

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: Gravataí/RS

Estação Pluviográfica: Morungava

Código: 02950061(ANA)

Estação Pluviométrica Automática:  
Gravataí\_Morungava

Códigos: 02950076 (ANA) e 430920902A (CEMADEN)

Estação Pluviométrica: Sapucaia do Sul

Código: 02951028 (ANA)



## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Adolfo Sachsida

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Pedro Paulo Dias Mesquita

## **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor Presidente**

Esteves Pedro Colnago

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Marcio José Remédio

#### **Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

#### **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 da Divisão de Divisão de Geologia Aplicada**

Tiago Antonelli

#### **Chefe do Departamento de Gestão Territorial**

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

#### **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 PORTO ALEGRE**

### **Superintendente**

Alexandre Trevisan Chagas

### **Gerência de Geologia e Recursos Minerais**

Carla Klein

### **Gerente de Infraestrutura Geocientífica**

Ana Cristina Peixoto

### **Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial**

Franco Turco Buffon

### **Gerência de Administração e Finanças**

Iuri Brasil Rodrigues

**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  
Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos

---

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

---

**Estação Pluviográfica:** Morungava - **Código:** 02950061(ANA)

**Estação Pluviométrica Automática:** Gravataí\_Morungava

**Códigos:** 02950076 (ANA) e 430920902A (CEMADEN)

**Estação Pluviométrica:** Sapucaia do Sul - **Código:** 02951028 (ANA)

**Município:** Gravataí/RS

## AUTORES

Adriana Burin Weschenfelder

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



Porto Alegre

2022

## REALIZAÇÃO

Superintendência de Porto Alegre

## AUTORES

Adriana Burin Weschenfelder

Karine Pickbrenner

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

Osvalcélio Mercês Furtunato - SUREG/AS

## SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E MAPA

Ivete Souza do Nascimento - SUREG/BH

## PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

### Capa (DIEDIG)

Juliana Colussi

### Miolo (DIEDIG)

Agmar Alves Lopes

Juliana Colussi

### Diagramação (SUREG/PA)

Alessandra Luiza Rahel

### Revisão (SUREG/PA)

Oscar Scherer

### Referências

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho (Organização e Formatação)

---

## Serviço Geológico do Brasil – CPRM

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

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

W511 Weschenfelder, Adriana Burin  
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração Frequência:  
Município Gravataí/RS / Adriana Burin Weschenfelder; Karine Pickbrenner;  
Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2022  
1 recurso eletrônico : PDF

Programa de Gestão de Riscos e de Desastres  
Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos  
ISBN 978-65-5664-236-9

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine.  
II. Pinto, Eber José de Andrade. III. Título

CDD 551.57098

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 duas equações IDF estabelecidas para o município de Gravataí. A primeira equação IDF foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica Morungava, código 02950061 (ANA) e Gravataí\_Morungava, códigos 02950076 (ANA) e 430920902A (CEMADEN), localizadas na área rural do município, a 12,5 km da sede de Gravataí. A segunda equação IDF foi elaborada usando a metodologia de desagregação, sendo a série levantada de registros de precipitações diárias máximas anuais da estação pluviométrica de Sapucaia do Sul, código 02951028 (ANA), localizada na área urbana do município de Sapucaia do Sul, a 21,5 km da sede municipal de Gravataí.

**Esteves Pedro Colnago**

Diretor-Presidente

**Alice Silva de Castilho**

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial



## RESUMO

Este trabalho apresenta duas equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) estabelecidas para o município de Gravataí/RS. A série de dados utilizada na primeira IDF (IDF1) foi elaborada a partir de registros contínuos de precipitação da estação pluviográfica desativada Morungava, código 02950061 (ANA), e da estação automática em operação Gravataí\_Morungava, códigos 02950076 (ANA) e 430920902A (CEMADEN), ambas localizadas na área rural de Gravataí. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. As equações adotadas para representar a família de curvas IDF1 podem ser aplicadas para durações entre 10min e 24h e são recomendadas para tempos de retorno até 50 anos. A série de dados utilizada no estudo da IDF2 foi elaborada a partir de registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Sapucaia do Sul, código 02951028 (ANA), localizada no município de Sapucaia do Sul. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas da equação IDF1. As equações adotadas para representar a família de curvas IDF2 podem ser aplicadas para durações entre 10min e 24h e são recomendadas para tempos de retorno até 100 anos. A metodologia para definição das equações está descrita em detalhes em Pinto (2013). A aplicação das equações IDF elaboradas para o município de Gravataí 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, dentro da caracterização de chuva extrema local.

