

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Juatuba/MG

Estação Pluviográfica: Juatuba

Código: 01944027 (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: Juatuba

Código: 01944027 (ANA)

Município: Juatuba/MG

AUTOR

Eber José de Andrade Pinto



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

Belo Horizonte
2020

REALIZAÇÃO

Superintendência Regional 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 (GERINF/SP)

José da Costa Pinto

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

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-65-5664-095-2

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 Juatuba, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Juatuba, código 01944027 (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 Juatuba/MG. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Juatuba, código 01944027 (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 50 anos. A aplicação da equação IDF elaborada para o município de Juatuba 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 Juatuba /MG. The data series used in the study was prepared from continuous precipitation records of the Juatuba rain station, code 01944027 (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 50 years. The application of the IDF equation developed for the city of Juatuba 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.....	13
ANEXO III.....	14
ANEXO IV.....	15

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 Juatuba/MG e nas regiões próximas. O município de Juatuba que está localizado a 45 km da cidade de Belo Horizonte capital do estado, pertencendo a sua Região Metropolitana, e faz fronteira com os municípios de Mateus Leme, Igarapé, Esmeraldas, Florestal e Betim. O município possui uma área aproximada de 97,172 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019) e localiza-se a uma altitude de 722 metros. A população de Juatuba, segundo IBGE (2010), é de 22.202 habitantes.

A estação Juatuba código 01944027 (ANA) está localizada na Latitude 19°57'20"S e Longitude 44°20'06"O, na sub-bacia 40, do rio São Francisco. A estação pluviográfica localiza-se no município de Juatuba. Foram utilizados 13 anos hidrológicos (Out/Set) no período de 1994 a 2010. 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.

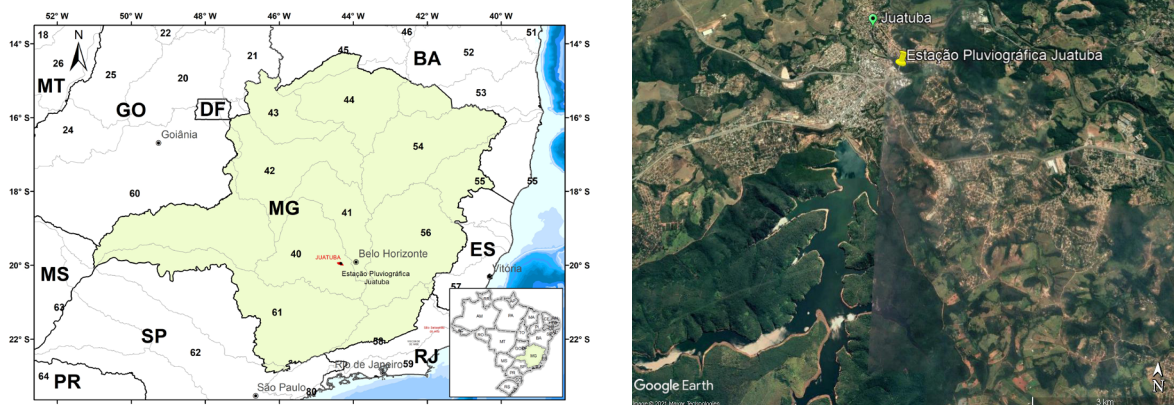
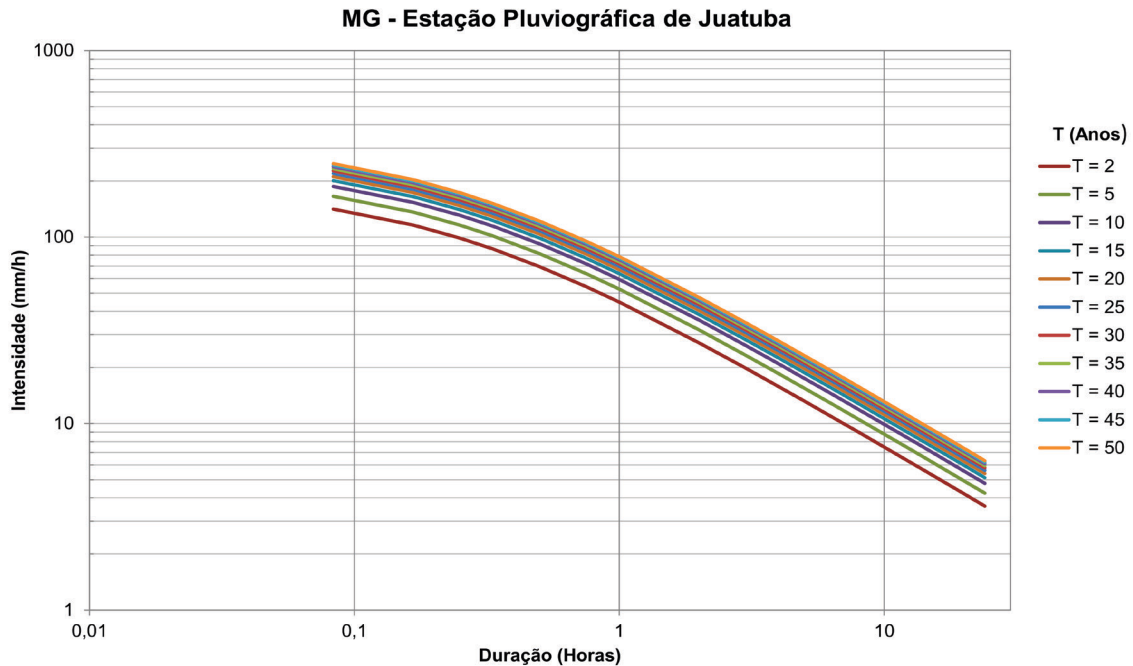


