

**PROGRAMA GESTÃO  
DE RISCOS E DE DESASTRES**

Levantamentos, Estudos, Previsão  
e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Sarzedo/MG



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministro de Estado**

Adolfo Sachsida

**Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Lília Mascarenhas Sant'agostino

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor Presidente Interino**

Cassiano de Souza Alves

**Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Márcio 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**

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

**Chefe da Divisão de Geologia Aplicada**

Tiago Antonelli

**Coordenação Executiva do DEHID - Projeto Atlas Pluviométrico**

Eber José de Andrade Pinto

**Coordenação do Projeto - Cartas Municipais de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações**

Raimundo Almir Costa Conceição

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE**

**Superintendente**

Marlon Marques Coutinho

**Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial**

Fernando Silva Rego

**Gerente de Infraestrutura Geocientífica**

Júlio Murilo Martino Pinho

**Gerência de Geologia e Recursos Minerais**

Marcelo de Souza Marinho

**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 GESTÃO DE RISCOS E DE DESASTRES  
Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e  
Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos

---

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

---

**Município:** Sarzedo/MG

AUTOR

Eber José de Andrade Pinto



Belo Horizonte

2022

## **REALIZAÇÃO**

Superintendência de Belo Horizonte

## **AUTORES**

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

Cristiane Ribeiro de Melo - SUREG/RE

Caluan Rodrigues Capozzoli - SUREG/SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias - SUREG/BE

Jean Ricardo da Silva Nascimento – RETE

Oswalcélio Mercês Furtunato - SUREG/SA

## **EQUAÇÃO DEFINIDA**

Pinheiro (1997)

## **SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E MAPA**

Ivete Souza do Nascimento - SUREG/BH

## **PROJETO GRÁFICO/EDITORIAÇÃO**

### **Capa (DIEDIG)**

Juliana Colussi

## **Referências**

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho (Organização e Formatação)

---

## **Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

[seus@sgb.gov.br](mailto:seus@sgb.gov.br)

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P659	Pinto, Eber José de Andrade Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração Frequência : Município Sarzedo; MG / Eber José de Andrade Pinto. – Belo Horizonte: CPRM, 2022. 1 recurso eletrônico : PDF  Programa Gestão de Riscos e de Desastres. Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos. ISBN 978-65-5664-303-8  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 iniciativa dentro do programa de Gestão de Riscos e de Desastres 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 (SGB-CPRM).

Este relatório apresenta a equação IDF estabelecida para a região metropolitana de Belo Horizonte por Pinheiro (1997).

**Cassiano de Souza Alves**

Diretor-Presidente Interino

**Alice Silva de Castilho**

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

## RESUMO

Este trabalho apresenta a equação regional de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) estabelecida para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) por Pinheiro (1997) e recomendada para Sarzedo/MG. As séries de dados utilizadas no referido estudo foram obtidas a partir de registros pluviográficos de 11 estações da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A metodologia para definição da equação regional para RMBH está descrita em detalhes em Pinheiro (1997). O modelo adotado foi o Poisson-Pareto para séries de duração parcial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. A família de curvas IDF podem ser aplicadas para durações entre 10min e 24h e são recomendadas para tempos de retorno até 200 anos. O emprego das relações IDF elaborada para a RMBH e aplicável ao município de Sarzedo/MG 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 regional equation of Intensity-Duration-Frequency (IDF) established to Metropolitan Region of Belo Horizonte (RMBH) and recommended for the municipality of Sarzedo/MG. The data series used in this study were obtained from rainfall records from 11 stations in the Metropolitan Region of Belo Horizonte (RMBH). The methodology for defining the regional equation for RMBH is described in detail in Pinheiro (1997). The model adopted was the Poisson-Pareto for partial duration series, with the parameters calculated by the L-moments method. The family of IDF curves can be applied for durations between 10min and 24h and are recommended for return period up to 200 years. The use of IDF relations developed for the RMBH and applicable to the municipality of Sarzedo/MG 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 .....	01
EQUAÇÃO.....	02
EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	04
REFERÊNCIAS.....	09

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município

Figura 02 – Isoietas anuais médias do município de Sarzedo

Figura 03 – Curvas Intensidade-Duração-Frequência (PA de 1700mm)

Figura 04 – Curvas Altura-Duração-Frequência (PA de 1700mm)

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Parâmetros  $\beta^*$  e  $\alpha$  da equação 02

