

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Itaúna/MG

Estação Pluviográfica: Fazenda Laranjeiras

Código: 02044041 (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: Fazenda Laranjeiras

Código: 02044041 (ANA)

Município: Itaúna/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 (ERJ)

Irene Cristina Corrêa Reis

Revisão (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)

P594 Pinto, Eber José de Andrade
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-
Frequência: Município Itaúna/MG / Eber José de Andrade Pinto. – Belo
Horizonte: CPRM, 2020.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade.
ISBN 978-65-5664-088-4

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pinto, Eber
José de Andrade. II. 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 Itaúna/MG, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Fazenda Laranjeiras, código 02044041 (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 Itaúna/MG. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Fazenda Laranjeiras, código 02044041 (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 Itaúna 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 Itaúna/MG. The data series used in the study was prepared from continuous precipitation records of the Fazenda Laranjeiras rain station, code 02044041 (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 Itaúna 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
REFERÊNCIAS.....	10
EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	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 Itaúna/MG.

O município de Itaúna está localizado a 69 km da cidade de Belo Horizonte capital do estado, pertencendo a sua Região Metropolitana, e faz fronteira com os municípios de Para de Minas, Mateus Leme, Itatiaiuçu, Carmo do Cajuru e Igaratinga. O município possui uma área aproximada de 495,769 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019) e localiza-se a uma altitude de 880 metros. A população de Itaúna, segundo IBGE (2010), é de 85.463 habitantes.

A estação Fazenda Laranjeiras código 02044041 (ANA) está localizada na Latitude 20°06'13"S e Longitude 44°29'04"O, na sub-bacia 40, do rio São Francisco. A estação pluviográfica localiza-se no município de Itaúna. Foram utilizados 19 anos nas durações de 5 e 10 minutos e 20 anos nas demais durações no período de 1991 a 2011. 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.

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

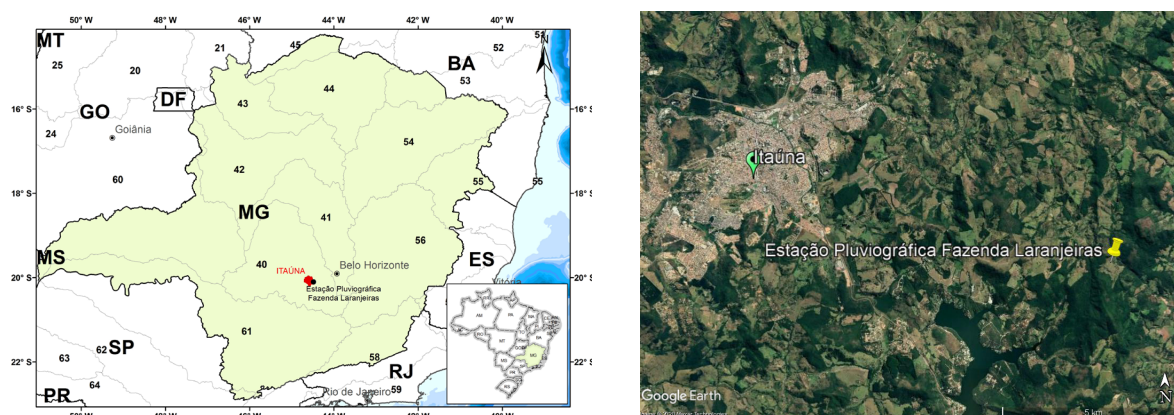
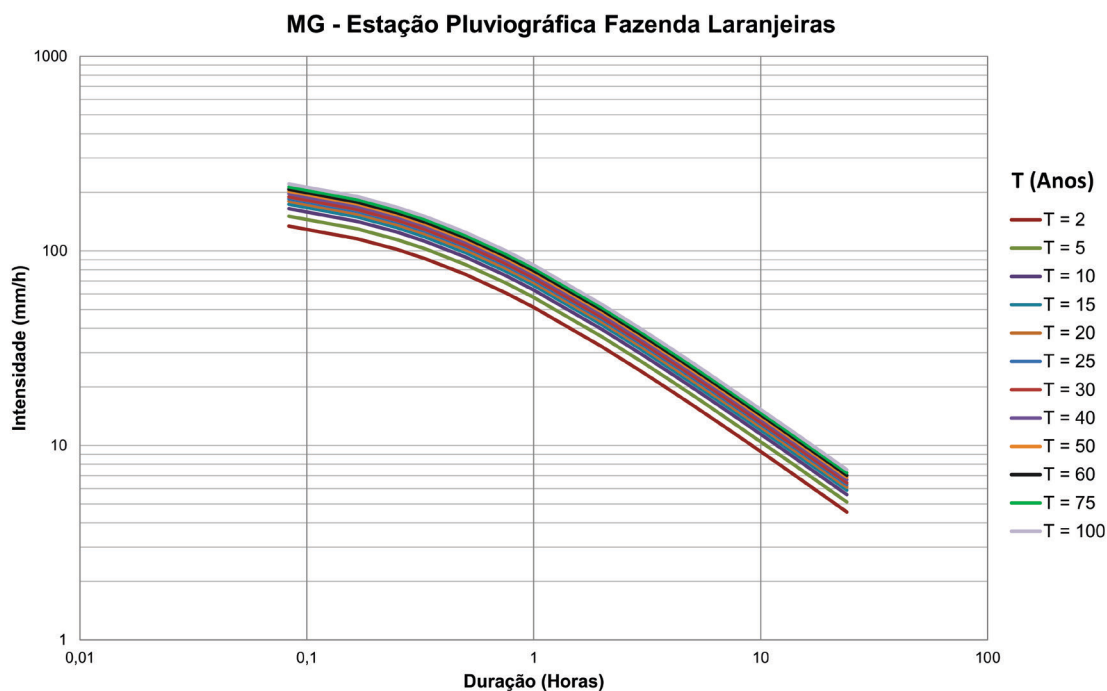