# ABSTRACT

*This work presents two Intensity-Duration-Frequency (IDF) equations established to the city of Gravataí/RS. The data series used in the first IDF (IDF1) was prepared from continuous precipitation records of the Morungava deactivated pluviographic rain station, code 02950061 (ANA), and of the Gravataí\_Morungava automatic station in operation, codes 02950076 (ANA) and 430920902A (CEMADEN). Both stations are located in the countryside area of Gravataí. The frequency distribution adjusted to the data was Exponential, with the parameters calculated by the L-moment method. The equations fitted to represent the family of IDF1 curves can be applied for durations between 10min and 24h and are recommended for return period up to 50 years. The data series used in the study of IDF2 was prepared from records of maximum daily rainfall per hydrological year of the Sapucaia do Sul rain station, code 02951028 (ANA), located in Sapucaia do Sul city. The frequency distribution adjusted to the daily data was Gumbel, with the parameters calculated by the L-moment method. The disaggregation coefficients for sub-daily time scales were obtained from the IDF1. The equations fitted to represent the family of IDF2 curves can be applied for durations between 10min and 24h and are recommended for return period up to 100 years. The methodology for defining the equations is described in detail in Pinto (2013). The application of the IDF's equations developed for the city of Gravataí 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 IDF1: DADOS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO.....	8
EQUAÇÃO IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO ...	10
EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	12
REFERÊNCIAS.....	13
ANEXO I.....	14
ANEXO II.....	16
ANEXO III.....	17

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização do Município e das Estações de Monitoramento.....	7
Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência - Dados contínuos de precipitação..	8
Figura 03 - Curvas intensidade-duração-frequência - Dados diários de precipitação.....	10

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Intensidade da chuva em mm/h - Dados contínuos de precipitação.....	9
Tabela 02 - Altura de chuva em mm - Dados contínuos de precipitação. ....	9
Tabela 03 - Intensidade da chuva em mm/h - Dados diários de precipitação. ....	11
Tabela 04 - Altura de chuva em mm - Dados diários de precipitação. ....	12



## INTRODUÇÃO

Foram definidas duas equações IDF para o município de Gravataí, que podem ser utilizadas na área rural e urbana do município de Gravataí e regiões circunvizinhas.

O município de Gravataí está localizado no estado do Rio Grande do Sul, na Latitude 29°56'31" O e Longitude 50°59'14,6" S e, distante 23 km da capital do estado, Porto Alegre, e tendo como divisa os municípios de Taquara, Novo Hamburgo, Sapucaia do Sul, Cachoeirinha, Alvorada, Viamão e Glorinha. O município possui área de 468,288 Km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2021) e localiza-se a uma altitude de 26 metros. A população de Gravataí, segundo IBGE (2010), é de 255.660 habitantes.

Os dados para definição da equação IDF1 foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo IH, operado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, no período de agosto de 1991 até abril de 2009. A estação pluviográfica Morungava, código 02950061, localiza-se na Latitude 29°51'03" S e Longitude 50°54'37" O. Este pluviógrafo está desativado. A série de dados foi complementada, no período de abril de 2015 a dezembro de 2021, com os registros contínuos de precipitação da estação pluviométrica automática Gravataí\_Morungava, códigos 02950076 (ANA) e 430920902A, operada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN e localizada na Latitude 29°51'10" S e Longitude 50°54'30" O. As estações de monitoramento de Morungava e Gravataí\_Morungava localizam-se na área rural do município de Gravataí, a aproximadamente 12,5 km de distância da sede municipal de Gravataí e distanciam-se entre si em aproximadamente 308 m, ambas inserem-se na sub-bacia 87, mais especificamente na sub-bacia do rio Gravataí.