Tabela 02 – Intensidade da chuva em mm/h. (PA = 1700mm)

Tabela 03 – Altura de chuva em mm. (PA = 1700mm)



## INTRODUÇÃO

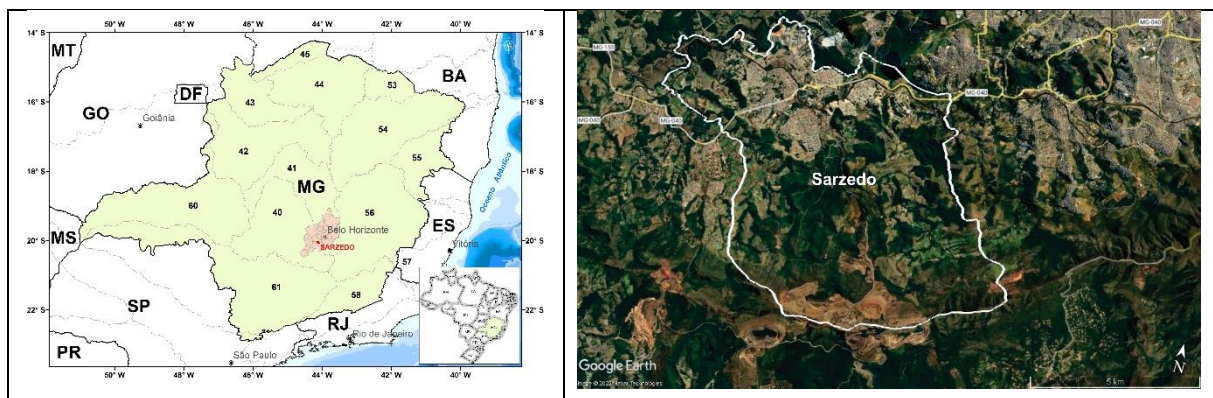
As relações IDF podem ser locais, ou seja, utilizam as informações de uma estação pluviográfica na sua definição, ou regional, onde os dados de todas as estações pluviográficas de uma região considerada homogênea são utilizados no estabelecimento das relações IDF da região.

No caso da região metropolitana de Belo Horizonte foram realizados alguns estudos que procuraram estabelecer relações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) local, geralmente para a estação do INMET de Belo Horizonte, e apenas um trabalho de análise regional. Dentre os estudos de análise local podemos destacar: Pfafstetter (1957), Freitas (1981), SUDECAP (1982), Pinto (1995), Versiani *et al.* (1995) e Nunes (2018).

Em termos de estudos regionais na definição das relações Intensidade-Duração-Frequência para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), destaca-se o trabalho desenvolvido por Pinheiro (1997).

O município de Sarzedo está inserido na RMBH, sendo assim, as relações IDF podem ser estabelecidas pela equação regional por Pinheiro (1997).

O município de Sarzedo está localizado no Estado de Minas Gerais, está inserido na Região Metropolitana de Belo Horizonte, os municípios limítrofes são Mário Campos, Ibirité, Brumadinho e Betim. O município possui área territorial de 62,134 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022) e sua altitude em relação ao nível médio do mar é aproximada de 790 metros. No censo de 2010 a população era de 25.814 habitantes (IBGE, 2022). A Figura 01 apresenta a localização do município.



**Figura 01** – Localização do Município. (Fonte: Google, 2022)

## EQUAÇÃO

A equação IDF regional para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, desenvolvido por Pinheiro (1997), foi definida a partir de uma metodologia de análise regional de precipitações intensas com o uso de momentos-L. A equação estabelecida foi a seguinte:

$$I_{T,i} = 0,76542d^{-0,7059}PA^{0,5360}\mu_{T,d} \quad (01)$$

sendo

$I_{T,i}$ , (mm/h), a estimativa da intensidade média do local  $i$ , associada ao período de retorno  $T$ ;

$d$ , (horas), a duração da precipitação;

$PA$ , (mm), precipitação total anual média, a Figura 02 apresenta a configuração isoietal das precipitações totais anuais médias do município de Sarzedo;

$\mu_{T,d}$ , quantil regional adimensionalizado associado ao período de retorno  $T$  e à duração da precipitação  $d$ , conforme a equação abaixo

$$\mu_{T,D} = \beta^* - \left[ \alpha \left( \text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right) \right] \quad (02)$$

onde  $\beta^*$  e  $\alpha$  são parâmetros que variam com a duração da chuva e podem ser obtidos na Tabela 01