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Google Earth, 2020)

EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Juatuba, código 01944027 (ANA), foram utilizadas séries de máximos por ano hidrológico 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 Após Gumbel, inserir a citação (Naghettini; 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.

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 Juatuba, para durações de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 1513; b = 0,1745; c = 14,06 \text{ e } d = 0,8458$$

$$i = \frac{1513T^{0,1745}}{(t + 14,06)^{0,8458}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 50 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: **Juatuba/MG**
 Estação Pluviográfica: **Juatuba**

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
5 Minutos	141,1	165,6	186,9	200,6	210,9	219,3	226,4	238,1	247,5
10 Minutos	115,9	136,0	153,5	164,7	173,2	180,1	185,9	195,5	203,2
15 Minutos	98,8	115,9	130,8	140,4	147,6	153,5	158,5	166,6	173,2
20 Minutos	86,4	101,4	114,4	122,8	129,1	134,2	138,6	145,7	151,5
30 Minutos	69,5	81,5	92,0	98,7	103,8	108,0	111,4	117,2	121,8
45 Minutos	54,2	63,6	71,8	77,1	81,0	84,3	87,0	91,5	95,1
1 Hora	44,8	52,5	59,3	63,6	66,9	69,6	71,8	75,5	78,5
2 Horas	27,1	31,8	35,9	38,5	40,5	42,1	43,5	45,7	47,5
3 Horas	19,8	23,3	26,3	28,2	29,6	30,8	31,8	33,4	34,8
4 Horas	15,8	18,5	20,9	22,4	23,6	24,5	25,3	26,6	27,7
5 Horas	13,2	15,5	17,5	18,8	19,7	20,5	21,2	22,3	23,1
6 Horas	11,4	13,4	15,1	16,2	17,0	17,7	18,3	19,2	20,0
7 Horas	10,0	11,8	13,3	14,3	15,0	15,6	16,1	16,9	17,6
8 Horas	9,0	10,6	11,9	12,8	13,4	14,0	14,4	15,2	15,8
12 Horas	6,4	7,6	8,5	9,1	9,6	10,0	10,3	10,9	11,3
14 Horas	5,7	6,6	7,5	8,0	8,5	8,8	9,1	9,5	9,9
20 Horas	4,2	4,9	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	7,1	7,4
24 Horas	3,6	4,2	4,8	5,1	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3