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google Earth, 2020)

EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Fazenda Laranjeiras, código 02044041 (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, 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 (Naghttini; Pinto, 2007), 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.



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 , e d são parâmetros da equação

No caso de Fazenda Laranjeiras, para durações de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 1829; b = 0,1277; c = 20,4 \text{ e } d = 0,8351$$

$$i = \frac{1829 T^{0,1277}}{(t + 20,4)^{0,8351}} \quad (02)$$

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	30	40	50	60	75	100
5 Minutos	134,1	150,8	164,7	173,5	180,0	185,2	189,5	196,6	202,3	207,1	213,1	221,0
10 Minutos	115,4	129,8	141,8	149,3	154,9	159,4	163,1	169,2	174,1	178,2	183,4	190,2
15 Minutos	101,6	114,3	124,8	131,5	136,4	140,3	143,6	149,0	153,3	156,9	161,5	167,5
20 Minutos	91,0	102,3	111,8	117,7	122,1	125,7	128,6	133,4	137,3	140,5	144,6	150,0
30 Minutos	75,7	85,1	92,9	97,9	101,5	104,5	106,9	110,9	114,1	116,8	120,2	124,7
45 Minutos	60,9	68,4	74,8	78,7	81,7	84,1	86,0	89,2	91,8	94,0	96,7	100,3
1 Hora	51,2	57,6	62,9	66,3	68,8	70,7	72,4	75,1	77,3	79,1	81,4	84,4
2 Horas	32,2	36,2	39,5	41,6	43,2	44,4	45,5	47,2	48,5	49,7	51,1	53,0
3 Horas	23,9	26,9	29,3	30,9	32,1	33,0	33,8	35,0	36,0	36,9	38,0	39,4
4 Horas	19,2	21,6	23,6	24,8	25,8	26,5	27,1	28,2	29,0	29,6	30,5	31,6
5 Horas	16,1	18,2	19,8	20,9	21,7	22,3	22,8	23,7	24,4	24,9	25,7	26,6
6 Horas	14,0	15,7	17,2	18,1	18,8	19,3	19,8	20,5	21,1	21,6	22,2	23,1
7 Horas	12,4	13,9	15,2	16,0	16,6	17,1	17,5	18,2	18,7	19,1	19,7	20,4
8 Horas	11,1	12,5	13,7	14,4	14,9	15,4	15,7	16,3	16,8	17,2	17,7	18,3
12 Horas	8,0	9,0	9,9	10,4	10,8	11,1	11,3	11,8	12,1	12,4	12,7	13,2
14 Horas	7,1	8,0	8,7	9,2	9,5	9,8	10,0	10,4	10,7	10,9	11,2	11,7
20 Horas	5,3	5,9	6,5	6,8	7,1	7,3	7,5	7,7	8,0	8,2	8,4	8,7
24 Horas	4,5	5,1	5,6	5,9	6,1	6,3	6,4	6,7	6,9	7,0	7,2	7,5