Os dados para definição da IDF2 foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro operado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. A estação pluviométrica de Sapucaia do Sul, código 02951028 (ANA), está localizada na Latitude 29°42'12"S e Longitude 51°09'40"O; na sub-bacia 87, mais especificamente na sub-bacia do rio dos Sinos. A estação pluviométrica localiza-se na área urbana do município de Sapucaia do Sul, a 21,5 km da sede do município de Gravataí. Esta estação encontra-se em operação desde 1964 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1969 a 2021. A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações pluviográfica (CPRM), pluviométrica automática (CEMADEN) e pluviométrica convencional (CPRM).

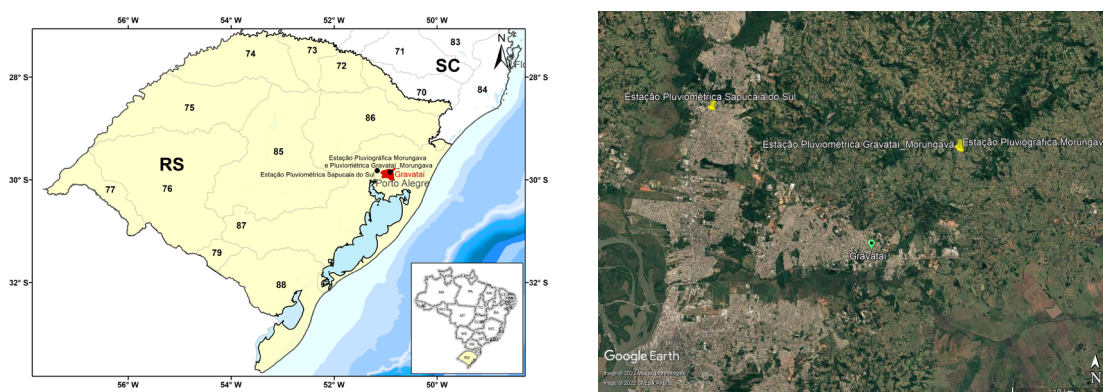
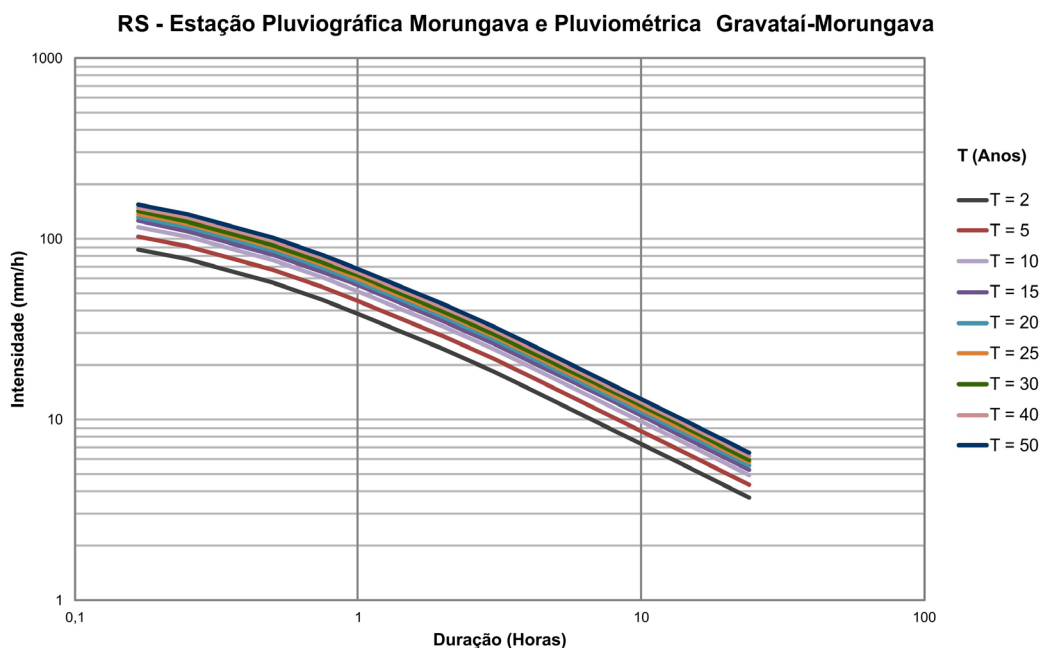


Figura 01 - Localização do Município e das Estações de Monitoramento (Fonte: Google Earth, 2022).