Tabela 02 - Altura da chuva em mm

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
5 Minutos	11,8	13,8	15,6	16,7	17,6	18,3	18,9	19,8	20,6
10 Minutos	19,3	22,7	25,6	27,5	28,9	30,0	31,0	32,6	33,9
15 Minutos	24,7	29,0	32,7	35,1	36,9	38,4	39,6	41,7	43,3
20 Minutos	28,8	33,8	38,1	40,9	43,0	44,7	46,2	48,6	50,5
30 Minutos	34,7	40,8	46,0	49,4	51,9	54,0	55,7	58,6	60,9
45 Minutos	40,7	47,7	53,9	57,8	60,8	63,2	65,2	68,6	71,3
1 Hora	44,8	52,5	59,3	63,6	66,9	69,6	71,8	75,5	78,5
2 Horas	54,2	63,6	71,8	77,1	81,0	84,2	87,0	91,4	95,1
3 Horas	59,5	69,8	78,8	84,5	88,9	92,4	95,4	100,3	104,3
4 Horas	63,1	74,1	83,6	89,7	94,4	98,1	101,3	106,5	110,7
5 Horas	66,0	77,4	87,4	93,8	98,6	102,5	105,8	111,3	115,7
6 Horas	68,3	80,1	90,4	97,1	102,1	106,1	109,5	115,2	119,7
7 Horas	70,2	82,4	93,0	99,8	105,0	109,2	112,7	118,5	123,2
8 Horas	72,0	84,4	95,3	102,3	107,5	111,8	115,4	121,4	126,2
12 Horas	77,2	90,6	102,3	109,8	115,4	120,0	123,9	130,2	135,4
14 Horas	79,3	93,0	105,0	112,7	118,5	123,2	127,1	133,7	139,0

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
20 Horas	84,1	98,7	111,4	119,5	125,7	130,7	134,9	141,8	147,5
24 Horas	86,6	101,7	114,7	123,1	129,5	134,6	139,0	146,1	151,9

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Juatuba foi registrada uma Chuva de 87,0 mm com duração de 2 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: *Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:*

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 87 mm dividido por 2 h é igual a 43,5 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{43,5(120 + 14,06)^{0,8458}}{1513} \right]^{1/0,1745} = 30 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 30 anos corresponde a uma probabilidade de 3,3% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 43,5 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{30} 100 = 3,3\%$$

REFERÊNCIAS

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da estação pluviográfica Juatuba.** 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:** Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juatuba/panorama>. Acesso em: 11 dez. 2020.

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

PINTO, E. J. de A. **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 por Duração – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	5 MIN.	DATA	10 MIN.	DATA	15 MIN.	DATA	30 MIN.	DATA	45 MIN.
1994/1995	15/12/1994	10,2	15/12/1994	15,23	15/12/1994	19,9	15/12/1994	30,84	15/12/1994	44,28
1998/1999	17/12/1998	13,27	17/12/1998	17,93	17/12/1998	20,34	17/12/1998	24,56	17/12/1998	25,27
1999/2000	26/01/2000	5,91	19/11/1999	9,16	29/12/1999	12,51	22/10/1999	18,01	10/02/2000	20,15
2000/2001	10/03/2001	6,89	10/03/2001	12,12	10/03/2001	16,25	27/02/2001	25,05	10/03/2001	25,84
2001/2002	26/01/2002	6,75	06/12/2001	10,87	06/12/2001	16,29	06/12/2001	27,42	23/09/2002	39,71
2002/2003	29/12/2002	9,86	29/12/2002	14,34	05/11/2002	19,6	05/11/2002	33,37	24/11/2002	41,96
2003/2004	08/11/2003	10,63	22/12/2003	18,4	08/11/2003	22,57	08/11/2003	30,64	08/11/2003	39,06
2004/2005	29/12/2004	23,02	29/12/2004	37,02	29/12/2004	49,35	29/12/2004	71,68	29/12/2004	82,96
2005/2006	20/09/2006	9,98	20/09/2006	13,87	20/09/2006	15,47	05/01/2006	19,67	19/11/2005	24,48
2006/2007	10/01/2007	14,91	10/01/2007	16,49	10/01/2007	18,79	10/01/2007	22,75	10/01/2007	23,26
2007/2008	25/02/2008	11,93	25/02/2008	19,83	25/02/2008	23,08	25/02/2008	30,3	25/02/2008	34,76
2008/2009	22/09/2009	9,92	22/09/2009	16,13	22/09/2009	21,64	22/09/2009	31,19	28/03/2009	36,16
2009/2010	19/10/2009	11,94	19/10/2009	20,5	19/10/2009	23,63	07/03/2010	37,25	07/03/2010	45,02