**Tabela 01** – Parâmetros  $\beta^*$  e  $\alpha$  da Equação 02.

	Duração										
	10 Min.	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 H	2 H	3 H	4 H	8 H	14 H	24 H
$\alpha$	0,220	0,217	0,209	0,221	0,229	0,226	0,229	0,220	0,232	0,259	0,283
$\beta^*$	0,932	0,933	0,936	0,932	0,930	0,931	0,930	0,930	0,929	0,921	0,913

Fonte: Pinheiro (1997)

A equação IDF da região metropolitana de Belo Horizonte é válida para tempos de retorno até 200 anos e durações entre 10 minutos e 24 horas.

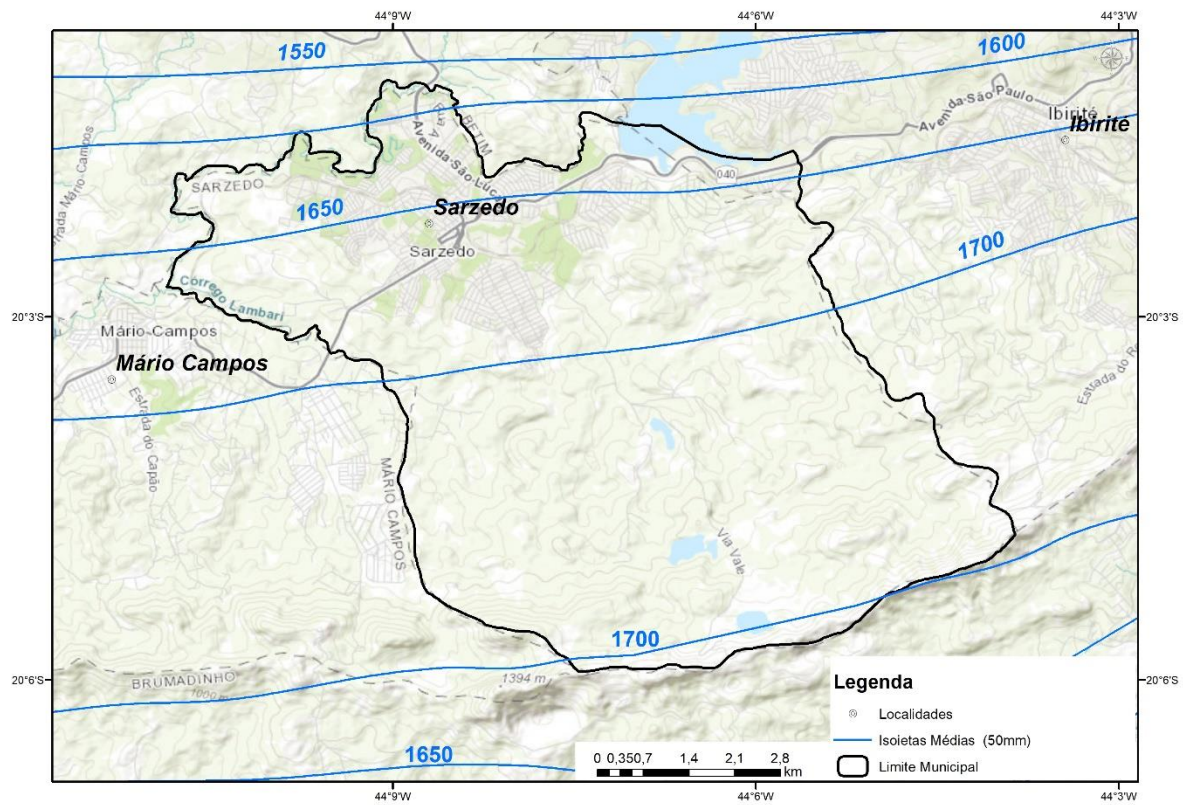


Figura 02 – Isoietas anuais médias do município de Sarzedo.  
Modificado de Pinheiro (1997)

## EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para ilustrar o uso da equação acima em um ponto do município de Sarzedo vamos adotar o valor de precipitação média anual igual a 1700mm. As precipitações médias anuais de diferentes locais podem ser obtidas na Figura 02.