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	12,6	13,7	14,5	15,0	15,4	15,8	16,4	16,9	17,3	17,8	18,4
10 Minutos	19,2	21,6	23,6	24,9	25,8	26,6	27,2	28,2	29,0	29,7	30,6	31,7
15 Minutos	25,4	28,6	31,2	32,9	34,1	35,1	35,9	37,3	38,3	39,2	40,4	41,9
20 Minutos	30,3	34,1	37,3	39,2	40,7	41,9	42,9	44,5	45,8	46,8	48,2	50,0
30 Minutos	37,8	42,5	46,5	48,9	50,8	52,2	53,5	55,5	57,1	58,4	60,1	62,4
45 Minutos	45,7	51,3	56,1	59,1	61,3	63,0	64,5	66,9	68,9	70,5	72,5	75,2
1 Hora	51,2	57,6	62,9	66,3	68,8	70,7	72,4	75,1	77,3	79,1	81,4	84,4
2 Horas	64,3	72,3	79,0	83,2	86,3	88,8	90,9	94,3	97,0	99,3	102,2	106,0
3 Horas	71,7	80,6	88,0	92,7	96,2	99,0	101,3	105,1	108,1	110,7	113,9	118,1
4 Horas	76,8	86,3	94,3	99,3	103,1	106,0	108,5	112,6	115,9	118,6	122,0	126,6
5 Horas	80,7	90,8	99,2	104,4	108,3	111,5	114,1	118,4	121,8	124,7	128,3	133,1
6 Horas	84,0	94,4	103,1	108,6	112,7	115,9	118,6	123,1	126,6	129,6	133,4	138,4
7 Horas	86,7	97,4	106,4	112,1	116,3	119,7	122,5	127,1	130,7	133,8	137,7	142,8
8 Horas	89,0	100,1	109,3	115,2	119,5	122,9	125,8	130,5	134,3	137,5	141,4	146,7
12 Horas	96,3	108,2	118,3	124,5	129,2	132,9	136,1	141,2	145,2	148,7	152,9	158,7
14 Horas	99,1	111,4	121,7	128,2	133,0	136,8	140,0	145,3	149,5	153,0	157,4	163,3
20 Horas	105,7	118,8	129,8	136,7	141,9	146,0	149,4	155,0	159,5	163,2	167,9	174,2
24 Horas	109,2	122,8	134,1	141,2	146,5	150,8	154,3	160,1	164,7	168,6	173,5	180,0

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Itaúna foi registrada uma Chuva de 109 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, 109 mm dividido por 3 h é igual a 36,3 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{36,3(180 + 20,4)^{0,8351}}{1829} \right]^{1/0,1277} = 53,2 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 53,2 anos corresponde a uma probabilidade de 1,9% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 36,3 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{53,2} 100 = 1,9\%$$

REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviográfica Fazenda Laranjeiras**. Brasil: Google, [2020]. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 21 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Itaúna. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itauna/panorama>. Acesso em: 21 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Itaúna. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itauna/panorama>. Acesso em: 21 dez. 2020.

PINTO, Eber José de Andrade. **Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico**. Belo Horizonte: CPRM, 2013.