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

AH	DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS
1994/1995	15/12/1994	51,9	15/12/1994	61,51	08/12/1994	64,74	08/12/1994	68,67
1998/1999	17/12/1998	25,54	07/03/1999	25,45	07/03/1999	26,34	31/12/1998	32,7
1999/2000	20/11/1999	25,12	19/11/1999	31,92	19/11/1999	49,32	19/11/1999	51,55
2000/2001	10/03/2001	26,38	18/12/2000	47,69	18/12/2000	58,39	18/12/2000	65,85
2001/2002	23/09/2002	41,31	23/09/2002	43,94	23/09/2002	44,08	23/09/2002	46,14
2002/2003	29/12/2002	50,54	29/12/2002	75,93	29/12/2002	76,26	29/12/2002	79,28
2003/2004	08/11/2003	39,77	08/11/2003	39,79	08/11/2003	39,82	21/12/2003	41,86
2004/2005	29/12/2004	88,15	29/12/2004	88,98	29/12/2004	89,03	29/12/2004	92,08
2005/2006	19/11/2005	26,18	06/03/2006	37,55	06/03/2006	42,63	19/11/2005	53,33
2006/2007	10/01/2007	23,34	01/11/2006	24,97	01/11/2006	25,44	01/11/2006	34,9
2007/2008	25/02/2008	36,17	25/02/2008	41,86	25/02/2008	44,35	25/02/2008	47,75
2008/2009	28/03/2009	40,98	28/03/2009	58,75	28/03/2009	61,3	28/03/2009	63,6
2009/2010	07/03/2010	48,27	07/03/2010	57,38	07/03/2010	58,22	07/03/2010	60,97

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)

AH	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS	AH	PDMAH*
1994/1995	07/12/1994	84,68	07/12/1994	90,52	07/12/1994	93	1994/1995	93
1998/1999	07/03/1999	38,25	10/11/1998	52,02	06/03/1999	69,4	1998/1999	60
1999/2000	27/01/2000	61,64	27/01/2000	80,87	27/01/2000	112,4	1999/2000	112,4
2000/2001	18/12/2000	89,27	17/12/2000	108,26	17/12/2000	113,79	2000/2001	113,4
2001/2002	23/09/2002	46,39	17/12/2001	51,28	18/01/2002	61,4	2001/2002	60,6
2002/2003	15/01/2003	84,32	15/01/2003	116,83	15/01/2003	125,34	2002/2003	101,2
2003/2004	05/12/2003	53,66	05/12/2003	59,75	05/12/2003	60,03	2003/2004	59,5
2004/2005	29/12/2004	106,1	29/12/2004	107,41	29/12/2004	107,42	2004/2005	99,7
2005/2006	19/11/2005	67,88	19/11/2005	68,13	19/11/2005	71,1	2005/2006	71,1
2006/2007	01/11/2006	36,68	15/12/2006	44,08	15/12/2006	49,54	2006/2007	47,7
2007/2008	30/01/2008	55,71	29/01/2008	59,34	24/02/2008	80,5	2007/2008	72,3
2008/2009	28/03/2009	63,95	28/03/2009	64,09	04/01/2009	69,99	2008/2009	65,7
2009/2010	07/03/2010	64,76	22/10/2009	75,29	21/10/2009	80,36	2009/2010	77,2

*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 Minutos	11,2	4,4	23	5,9	17,1	1,6	10,2	9,9	11,9	2,1
10 Minutos	17,1	6,9	37	9,2	27,8	2,1	16,1	13,9	18,4	4,5
15 Minutos	21,5	9	49,4	12,5	36,9	2,8	19,9	16,3	22,6	6,3
30 Minutos	31	13,4	71,7	18	53,7	2,6	30,3	24,6	31,2	6,6
45 Minutos	37,1	16,2	83	20,2	62,8	1,9	36,2	25,3	42,0	16,7
1 Hora	40,3	17,7	88,2	23,3	64,9	1,7	39,8	26,2	48,3	22,1
2 Horas	48,9	19,1	89	25	64	0,8	43,9	37,6	58,8	21,2
3 Horas	52,3	18,3	89	25,4	63,6	0,4	49,3	42,6	61,3	18,7
4 Horas	56,8	17,2	92,1	32,7	59,4	0,5	53,3	46,1	65,9	19,7
8 Horas	65,6	20,7	106,1	36,7	69,4	0,4	64,0	53,7	84,3	30,7
14 Horas	75,2	23,9	116,8	44,1	72,7	0,6	68,1	59,3	90,5	31,2
20 Horas	81,8	24,5	124,6	48,9	75,7	0,5	76,1	61,0	106,8	45,7
24 Horas	84,2	24	125,3	49,5	75,8	0,4	80,4	69,4	107,4	38,0
PDMAH	79,5	21,9	113,4	47,7	65,7	0,3	72,3	60,6	99,7	39,1