Substituindo a precipitação média anual de 1700mm e, por exemplo, a duração  $d$  de 0,5 hora (30 minutos), na Equação 01, temos:

$$I_{T,i} = 0,76542(0,5^{-0,7059})(1700^{0,5360})\mu_{T,d} \quad (03)$$

O parâmetro,  $\mu_{T,d}$ , quantil regional adimensionalizado associado ao período de retorno  $T$  e à duração da precipitação  $d$ , é calculado com a Equação 02. Por exemplo, se a duração é de 0,5 hora (30 minutos) e o tempo de retorno de 100 anos, temos na Tabela 01 que  $\alpha = 0,209$  e  $\beta^* = 0,936$ , inserindo estes valores na Equação 02 vamos obter:

$$\mu_{T,D} = 0,936 - \left[ 0,209 \left( \text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( 1 - \frac{1}{100} \right) \right] \right) \right] = 1,8974 \quad (04)$$

Assim, levando o valor de  $\mu_{T,d}$  na Equação 03 temos:

$$I_{T,i} = 0,76542(0,5^{-0,7059})(1700^{0,5360})1,8974 = 127,67 \text{ mm/h} \quad (05)$$

A Tabela 02 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas considerando várias durações e diferentes tempos de retorno para precipitação média anual de 1700mm.

Enquanto que na Tabela 03 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, considerando as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno da Tabela 02 para precipitação média anual de 1700mm. A altura da precipitação é obtida através da multiplicação da intensidade da Tabela 02 pela duração da chuva

Os dados das Tabelas 02 e 03 possibilitaram o traçado dos gráficos apresentados nas Figuras 03 e 04. Estes gráficos permitem visualizar a variação da intensidade, Figura 03, e da altura de precipitação, Figura 04, com a duração da chuva e o tempo de retorno para precipitação média anual de 1700mm.

**Tabela 02** – Intensidade da chuva em mm/h. (PA = 1700mm).

T (anos)	Duração										
	10 Min.	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 H	2 H	3 H	4 H	8 H	14 H	24 H
2	147,96	111,12	68,13	51,19	41,82	25,64	19,26	15,67	9,64	6,50	4,45
5	184,41	138,12	84,07	63,85	52,53	32,12	24,19	19,53	12,14	8,38	5,85
10	208,53	155,99	94,62	72,23	59,62	36,41	27,45	22,09	13,79	9,63	6,78
15	222,14	166,08	100,58	76,96	63,62	38,83	29,29	23,54	14,73	10,33	7,31
20	231,66	173,13	104,75	80,27	66,42	40,52	30,58	24,55	15,38	10,82	7,67
25	239,01	178,58	107,96	82,83	68,58	41,82	31,58	25,33	15,88	11,20	7,96
30	244,97	183,00	110,57	84,90	70,33	42,89	32,39	25,96	16,29	11,51	8,19
35	250,02	186,73	112,77	86,65	71,81	43,78	33,07	26,50	16,64	11,77	8,38
