/12/2011	20,4	07/12/2011	32,0	07/12/2011	41,4
2012/2013					27/12/2012	20,2	21/12/2012	23,6	20/01/2013	30,6
2014/2015					06/11/2014	24,4	06/11/2014	33,0	06/11/2014	36,0
2015/2016					20/11/2015	27,2	18/01/2016	33,0	18/01/2016	46,6
2016/2017					24/11/2016	23,8	24/11/2016	30,8	24/11/2016	32,2

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	46,2	06/01/1991	84,3	06/01/1991	99,6	06/01/1991	107,2
1991/1992	14/11/1991	52,7	14/11/1991	66,6	14/11/1991	66,6	14/11/1991	66,6
1992/1993	19/01/1993	34,5	24/02/1993	38,3	19/01/1993	45,2	24/02/1993	49,1
1993/1994	06/01/1994	63,0	06/01/1994	95,9	06/01/1994	99,3	06/01/1994	99,6
1994/1995	05/03/1995	42,7	15/02/1995	51,1	15/02/1995	57,3	15/02/1995	60,9
1995/1996	18/11/1995	39,1	25/12/1995	58,0	18/11/1995	64,9	18/11/1995	67,2
1996/1997	07/01/1997	41,6	07/01/1997	44,9	07/01/1997	46,1	20/11/1996	51,9
1997/1998	08/02/1998	28,7	19/01/1998	33,4	19/01/1998	38,1	19/01/1998	42,5
1998/1999	27/12/1998	37,4	27/12/1998	40,7	27/12/1998	40,9	27/12/1998	40,9
1999/2000	07/12/1999	40,5	21/11/1999	46,1	21/11/1999	56,5	21/11/1999	64,0
2000/2001	22/12/2000	40,2	22/12/2000	49,1	22/12/2000	50,2	22/12/2000	50,2
2002/2003	21/11/2002	51,2	21/11/2002	52,5	16/01/2003	58,9	16/01/2003	68,6
2003/2004	02/11/2003	39,6	02/11/2003	48,7	02/11/2003	52,1	02/11/2003	55,4
2004/2005	18/01/2005	35,8	18/01/2005	41,6	18/01/2005	49,2	18/01/2005	50,8
2005/2006	19/12/2005	32,9	05/03/2006	34,5	11/12/2005	40,2	05/01/2006	45,4
2006/2007	30/11/2006	44,2	30/11/2006	49,5	30/11/2006	53,8	30/11/2006	55,4
2007/2008	24/03/2008	37,7	25/02/2008	43,4	25/02/2008	48,3	25/02/2008	50,5
2008/2009	02/02/2009	38,4	02/02/2009	48,5	02/02/2009	52,1	02/02/2009	52,9
2009/2010	22/03/2010	46,9	22/03/2010	47,5	04/12/2009	51,7	04/12/2009	56,7
2010/2011	23/11/2010	54,0	22/11/2010	64,9	22/11/2010	69,0	22/11/2010	75,6
2011/2012	07/12/2011	49,0	07/12/2011	54,2	07/12/2011	54,3	07/12/2011	54,4
2012/2013	15/11/2012	31,4	20/01/2013	38,0	28/12/2012	40,4	26/01/2013	43,6
2014/2015	06/11/2014	38,2	06/11/2014	39,4	27/01/2015	39,8	27/01/2015	40,0
2015/2016	18/01/2016	62,6	18/01/2016	86,4	18/01/2016	92,6	18/01/2016	95,4
2016/2017	24/11/2016	32,3	13/01/2017	35,8	13/01/2017	37,8	13/01/2017	40,4