*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 Minutos	11,2	2,3063	0,2065	0,2681	0,3536
10 Minutos	17,1	3,4382	0,2014	0,3078	0,3942
15 Minutos	21,5	4,0313	0,1876	0,4105	0,5050
30 Minutos	31,0	6,2447	0,2016	0,3891	0,4705
45 Minutos	37,1	8,2945	0,2233	0,2949	0,2734
1 Hora	40,3	9,2782	0,2303	0,3178	0,1978
2 Horas	48,9	11,0183	0,2253	0,1829	0,1336
3 Horas	52,3	10,6323	0,2033	0,0947	0,1611
4 Horas	56,8	10,0727	0,1773	0,1178	0,1291
8 Horas	65,6	12,1054	0,1844	0,0987	0,1103
14 Horas	75,2	13,9736	0,1858	0,1733	0,0129
20 Horas	81,8	14,2563	0,1743	0,1662	-0,0242
24 Horas	84,2	14,0651	0,1671	0,1236	0,0124
PDMAH	79,5	12,8397	0,1615	0,1168	-0,0288

*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)	9,25	3,327
10 Minutos	Gumbel (β, α)	14,21	4,960
15 Minutos	Gumbel (β, α)	18,14	5,816
30 Minutos	Gumbel (β, α)	25,78	9,009
45 Minutos	Gumbel (β, α)	30,24	11,966
1 Hora	Gumbel (β, α)	32,55	13,386
2 Horas	Gumbel (β, α)	39,73	15,896
3 Horas	Gumbel (β, α)	43,45	15,339
4 Horas	Gumbel (β, α)	48,43	14,532
8 Horas	Gumbel (β, α)	55,56	17,464
14 Horas	Gumbel (β, α)	63,58	20,160
24 Horas	Gumbel (β, α)	69,91	20,567
PDMAH	Gumbel (β, α)	72,46	20,292

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

ANEXO IV

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd1/Pd2)
 Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	RELAÇÃO 5 MIN/10 MIN	RELAÇÃO 10 MIN/15 MIN	RELAÇÃO 15 MIN/30 MIN	RELAÇÃO 30 MIN/45 MIN	RELAÇÃO 45 MIN/1H
Máxima	0,66	0,82	0,70	0,84	0,92
Mínima	0,65	0,79	0,67	0,79	0,91
Média	0,66	0,82	0,68	0,80	0,91
Mediana	0,66	0,82	0,67	0,80	0,91

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H	RELAÇÃO 14H/24
Máxima	0,83	0,99	0,98	0,87	0,88	0,94
Mínima	0,82	0,93	0,92	0,85	0,86	0,90
Média	0,83	0,97	0,97	0,85	0,87	0,93
Mediana	0,83	0,98	0,97	0,85	0,87	0,93

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/P1hora)
 Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	RELAÇÃO 5 MIN/1H	RELAÇÃO 10 MIN/1H	RELAÇÃO 15 MIN/1H	RELAÇÃO 30 MIN/1H	RELAÇÃO 45 MIN/1H
Máxima	0,28	0,43	0,54	0,78	0,92
Mínima	0,26	0,40	0,48	0,72	0,91
Média	0,26	0,40	0,49	0,73	0,91
Mediana	0,26	0,40	0,49	0,72	0,91

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd24horas)
 Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	RELAÇÃO 1H/24H	RELAÇÃO 2H/24H	RELAÇÃO 3H/24H	RELAÇÃO 4H/24H	RELAÇÃO 8H/24H	RELAÇÃO 14H/24H
Máxima	0,56	0,67	0,68	0,70	0,82	0,94
Mínima	0,47	0,58	0,62	0,68	0,78	0,90
Média	0,54	0,65	0,67	0,69	0,81	0,93
Mediana	0,55	0,66	0,68	0,69	0,81	0,93

ANEXO IV

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd24horas/ Pdiária)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIO	MEDIANA	DP
Pd24 Horas / Pdiária	1,02	1,08	1,07	1,07	0,015

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