40	254,37	189,95	114,67	88,16	73,09	44,55	33,66	26,96	16,94	11,99	8,55
45	258,20	192,79	116,35	89,49	74,22	45,24	34,17	27,36	17,20	12,19	8,70
50	261,62	195,33	117,85	90,68	75,22	45,84	34,64	27,73	17,43	12,37	8,83
55	264,72	197,62	119,20	91,76	76,13	46,39	35,06	28,05	17,65	12,53	8,95
60	267,54	199,72	120,44	92,74	76,96	46,90	35,44	28,35	17,84	12,67	9,06
65	270,14	201,64	121,57	93,64	77,72	47,36	35,79	28,63	18,02	12,81	9,16
70	272,53	203,42	122,62	94,47	78,43	47,78	36,11	28,88	18,18	12,93	9,25
75	274,77	205,06	123,60	95,25	79,08	48,18	36,42	29,12	18,34	13,05	9,34
80	276,86	206,61	124,51	95,97	79,69	48,55	36,70	29,34	18,48	13,15	9,42
85	278,82	208,07	125,37	96,65	80,27	48,90	36,96	29,55	18,61	13,25	9,49
90	280,66	209,43	126,18	97,30	80,82	49,23	37,21	29,75	18,74	13,35	9,56
95	282,41	210,72	126,95	97,90	81,33	49,54	37,45	29,93	18,86	13,44	9,63
100	284,06	211,95	127,67	98,48	81,81	49,83	37,67	30,11	18,97	13,53	9,69
105	285,64	213,13	128,36	99,03	82,28	50,11	37,89	30,27	19,08	13,61	9,75
110	287,15	214,24	129,01	99,55	82,72	50,38	38,09	30,43	19,18	13,68	9,81
115	288,58	215,30	129,64	100,05	83,14	50,64	38,28	30,59	19,28	13,76	9,87
120	289,95	216,32	130,24	100,52	83,55	50,88	38,47	30,73	19,38	13,83	9,92
125	291,27	217,30	130,82	100,98	83,93	51,12	38,65	30,87	19,47	13,90	9,97
130	292,54	218,23	131,37	101,42	84,31	51,34	38,82	31,01	19,55	13,96	10,02
135	293,75	219,13	131,91	101,84	84,66	51,56	38,99	31,14	19,64	14,03	10,07
140	294,93	220,01	132,42	102,25	85,01	51,77	39,14	31,26	19,72	14,09	10,11
145	296,06	220,84	132,91	102,65	85,34	51,97	39,30	31,38	19,80	14,14	10,16
150	297,15	221,66	133,39	103,03	85,66	52,16	39,45	31,50	19,87	14,20	10,20
155	298,21	222,44	133,86	103,39	85,97	52,35	39,59	31,61	19,94	14,26	10,24
160	299,23	223,19	134,31	103,75	86,27	52,53	39,73	31,72	20,01	14,31	10,28
165	300,22	223,93	134,74	104,09	86,57	52,71	39,86	31,82	20,08	14,36	10,32
170	301,19	224,64	135,16	104,43	86,85	52,88	39,99	31,92	20,15	14,41	10,35
175	302,12	225,33	135,57	104,75	87,12	53,05	40,12	32,02	20,21	14,46	10,39
180	303,03	226,01	135,96	105,07	87,39	53,21	40,24	32,12	20,27	14,50	10,42
185	303,92	226,66	136,35	105,38	87,65	53,36	40,36	32,21	20,33	14,55	10,46
190	304,78	227,30	136,73	105,67	87,90	53,52	40,48	32,31	20,39	14,59	10,49
195	305,62	227,92	137,09	105,97	88,15	53,66	40,59	32,39	20,45	14,64	10,52
200	306,43	228,53	137,45	106,25	88,39	53,81	40,70	32,48	20,51	14,68	10,55