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	114,9	06/01/1991	114,9	06/01/1991	114,94	05/01/1991	145,2	1990/1991	112,8
1991/1992	14/11/1991	66,7	14/11/1991	81,5	23/01/1992	104,02	23/01/1992	121,8	1991/1992	93,4
1992/1993	09/11/1992	51,7	17/12/1992	63,9	17/12/1992	78,92	17/12/1992	80,6	1992/1993	80,6
1993/1994	06/01/1994	111,4	06/01/1994	111,6	06/01/1994	111,61	06/01/1994	124,8	1993/1994	124,8
1994/1995	22/12/1994	65,1	22/12/1994	106,1	22/12/1994	117,5	22/12/1994	133,4	1994/1995	107
1995/1996	18/11/1995	75,1	13/12/1995	78,4	13/12/1995	82,2	13/12/1995	89,3	1995/1996	82,8
1996/1997	20/11/1996	72,6	20/11/1996	85,4	02/01/1997	101,91	02/01/1997	123,4	1996/1997	103
1997/1998	28/11/1997	47,9	28/11/1997	51,0	28/11/1997	54,44	28/11/1997	60,9	1997/1998	52,8
1998/1999	24/02/1999	54,3	03/11/1998	65,9	03/11/1998	68,3	03/11/1998	86,5	1998/1999	86,5
1999/2000	21/11/1999	90,6	21/11/1999	94,0	21/11/1999	94,05	21/11/1999	94,1	1999/2000	80,8
2000/2001	17/12/2000	66,5	17/12/2000	88,4	17/12/2000	98,43	17/12/2000	98,7	2000/2001	95,1
2002/2003	16/01/2003	85,4	15/01/2003	133,4	15/01/2003	144,19	15/01/2003	146,6	2001/2002	96,3
2003/2004	02/11/2003	61,5	09/01/2004	62,9	09/01/2004	68,05	09/01/2004	82,8	2002/2003	141,4
2004/2005	18/01/2005	53,9	03/03/2005	70,6	02/03/2005	93,8	02/03/2005	99,2	2003/2004	73,5
2005/2006	19/11/2005	60,8	19/11/2005	69,8	04/01/2006	73,34	04/01/2006	73,4	2004/2005	68,4
2006/2007	30/11/2006	56,5	15/01/2007	61,5	15/01/2007	62,96	15/01/2007	66,8	2005/2006	69,5
2007/2008	30/01/2008	61,4	30/01/2008	71,1	24/02/2008	81,02	24/02/2008	81,2	2006/2007	66,8
2008/2009	02/02/2009	53,1	17/12/2008	66,9	17/12/2008	104,56	16/12/2008	107,0	2007/2008	78,6
2009/2010	04/12/2009	63,9	28/12/2009	71,5	27/12/2009	92,21	27/12/2009	95,1	2008/2009	87,3
2010/2011	22/11/2010	75,9	22/11/2010	77,8	22/11/2010	79,74	22/11/2010	98,3	2009/2010	74,2
2011/2012	16/12/2011	67,9	01/01/2012	75,8	01/01/2012	90,8	01/01/2012	99,8	2013/2014	77,5
2012/2013	26/01/2013	54,2	26/01/2013	55,4	28/02/2013	74,22	28/02/2013	74,5	2015/2016	105,4
2014/2015	09/09/2015	44,6	09/09/2015	47,4	23/11/2014	54,57	23/11/2014	55,5		
2015/2016	18/01/2016	99,3	18/01/2016	101,0	18/01/2016	104,06	18/01/2016	130,2		
2016/2017	04/12/2016	56,0	04/12/2016	58,4	04/12/2016	69,8	04/12/2016	76,6		