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

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	5 MIN.	DATA	10 MIN.	DATA	15 MIN.	DATA	30 MIN.	DATA	45 MIN.
1991/1992	26/12/1992	14,7	26/12/1992	21,7	05/01/1992	12,3	05/01/1992	19,8	05/01/1992	25,5
1992/1993	27/01/1994	9,8	27/01/1994	18,5	26/12/1992	30,2	26/12/1992	47,8	26/12/1992	53,7
1993/1994	15/02/1995	10,1	22/03/1995	12,5	06/01/1994	22,8	06/01/1994	43,6	06/01/1994	56,9
1994/1995	09/03/1996	12,0	09/03/1996	18,8	12/01/1995	19,0	12/01/1995	28,8	12/01/1995	36,7
1995/1996	07/01/1997	14,2	07/01/1997	23,2	09/03/1996	22,0	09/03/1996	32,9	09/03/1996	35,9
1996/1997	08/02/1998	10,5	26/11/1997	16,7	07/01/1997	31,8	07/01/1997	43,6	07/01/1997	52,1
1997/1998	11/03/1999	9,5	11/03/1999	18,9	26/11/1997	24,8	26/11/1997	44,1	26/11/1997	54,6
1998/1999	07/03/2000	9,9	07/12/1999	16,5	11/03/1999	25,0	11/03/1999	28,2	11/03/1999	31,2
1999/2000	29/03/2001	12,1	29/03/2001	19,1	07/12/1999	19,8	07/12/1999	30,7	07/12/1999	39,7
2000/2001	27/01/2002	10,0	27/01/2002	16,9	29/03/2001	22,7	01/01/2001	28,3	01/01/2001	31,8
2001/2002	21/12/2002	15,9	21/12/2002	27,1	27/01/2002	21,3	27/01/2002	32,5	06/12/2001	38,9
2002/2003	15/02/2004	14,9	15/02/2004	19,8	21/12/2002	39,3	21/12/2002	60,6	21/12/2002	69,9
2003/2004	03/10/2004	10,2	03/10/2004	14,6	19/11/2003	24,7	19/11/2003	38,2	19/11/2003	41,3
2004/2005	05/03/2006	10,5	23/11/2005	16,0	03/10/2004	19,0	31/12/2004	27,2	31/12/2004	36,8
2005/2006	18/10/2006	12,6	18/10/2006	22,9	23/11/2005	19,0	09/04/2006	30,8	09/04/2006	39,1
2006/2007	03/02/2008	13,2	03/02/2008	20,3	18/10/2006	27,0	18/10/2006	33,7	25/12/2006	47,4
2007/2008	12/12/2008	13,2	16/03/2009	17,1	03/02/2008	22,5	03/02/2008	28,1	03/02/2008	28,7
2008/2009	21/12/2009	10,0	21/12/2009	16,7	16/03/2009	21,9	27/06/2009	28,9	27/06/2009	33,5
2009/2010	16/11/2010	12,1	16/11/2010	17,2	21/12/2009	23,3	21/12/2009	38,5	21/12/2009	50,7
2010/2011					16/11/2010	19,2	05/12/2010	30,9	05/12/2010	38,8

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS
1991/1992	05/01/1992	28,6	05/01/1992	34,6	16/01/1992	36,3	16/01/1992	39,2
1992/1993	26/12/1992	54,8	17/12/1992	69,1	17/12/1992	71,9	17/12/1992	74,6
1993/1994	06/01/1994	70,0	06/01/1994	88,2	06/01/1994	89,1	06/01/1994	98,4
1994/1995	12/01/1995	36,8	12/01/1995	36,9	22/12/1994	40,1	22/12/1994	45,2
1995/1996	09/03/1996	36,1	09/03/1996	36,3	09/03/1996	36,3	14/12/1995	40,6
1996/1997	07/01/1997	54,7	07/01/1997	59,5	07/01/1997	60,1	07/01/1997	62,1
1997/1998	26/11/1997	57,5	26/11/1997	60,1	25/11/1997	60,1	25/11/1997	60,1
1998/1999	11/03/1999	32,3	11/03/1999	35,4	11/03/1999	36,2	24/03/1999	36,8
1999/2000	07/12/1999	51,9	07/12/1999	75,8	07/12/1999	77,3	07/12/1999	78,0
2000/2001	01/01/2001	31,9	22/12/2000	34,0	22/12/2000	35,0	22/12/2000	35,4
2001/2002	26/03/2002	44,1	26/03/2002	48,5	26/03/2002	48,8	27/01/2002	49,1
2002/2003	21/12/2002	73,3	16/01/2003	92,3	16/01/2003	108,8	16/01/2003	115,0
2003/2004	19/11/2003	42,5	22/12/2003	47,8	22/12/2003	50,9	22/12/2003	51,1
2004/2005	31/12/2004	38,4	31/12/2004	38,4	31/12/2004	38,4	29/11/2004	38,7
2005/2006	09/04/2006	43,3	09/04/2006	48,8	09/04/2006	51,6	09/04/2006	52,8
2006/2007	25/12/2006	56,1	25/12/2006	57,0	25/12/2006	57,0	25/12/2006	57,0
2007/2008	12/03/2008	33,0	12/03/2008	50,2	12/03/2008	53,8	12/03/2008	56,6
2008/2009	27/06/2009	35,0	10/11/2008	38,5	17/12/2008	43,5	28/12/2008	48,6
2009/2010	21/12/2009	52,7	21/12/2009	53,4	21/12/2009	54,8	21/12/2009	55,0
2010/2011	05/12/2010	41,2	18/10/2010	48,1	18/10/2010	49,9	18/10/2010	50,0