**Tabela 03 – Altura de chuva em mm. (PA = 1700mm).**

T (anos)	Duração										
	10 Min.	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 H	2 H	3 H	4 H	8 H	14 H	24 H
2	24,7	27,8	34,1	38,4	41,8	51,3	57,8	62,7	77,1	91,0	106,8
5	30,7	34,5	42,0	47,9	52,5	64,2	72,6	78,1	97,1	117,3	140,4
10	34,8	39,0	47,3	54,2	59,6	72,8	82,4	88,4	110,3	134,8	162,7
15	37,0	41,5	50,3	57,7	63,6	77,7	87,9	94,2	117,8	144,6	175,4
20	38,6	43,3	52,4	60,2	66,4	81,0	91,7	98,2	123,0	151,5	184,1
25	39,8	44,6	54,0	62,1	68,6	83,6	94,7	101,3	127,0	156,8	191,0
30	40,8	45,8	55,3	63,7	70,3	85,8	97,2	103,8	130,3	161,1	196,6
35	41,7	46,7	56,4	65,0	71,8	87,6	99,2	106,0	133,1	164,8	201,1
40	42,4	47,5	57,3	66,1	73,1	89,1	101,0	107,8	135,5	167,9	205,2
45	43,0	48,2	58,2	67,1	74,2	90,5	102,5	109,4	137,6	170,7	208,8
50	43,6	48,8	58,9	68,0	75,2	91,7	103,9	110,9	139,4	173,2	211,9
55	44,1	49,4	59,6	68,8	76,1	92,8	105,2	112,2	141,2	175,4	214,8
60	44,6	49,9	60,2	69,6	77,0	93,8	106,3	113,4	142,7	177,4	217,4
65	45,0	50,4	60,8	70,2	77,7	94,7	107,4	114,5	144,2	179,3	219,8
70	45,4	50,9	61,3	70,9	78,4	95,6	108,3	115,5	145,4	181,0	222,0
75	45,8	51,3	61,8	71,4	79,1	96,4	109,3	116,5	146,7	182,7	224,2
80	46,1	51,7	62,3	72,0	79,7	97,1	110,1	117,4	147,8	184,1	226,1
85	46,5	52,0	62,7	72,5	80,3	97,8	110,9	118,2	148,9	185,5	227,8
90	46,8	52,4	63,1	73,0	80,8	98,5	111,6	119,0	149,9	186,9	229,4
95	47,1	52,7	63,5	73,4	81,3	99,1	112,4	119,7	150,9	188,2	231,1
100	47,3	53,0	63,8	73,9	81,8	99,7	113,0	120,4	151,8	189,4	232,6
105	47,6	53,3	64,2	74,3	82,3	100,2	113,7	121,1	152,6	190,5	234,0
110	47,9	53,6	64,5	74,7	82,7	100,8	114,3	121,7	153,4	191,5	235,4
115	48,1	53,8	64,8	75,0	83,1	101,3	114,8	122,4	154,2	192,6	236,9
120	48,3	54,1	65,1	75,4	83,6	101,8	115,4	122,9	155,0	193,6	238,1
125	48,5	54,3	65,4	75,7	83,9	102,2	116,0	123,5	155,8	194,6	239,3
130	48,8	54,6	65,7	76,1	84,3	102,7	116,5	124,0	156,4	195,4	240,5
135	49,0	54,8	66,0	76,4	84,7	103,1	117,0	124,6	157,1	196,4	241,7
140	49,2	55,0	66,2	76,7	85,0	103,5	117,4	125,0	157,8	197,3	242,6
145	49,3	55,2	66,5	77,0	85,3	103,9	117,9	125,5	158,4	198,0	243,8
150	49,5	55,4	66,7	77,3	85,7	104,3	118,4	126,0	159,0	198,8	244,8
155	49,7	55,6	66,9	77,5	86,0	104,7	118,8	126,4	159,5	199,6	245,8
160	49,9	55,8	67,2	77,8	86,3	105,1	119,2	126,9	160,1	200,3	246,7
165	50,0	56,0	67,4	78,1	86,6	105,4	119,6	127,3	160,6	201,0	247,7
170	50,2	56,2	67,6	78,3	86,9	105,8	120,0	127,7	161,2	201,7	248,4
175	50,4	56,3	67,8	78,6	87,1	106,1	120,4	128,1	161,7	202,4	249,4
180	50,5	56,5	68,0	78,8	87,4	106,4	120,7	128,5	162,2	203,0	250,1
185	50,7	56,7	68,2	79,0	87,7	106,7	121,1	128,8	162,6	203,7	251,0
190	50,8	56,8	68,4	79,3	87,9	107,0	121,4	129,2	163,1	204,3	251,8
195	50,9	57,0	68,5	79,5	88,2	107,3	121,8	129,6	163,6	205,0	252,5
200	51,1	57,1	68,7	79,7	88,4	107,6	122,1	129,9	164,1	205,5	253,2