## EQUAÇÃO IDF1: DADOS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência das estações Morungava e Gravataí\_Morungava, códigos 02950061 (ANA) e 02950076 (ANA)/ 430920902A (CEMADEN), respectivamente, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



**Figura 02** - Curvas intensidade-duração-frequência - Dados contínuos de precipitação.

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)

$a, b, c, d$  são parâmetros da equação

No caso de Morungava/Gravataí\_Morungava os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1138,7; b = 0,1776; c = 18,4 \text{ e } d = 0,8037$$

$$i = \frac{1138,7T^{0,1776}}{(t + 18,4)^{0,8037}} \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempo de retorno até 50 anos e durações de 10 minutos a 24 horas. 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 - Dados contínuos de precipitação.

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
10 Minutos	87,5	102,9	116,4	125,1	131,7	137,0	141,5	148,9	154,9
15 Minutos	76,8	90,3	102,2	109,8	115,6	120,2	124,2	130,7	136,0
20 Minutos	68,6	80,8	91,3	98,2	103,3	107,5	111,0	116,8	121,6
30 Minutos	57,0	67,1	75,8	81,5	85,8	89,2	92,2	97,0	100,9
45 Minutos	45,9	54,0	61,0	65,6	69,0	71,8	74,2	78,1	81,2
1 HORA	38,7	45,5	51,5	55,3	58,2	60,6	62,6	65,8	68,5
2 HORAS	24,5	28,8	32,6	35,0	36,9	38,4	39,6	41,7	43,4
3 HORAS	18,3	21,6	24,4	26,2	27,6	28,7	29,7	31,2	32,5
4 HORAS	14,8	17,4	19,7	21,2	22,3	23,2	24,0	25,2	26,3
5 HORAS	12,5	14,8	16,7	17,9	18,9	19,6	20,3	21,3	22,2
6 HORAS	10,9	12,8	14,5	15,6	16,4	17,1	17,7	18,6	19,3
7 HORAS	9,7	11,4	12,9	13,9	14,6	15,2	15,7	16,5	17,2
8 HORAS	8,7	10,3	11,6	12,5	13,2	13,7	14,1	14,9	15,5
12 HORAS	6,4	7,5	8,5	9,1	9,6	10,0	10,3	10,9	11,3
14 HORAS	5,7	6,6	7,5	8,1	8,5	8,8	9,1	9,6	10,0
24 HORAS	3,7	4,3	4,9	5,3	5,6	5,8	6,0	6,3	6,5

**Tabela 02** - Altura de chuva em mm - Dados contínuos de precipitação.

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
10 Minutos	14,6	17,2	19,4	20,8	21,9	22,8	23,6	24,8	25,8
15 Minutos	19,2	22,6	25,5	27,5	28,9	30,1	31,0	32,7	34,0
20 Minutos	22,9	26,9	30,4	32,7	34,4	35,8	37,0	38,9	40,5
30 Minutos	28,5	33,5	37,9	40,8	42,9	44,6	46,1	48,5	50,5
45 Minutos	34,4	40,5	45,8	49,2	51,8	53,9	55,7	58,6	60,9
1 HORA	38,7	45,5	51,5	55,3	58,2	60,6	62,6	65,8	68,5
2 HORAS	49,0	57,6	65,2	70,1	73,7	76,7	79,2	83,4	86,8
3 HORAS	55,0	64,7	73,2	78,7	82,8	86,2	89,0	93,7	97,4
4 HORAS	59,3	69,8	78,9	84,8	89,3	92,9	96,0	101,0	105,1
5 HORAS	62,7	73,8	83,4	89,7	94,4	98,2	101,4	106,7	111,0