*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 Minutos	11,2	2,1	16,5	8,4	8,1	1	10,7	9,7	12,2	2,5
10 Minutos	16,8	3,5	25,5	12,2	13,3	0,6	17,3	13,5	18,8	5,3
15 Minutos	21,4	3,6	30,4	15,7	14,7	0,5	21,3	18,3	23,8	5,5
30 Minutos	31,1	4,4	38,5	23,6	14,9	0,1	31,1	27,9	33,4	5,5
45 Minutos	37,7	6,7	51	27,5	23,5	0,5	38,1	32,2	41,4	9,2
1 Hora	42,4	9	63	28,7	34,3	0,8	40,2	37,4	46,9	9,5
2 Horas	51,7	16,4	95,9	33,4	62,5	1,5	48,5	40,7	54,2	13,5
3 Horas	56,2	17,7	99,6	37,8	61,8	1,5	52,1	45,2	58,9	13,8
4 Horas	59,4	18,3	107,2	40	67,2	1,4	54,4	49,1	66,6	17,5
8 Horas	68,5	18,8	114,9	44,6	70,3	1,2	63,9	54,3	75,1	20,7
14 Horas	78,6	21,4	133,4	47,4	86	0,9	71,5	63,9	88,4	24,5
20 Horas	88,8	21,5	144,2	54,4	89,8	0,5	90,8	73,3	104,0	30,7
24 Horas	97,8	25,6	146,6	55,5	91,1	0,4	95,1	80,6	121,8	41,2
*PDMAH	89,0	20,7	141,4	52,8	88,6	0,8	84,65	75,0	101,3	26,3

*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 Minutos	11,2	1,1579	0,1032	0,2372	0,1099
10 Minutos	16,8	1,9886	0,1186	0,1083	0,0783
15 Minutos	21,4	2,0381	0,0952	0,0843	0,1306
30 Minutos	31,1	2,5535	0,0820	0,0121	0,0864
45 Minutos	37,7	3,8532	0,1023	0,1331	0,0765
1 Hora	42,4	5,0598	0,1193	0,1894	0,1536
2 Horas	51,7	8,6423	0,1671	0,3253	0,2217
3 Horas	56,2	9,2465	0,1645	0,3262	0,2117
4 Horas	59,4	9,6500	0,1624	0,3207	0,2027
8 Horas	68,5	10,1456	0,1482	0,2976	0,1802
14 Horas	78,6	12,0220	0,1530	0,2090	0,1509
20 Horas	88,8	12,3001	0,1385	0,0703	0,1076
24 Horas	97,8	14,7731	0,1510	0,1020	0,0848
*PDMAH	89,0	11,6522	0,1309	0,1653	0,1672

*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)	10,26	1,671
10 Minutos	Gumbel (β, α)	15,11	2,869
15 Minutos	Gumbel (β, α)	19,72	2,940
30 Minutos	Gumbel (β, α)	29,00	3,684
45 Minutos	Gumbel (β, α)	34,47	5,559
1 Hora	Gumbel (β, α)	38,21	7,300
2 Horas	Gumbel (β, α)	44,54	12,468
3 Horas	Gumbel (β, α)	48,50	13,340
4 Horas	Gumbel (β, α)	51,37	13,922
8 Horas	Gumbel (β, α)	60,00	14,637
14 Horas	Gumbel (β, α)	68,58	17,344
24 Horas	Gumbel (β, α)	78,54	17,745
PDMAH	Gumbel (β, α)	79,32	16,811

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	0,67	0,85	0,72	0,83	0,89
Mínima	0,63	0,78	0,69	0,76	0,84
Média	0,64	0,84	0,72	0,78	0,85
Mediana	0,64	0,84	0,72	0,77	0,84

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H	RELAÇÃO 14H/20
Máxima	0,83	0,93	0,95	0,91	0,87	0,93
Mínima	0,71	0,92	0,94	0,86	0,85	0,88
Média	0,73	0,93	0,95	0,90	0,86	0,92
Mediana	0,72	0,93	0,95	0,90	0,86	0,92

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

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H
Máxima	0,27	0,40	0,51	0,74	0,89
Mínima	0,25	0,39	0,46	0,64	0,84
Média	0,25	0,39	0,47	0,66	0,85
Mediana	0,25	0,39	0,47	0,65	0,84

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	0,44	0,56	0,60	0,63	0,70	0,82	0,92
Mínima	0,39	0,53	0,57	0,60	0,69	0,80	0,87
Média	0,40	0,55	0,59	0,63	0,69	0,81	0,88
Mediana	0,40	0,55	0,60	0,63	0,69	0,81	0,88

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	0,99	1,17	1,15	1,16	0,041

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



AVLIAÇÃO 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