### Relações IDF em Sarzedo com PA de 1700 mm

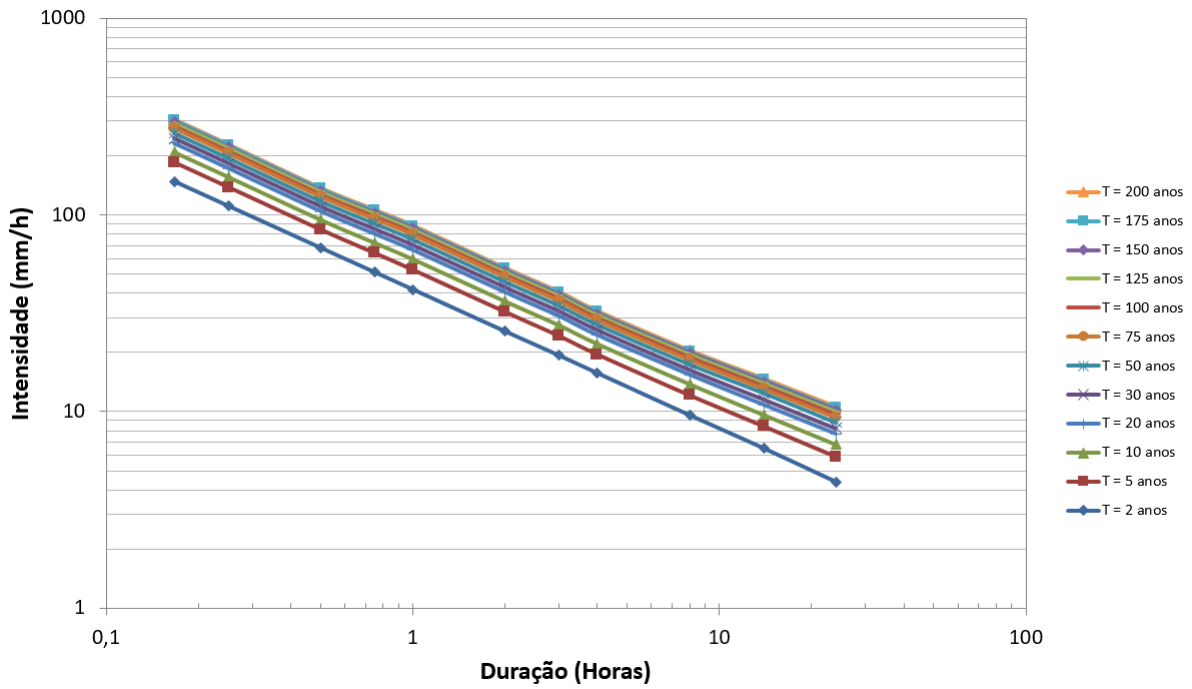


Figura 03 – Curvas Intensidade-Duração-Freqüência (PA de 1700mm).

### Precipitações em Sarzedo com a PA de 1700 mm

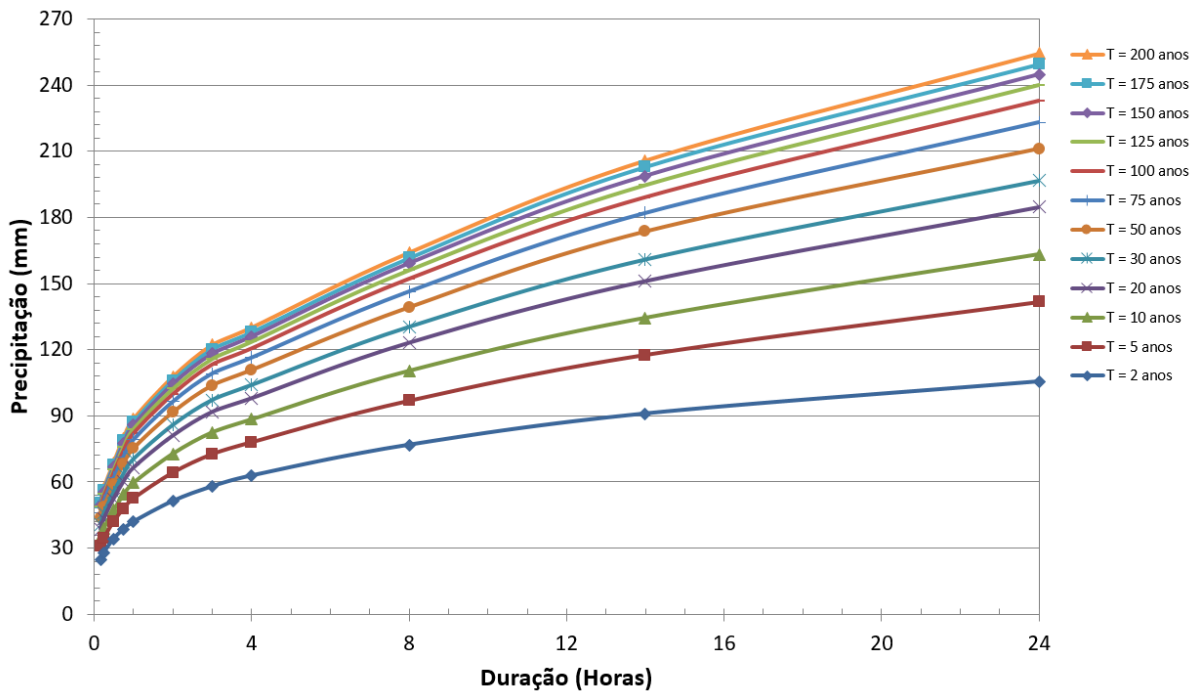


Figura 04 – Curvas Altura-Duração-Freqüência (PA de 1700mm).