**Tabela 2** - Altura de chuva em mm - Dados contínuos de precipitação. (continuação)

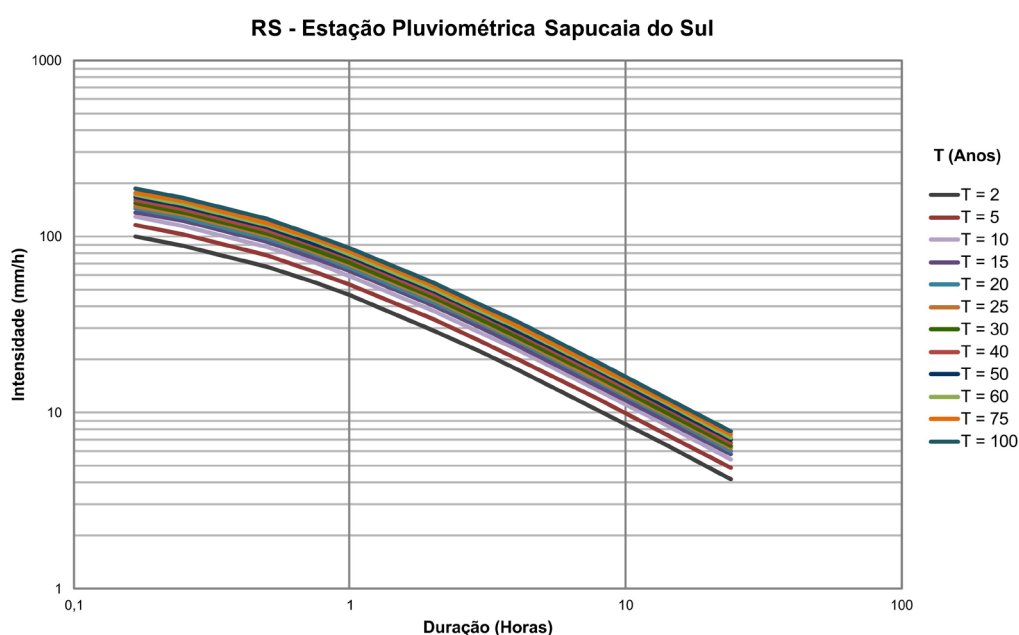
DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
6 HORAS	65,5	77,1	87,1	93,7	98,6	102,5	105,9	111,5	116,0
7 HORAS	67,9	79,9	90,3	97,1	102,2	106,3	109,8	115,5	120,2
8 HORAS	70,0	82,3	93,1	100,1	105,3	109,6	113,2	119,1	123,9
12 HORAS	76,5	90,0	101,8	109,5	115,2	119,8	123,8	130,3	135,5
14 HORAS	79,1	93,1	105,3	113,1	119,1	123,9	128,0	134,7	140,1
24 HORAS	88,6	104,2	117,9	126,7	133,3	138,7	143,3	150,8	156,9

## EQUAÇÃO IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Sapucaia do Sul, código 02951028 (ANA) foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil (01/Jan 31/Dez), apresentada no Anexo III. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas da equação IDF1. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

**Figura 03** - Curvas intensidade-duração-frequência - Dados diários de precipitação.

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 03 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t + c)^d} \quad (03)$$

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 Sapucaia do Sul os parâmetros das equações são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1685,6; b = 0,1594; c = 23,3 \text{ e } d = 0,8380$$

$$i = \frac{1685,6T^{0,1594}}{(t + 23,3)^{0,8380}} \quad (04)$$

Esta equação é válida para tempo de retorno até 100 anos e durações de 10 minutos a 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