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	20 HORAS	DATA	24 HORAS	AH	PDMAH*
1991/1992	03/02/1992	50,3	03/02/1992	71,2	03/02/1992	92,6	03/02/1992	105,0	1991/1992	66,8
1992/1993	17/12/1992	92,4	17/12/1992	93,0	17/12/1992	114,8	17/12/1992	115,0	1992/1993	110
1993/1994	06/01/1994	106,0	06/01/1994	106,1	06/01/1994	106,1	06/01/1994	106,1	1993/1994	97,8
1994/1995	22/12/1994	51,9	22/12/1994	86,8	22/12/1994	99,2	22/12/1994	121,8	1994/1995	97,4
1995/1996	14/12/1995	55,7	13/12/1995	65,1	13/12/1995	67,7	13/12/1995	79,4	1995/1996	79,4
1996/1997	07/01/1997	63,9	22/12/1996	96,6	03/01/1997	111,8	02/01/1997	128,6	1996/1997	112,5
1997/1998	25/11/1997	60,3	25/11/1997	60,3	25/11/1997	62,1	25/11/1997	72,0	1997/1998	65,6
1998/1999	07/03/1999	46,1	07/03/1999	69,9	07/03/1999	74,7	06/03/1999	80,8	1998/1999	65,7
1999/2000	07/12/1999	80,4	07/12/1999	89,5	07/12/1999	90,9	07/12/1999	94,7	1999/2000	94,7
2000/2001	14/11/2000	54,8	17/12/2000	74,3	17/12/2000	81,9	17/12/2000	81,9	2000/2001	78,5
2001/2002	16/12/2001	64,3	16/12/2001	73,3	16/12/2001	77,9	16/12/2001	78,2	2001/2002	71,7
2002/2003	16/01/2003	141,3	15/01/2003	188,2	15/01/2003	198,8	15/01/2003	198,9	2002/2003	190,2
2003/2004	22/01/2004	63,5	22/01/2004	65,5	22/01/2004	70,5	09/01/2004	73,3	2003/2004	68,4
2004/2005	25/05/2005	47,6	03/03/2005	62,8	03/03/2005	86,5	03/03/2005	92,7	2004/2005	77,4
2005/2006	19/11/2005	63,6	19/11/2005	64,0	19/11/2005	67,1	19/11/2005	69,1	2005/2006	69,1
2006/2007	25/12/2006	57,1	25/12/2006	57,2	25/12/2006	57,2	25/12/2006	59,4	2006/2007	59,4
2007/2008	12/03/2008	63,5	12/03/2008	67,9	29/01/2008	72,9	12/03/2008	76,7	2007/2008	76,7
2008/2009	28/12/2008	63,8	27/12/2008	77,4	27/12/2008	82,6	27/12/2008	82,6	2008/2009	73,2
2009/2010	27/12/2009	65,8	27/12/2009	72,8	21/10/2009	83,0	27/12/2009	88,3	2009/2010	72,7
2010/2011	21/11/2010	55,1	21/11/2010	61,0	05/03/2011	67,5	21/11/2010	68,3	2010/2011	67,7

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

*Leituras do Pluviômetro

ANEXO II

Estatística 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	11,9	2	15,9	9,5	6,4	0,6	12,0	10,1	13,2	3,1
10 Minutos	18,7	3,4	27,1	12,5	14,6	0,7	18,5	16,7	20,1	3,4
15 Minutos	23,4	5,7	39,3	12,3	27	1,0	22,6	19,6	24,9	5,2
30 Minutos	34,9	9,3	60,6	19,8	40,8	1,2	31,7	28,7	39,8	11,1
45 Minutos	42,2	11,2	69,9	25,5	44,4	0,8	39,0	35,3	51,1	15,7
1 Hora	45,7	12,7	73,3	28,6	44,7	0,7	42,9	35,8	54,8	18,9
2 Horas	52,6	17,4	92,3	34	58,3	1,0	48,6	38,0	59,7	21,6
3 Horas	55	19,3	108,8	35	73,8	1,4	51,3	39,7	60,1	20,4
4 Horas	57,2	20,6	115	35,4	79,6	1,6	51,9	44,0	60,6	16,5
8 Horas	67,4	22,7	141,3	46,1	95,2	2,2	63,5	55,0	64,7	9,7
14 Horas	80,1	28,7	188,2	57,2	131	3,1	72,0	64,8	87,5	22,7
20 Horas	88,3	30,6	198,8	57,2	141,6	2,6	82,2	69,8	94,2	24,4
24 Horas	93,6	31	198,9	59,4	139,5	2,2	82,3	75,8	105,3	29,4
*PDMAH	84,7	29,1	190,2	59,4	130,8	2,8	74,95	68,2	95,4	27,2