Outra maneira de utilizar a equação regional é estimar o tempo de retorno de um evento de precipitação intensa observada. Para ilustrar este uso resolveremos o seguinte exemplo. Suponha que foi observada uma precipitação de 200mm, com duração de 24 horas, em um local onde a precipitação média anual de 1700mm.

Inicialmente é necessário inverter a Equação (01) para estimar o parâmetro,  $\mu_{T,d}$ , quantil regional adimensionalizado associado ao período de retorno  $T$  e à duração da precipitação  $d$ . Dessa forma, temos:

$$\mu_{T,d} = \frac{I_i}{0,76542d^{-0,7059}PA^{0,5360}} \quad (06)$$

Substituindo os valores de duração, 24 horas, de precipitação média anual, 1700 mm, e de intensidade, a qual é calculada pela razão entre a precipitação e a duração,  $i(mm/h) = 200mm/24h = 8,33mm/h$ , na Equação (06) obtém-se:

$$\mu_{T,d} = \frac{8,33}{0,76542(24^{-0,7059})(1700^{0,5360})} = 1,9041 \quad (07)$$

Após o cálculo do parâmetro,  $\mu_{T,d}$ , é possível calcular o tempo de retorno, em anos, a partir inversão da Equação (02), ou seja,

$$T = \frac{1}{1 - \left[ \exp\left(-\exp\left(\frac{\beta^* - \mu_{T,d}}{\alpha}\right)\right)\right]} \quad (08)$$

O tempo de retorno pode ser calculado com a equação (08) inserindo os valores de  $\mu_{T,d}$ , calculado com a equação (07), e os parâmetros  $\beta^*$  e  $\alpha$  que variam com a duração da chuva e podem ser obtidos na Tabela 01. No caso da duração de 24 horas temos  $\alpha = 0,283$  e  $\beta^* = 0,913$ , assim,

$$T = \frac{1}{1 - \left[ \exp\left(-\exp\left(\frac{0,913 - 1,9041}{0,283}\right)\right)\right]} = 33,7 \text{ anos} \quad (09)$$

O tempo de retorno de 33,7 anos corresponde a uma probabilidade de 2,97% de que a intensidade de chuva de 8,33 mm/h seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 8,33 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{33,7} 100 = 2,97\% \quad (10)$$



## REFERÊNCIAS

FREITAS, A. J. **Precipitações: suas aplicações aos dados obtidos pela estação meteorológica de Lourdes**, do Departamento Nacional de Meteorologia, do Ministério da Agricultura. 1981. 1 v. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1981.

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização do município de Sarzedo**. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Brasil: Google, [2022]. Acesso em: 03 mai. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Estatística por cidade e estado: Sarzedo. Brasília: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sarzedo/panorama> Acesso em: 03 mai. 2022.

NUNES, A. A. **Tendências em eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte: detecção, impactos e adaptabilidade**. 2018. 207 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: [https://www.smarh.eng.ufmg.br/tese\\_defesas\\_detalhes.php?aluno=1164](https://www.smarh.eng.ufmg.br/tese_defesas_detalhes.php?aluno=1164). Acesso em: 03 mai. 2022.

PFRAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1982.

PINHEIRO, M. M. G. **Estudo de chuvas intensas na região metropolitana de Belo Horizonte**. 1997. 216 f. Dissertação (Mestrado) - – RMBH. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 1997.

PINHEIRO, M. M. G; NAGHETTINI, M. Análise regional de frequência e distribuição temporal das tempestades na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.3, n.4, p. 73-88, out./dez., 1998.

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

PINTO, F. A. **Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais: análises e modelos**. 1995. 1 v. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

SUDECAP. **Plano de Urbanização e Saneamento Básico de Belo Horizonte: canalização do Ribeirão Arrudas; memória justificativa dos estudos hidrológicos do Vale do Ribeirão Arrudas**. Belo Horizonte: SUDECAP, 1982.

VERSIANI, B. R.; COELHO, M. F. C. D.; MAGALHÃES, P. H. V.; SPERANDIO SÁ, A. **Equações intensidade-duração-frequência para a região metropolitana de Belo Horizonte: estudo e nova abordagem**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11. ; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. Anais [...] Recife: ABAS, v.1.

# 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



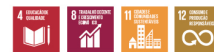
### RISCO GEOLÓGICO



### 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 iniciativa dentro do programa de Gestão de Riscos e de Desastres 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