**Tabela 03** - Intensidade da chuva em mm/h - Dados diários de precipitação.

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
10 Minutos	99,8	115,4	128,9	137,5	144,0	149,2	153,6	160,8	166,6	171,5	177,8	186,1
15 Minutos	88,7	102,7	114,7	122,3	128,1	132,7	136,6	143,0	148,2	152,6	158,1	165,5
20 Minutos	80,1	92,6	103,5	110,4	115,5	119,7	123,3	129,0	133,7	137,7	142,6	149,3
30 Minutos	67,3	77,8	86,9	92,7	97,1	100,6	103,6	108,4	112,3	115,7	119,9	125,5
45 Minutos	54,6	63,2	70,6	75,3	78,9	81,7	84,1	88,1	91,3	94,0	97,4	101,9
1 HORA	46,3	53,5	59,8	63,8	66,8	69,2	71,2	74,6	77,3	79,6	82,4	86,3
2 HORAS	29,4	34,0	38,0	40,5	42,4	43,9	45,2	47,3	49,0	50,5	52,3	54,8
3 HORAS	21,9	25,3	28,3	30,2	31,6	32,8	33,7	35,3	36,6	37,7	39,0	40,9
4 HORAS	17,6	20,4	22,8	24,3	25,5	26,4	27,2	28,4	29,5	30,3	31,4	32,9
5 HORAS	14,8	17,2	19,2	20,5	21,4	22,2	22,9	23,9	24,8	25,5	26,5	27,7
6 HORAS	12,9	14,9	16,6	17,8	18,6	19,3	19,8	20,8	21,5	22,1	22,9	24,0
7 HORAS	11,4	13,2	14,7	15,7	16,5	17,0	17,5	18,4	19,0	19,6	20,3	21,3
8 HORAS	10,2	11,9	13,2	14,1	14,8	15,3	15,8	16,5	17,1	17,6	18,3	19,1
12 HORAS	7,4	8,6	9,6	10,2	10,7	11,1	11,4	11,9	12,3	12,7	13,2	13,8
14 HORAS	6,5	7,5	8,4	9,0	9,4	9,8	10,0	10,5	10,9	11,2	11,6	12,2
24 HORAS	4,2	4,8	5,4	5,8	6,0	6,3	6,5	6,8	7,0	7,2	7,5	7,8

**Tabela 04** - Altura de chuva em mm - Dados diários de precipitação.

DURAÇÃO DA CHUVA	TEMPO DE RETORNO, T (ANOS)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
10 Minutos	16,6	19,2	21,5	22,9	24,0	24,9	25,6	26,8	27,8	28,6	29,6	31,0
15 Minutos	22,2	25,7	28,7	30,6	32,0	33,2	34,2	35,8	37,1	38,1	39,5	41,4
20 Minutos	26,7	30,9	34,5	36,8	38,5	39,9	41,1	43,0	44,6	45,9	47,5	49,8
30 Minutos	33,6	38,9	43,5	46,4	48,5	50,3	51,8	54,2	56,2	57,8	59,9	62,7
45 Minutos	41,0	47,4	53,0	56,5	59,2	61,3	63,1	66,1	68,5	70,5	73,0	76,4
1 HORA	46,3	53,5	59,8	63,8	66,8	69,2	71,2	74,6	77,3	79,6	82,4	86,3
2 HORAS	58,7	68,0	75,9	81,0	84,8	87,8	90,4	94,7	98,1	101,0	104,6	109,6
3 HORAS	65,7	76,0	84,9	90,6	94,9	98,3	101,2	105,9	109,8	113,0	117,1	122,6
4 HORAS	70,5	81,6	91,2	97,3	101,8	105,5	108,6	113,7	117,8	121,3	125,7	131,6
5 HORAS	74,2	85,9	96,0	102,4	107,2	111,0	114,3	119,7	124,0	127,7	132,3	138,5
6 HORAS	77,2	89,4	99,8	106,5	111,5	115,5	118,9	124,5	129,0	132,8	137,7	144,1
7 HORAS	79,8	92,3	103,1	110,0	115,2	119,3	122,8	128,6	133,3	137,2	142,2	148,8
8 HORAS	82,0	94,9	106,0	113,0	118,3	122,6	126,2	132,2	136,9	141,0	146,1	152,9
12 HORAS	88,7	102,6	114,6	122,3	128,0	132,7	136,6	143,0	148,2	152,5	158,0	165,5
14 HORAS	91,3	105,6	118,0	125,8	131,8	136,5	140,6	147,1	152,5	157,0	162,7	170,3
24 HORAS	100,6	116,4	130,0	138,6	145,1	150,4	154,8	162,1	168,0	172,9	179,2	187,6

## EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Exemplo 1: Entre os dias 15 e 16 de abril de 2019, no pluviômetro automático do CEMADEN, na área rural, foi registrada uma chuva de 88,8 mm, com duração de 4h.

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:

$$T = \left[ \frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (05)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 88,8 mm dividido por 4h é igual a 22,2 mm/h. Utilizando os parâmetros da equação 02 e substituindo os valores na equação 05 temos:

$$T = \left[ \frac{22,2(240 + 18,4)^{0,8037}}{1138,7} \right]^{1/0,1776} = 19,4 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 19,4 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 5,2%, ou



$$P(i \geq 22,2 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{19,4} 100 = 5,2\%$$

Exemplo 2: Suponha que esta chuva de 88,8 mm, com duração de 4h. ocorrida entre 15 e 16 de abril de 2019 também tenha sido registrada na área urbana de Gravataí.

Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: *A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 88,8 mm dividido por 4h é igual a 22,2 mm/h. Utilizando os parâmetros da equação 04 e substituindo os valores na equação 05 temos:*

$$T = \left[ \frac{22,2(240 + 23,3)^{0,8380}}{1685,6} \right]^{1/0,1594} = 8,5 \text{ anos}$$

*O tempo de retorno de 8,5 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 11,8%, ou*

$$P(i \geq 22,2 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{8,5} 100 = 11,8\%$$

## REFERÊNCIAS

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN **Mapa interativo**. [Brasília]: CEMADEN, 2022. Disponível em: [www2.cemaden.gov.br/mapainterativo](http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo). Acesso em: 19 abr. 2022.

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação Pluviográfica Morungava, Estação Pluviométrica Gravataí\_Morungava e Estação Pluviométrica Sapucaia do Sul**. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Brasil: Google, [2022]. Acesso em: 27 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Gravataí. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/gravatai/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Gravataí. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/gravatai/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2022.

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 (10 Min. - 1 Hora) – Altura de Chuva (mm)

DATA	10 MIN.	DATA	15 MIN.	DATA	30 MIN.	DATA	45 MIN.	DATA	1H
26/12/1993	20,7	26/12/1993	25,6	20/02/1993	22,9	26/12/1993	51,7	26/12/1993	62,0
08/01/1994	20,6	08/01/1994	26,6	26/12/1993	40,1	08/01/1994	36,6	08/01/1994	36,6
09/02/1994	18,2	09/02/1994	20,5	08/01/1994	34,3	09/02/1994	29,7	09/02/1994	30,7
12/02/1994	15,1	12/02/1994	19,8	09/02/1994	27,3	12/02/1994	34,2	12/02/1994	37,4
05/01/1995	12,7	05/01/1995	19,0	12/02/1994	28,7	05/01/1995	31,31	05/01/1995	32,0
10/02/1996	12,4	10/02/1996	15,2	05/01/1995	28,5	23/02/1996	31,1	23/02/1996	33,0
23/02/1996	17,7	23/02/1996	22,9	23/02/1996	30,1	18/10/1996	30,4	18/10/1996	32,6
30/01/1997	13,5	30/01/1997	17,0	18/10/1996	24,7	30/01/1997	36,3	30/01/1997	40,1
25/12/1997	14,6	25/12/1997	20,6	30/01/1997	26,9	25/12/1997	48,6	25/12/1997	55,5
12/04/1998	13,3	12/04/1998	16,4	25/12/1997	39,3	12/04/1998	26,1	13/02/1999	29,8
07/02/1999	12,3	07/02/1999	15,7	12/04/1998	24,2	13/02/1999	27,5	16/02/1999	51,7
13/02/1999	13,1	13/02/1999	17,0	16/02/1999	37,0	16/02/1999	45,7	14/10/2015	29,4
16/02/1999	20,8	16/02/1999	23,3	26/12/2016	31,4	09/02/2016	29,1	09/02/2016	30,6
09/02/2016	15,2	09/02/2016	15,7	04/01/2017	29,0	26/12/2016	31,7	26/12/2016	31,8
26/12/2016	20,0	26/12/2016	25,4	21/02/2017	42,0	04/01/2017	34,1	04/01/2017	35,6
04/01/2017	15,2	04/01/2017	19,8	07/12/2017	24,6	21/02/2017	53,1	21/02/2017	61,0
21/02/2017	16,0	21/02/2017	23,3	01/09/2018	27,2	07/12/2017	26,6	01/09/2018	30,6
08/06/2017	12,8	01/09/2018	19,4	16/04/2019	30,0	01/09/2018	29,6	16/04/2019	52,0
01/09/2018	13,8	16/04/2019	16,8	03/05/2019	25,4	16/04/2019	44,3	27/04/2019	30,0
16/04/2019	12,4	03/05/2019	17,4	05/05/2019	25,0	05/05/2019	31,3	05/05/2019	31,8
03/05/2019	13,4	05/05/2019	15,4	04/12/2019	23,8	21/01/2020	26,5	27/05/2019	29,0
04/12/2019	13,0	04/12/2019	18,1	21/01/2020	25,2	30/09/2020	34,6	30/09/2020	37,0
30/09/2020	13,2	30/09/2020	18,0	30/09/2020	27,0	16/11/2020	27,3	16/11/2020	31,0