*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	11,9	1,1536	0,0972	0,1964	-0,0223
10 Minutos	18,7	1,8858	0,1011	0,1571	0,2199
15 Minutos	23,4	3,0213	0,1292	0,2000	0,3054
30 Minutos	34,9	5,0197	0,1440	0,2641	0,1902
45 Minutos	42,2	6,3064	0,1496	0,1751	0,1302
1 Hora	45,7	7,2350	0,1583	0,1699	0,0614
2 Horas	52,6	9,6363	0,1830	0,2672	0,1155
3 Horas	55,0	10,3530	0,1882	0,3026	0,1930
4 Horas	57,2	10,7768	0,1884	0,3355	0,2512
8 Horas	67,4	10,8163	0,1606	0,4401	0,3765
14 Horas	80,1	12,6299	0,1576	0,4887	0,3752
20 Horas	88,3	14,4833	0,1641	0,3840	0,3239
24 Horas	93,6	15,3797	0,1643	0,3779	0,2830
*PDMAH	84,7	13,2555	0,1564	0,4835	0,3350

*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)	10,90	1,664
10 Minutos	Gumbel (β, α)	17,09	2,721
15 Minutos	Gumbel (β, α)	20,86	4,359
30 Minutos	Gumbel (β, α)	30,67	7,242
45 Minutos	Gumbel (β, α)	36,92	9,098
1 Hora	Gumbel (β, α)	39,69	10,438
2 Horas	Gumbel (β, α)	44,63	13,902
3 Horas	Gumbel (β, α)	46,38	14,936
4 Horas	Gumbel (β, α)	48,24	15,548
8 Horas	Gumbel (β, α)	58,36	15,605
14 Horas	Gumbel (β, α)	69,62	18,221
20 Horas	Gumbel (β, α)	76,22	20,895
24 Horas	Gumbel (β, α)	80,83	22,188
PDMAH	Gumbel (β, α)	73,71	19,124

ANEXO IV

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

	RELAÇÃO 5MIN/10MIN	RELAÇÃO 10MIN/15MIN	RELAÇÃO 15MIN/30MIN	RELAÇÃO 30MIN/45MIN	RELAÇÃO 45MIN/1H
Máxima	0,64	0,81	0,67	0,83	0,93
Mínima	0,63	0,72	0,64	0,81	0,90
Média	0,63	0,74	0,64	0,81	0,90
Mediana	0,63	0,73	0,64	0,81	0,90

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H	RELAÇÃO 14H/20H
Máxima	0,87	0,96	0,96	0,92	0,85	0,90
Mínima	0,81	0,94	0,96	0,84	0,84	0,88
Média	0,82	0,94	0,96	0,91	0,85	0,89
Mediana	0,81	0,94	0,96	0,91	0,85	0,89

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

	RELAÇÃO 5MIN/10MIN	RELAÇÃO 10MIN/15MIN	RELAÇÃO 15MIN/30MIN	RELAÇÃO 30MIN/45MIN	RELAÇÃO 45MIN/1H
Máxima	0,26	0,42	0,52	0,77	0,93
Mínima	0,21	0,34	0,47	0,73	0,90
Média	0,22	0,35	0,48	0,74	0,90
Mediana	0,22	0,34	0,47	0,73	0,90

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd24 horas)
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	0,49	0,60	0,63	0,66	0,72	0,85	0,96
Mínima	0,48	0,56	0,58	0,61	0,71	0,83	0,93
Média	0,48	0,59	0,62	0,65	0,71	0,84	0,94
Mediana	0,48	0,59	0,62	0,65	0,71	0,84	0,94

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
Pd24horas/Pdiária	1,05	1,13	1,12	1,13	0,017

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