# ANEXO I

## Série de Dados Utilizados por Duração (2Horas – 24 Horas) – Altura de Chuva (mm)

DATA	2H	DATA	3H	DATA	4H	DATA	8H	DATA	14H	DATA	24H
04/07/1993	43,7	04/07/1993	52,0	04/07/1993	60,8	03/06/1993	57,0	04/07/1993	98,9	03/06/1993	88,3
26/12/1993	68,6	26/12/1993	68,6	26/12/1993	68,6	04/07/1993	87,1	22/10/1993	82,5	04/07/1993	100,2
08/01/1994	36,6	12/02/1994	55,8	12/02/1994	84,0	22/10/1993	68,9	12/02/1994	96,6	22/10/1993	83,0
12/02/1994	47,7	19/06/1994	39,1	29/07/1995	41,1	26/12/1993	68,6	17/10/1994	70,1	26/12/1993	96,7
05/01/1995	36,0	21/10/1995	39,4	30/01/1997	65,9	12/02/1994	96,3	28/07/1995	99,8	12/02/1994	108,9
21/10/1995	34,9	30/01/1997	59,7	25/12/1997	85,7	17/10/1994	57,6	30/01/1997	74,0	28/07/1995	121,9
23/02/1996	35,7	25/12/1997	62,5	16/02/1999	55,1	28/07/1995	73,6	24/12/1997	112,4	30/01/1997	82,7
18/10/1996	35,3	16/02/1999	54,7	19/07/2015	48,0	30/01/1997	73,4	09/06/1999	79,8	24/12/1997	112,6
30/01/1997	50,7	19/07/2015	42,6	14/10/2015	49,6	25/12/1997	109,6	12/07/2015	75,2	13/07/2015	108,1
25/12/1997	58,4	14/10/2015	47,4	15/05/2016	50,0	27/12/1997	58,7	14/10/2015	80,2	07/10/2015	102,6
27/12/1997	36,2	15/05/2016	45,4	21/02/2017	61,2	17/06/2015	57,8	30/01/2016	80,6	14/10/2015	120,0
16/02/1999	54,0	21/02/2017	61,2	12/03/2017	45,8	13/07/2015	63,6	17/10/2016	81,8	30/01/2016	90,6
14/10/2015	46,8	12/03/2017	41,4	01/06/2017	42,0	14/10/2015	70,4	07/06/2017	69,6	16/10/2016	83,6
04/01/2017	36,4	01/06/2017	38,4	07/06/2017	42,2	21/02/2017	61,2	06/12/2017	72,8	26/05/2017	89,6
21/02/2017	61,2	07/06/2017	38,0	07/12/2017	41,8	12/03/2017	62,8	16/04/2019	102,2	16/04/2019	104,2
12/03/2017	36,8	15/03/2018	44,4	15/03/2018	48,2	01/06/2017	56,8	26/04/2019	108,8	26/04/2019	121,2
15/03/2018	36,6	16/04/2019	86,2	16/04/2019	88,8	16/04/2019	91,8	27/05/2019	83,6	27/05/2019	86,0
16/04/2019	79,0	27/04/2019	54,4	27/04/2019	65,6	26/04/2019	90,8	23/07/2019	101,8	23/07/2019	108,0
27/04/2019	46,0	27/05/2019	54,8	27/05/2019	65,8	27/05/2019	77,0	30/06/2020	85,4	29/06/2020	109,0
05/05/2019	35,6	12/07/2020	42,6	12/07/2020	44,8	23/07/2019	72,2	07/07/2020	73,6	07/07/2020	102,4
27/05/2019	45,8	30/09/2020	68,0	30/09/2020	71,2	30/06/2020	57,6	29/09/2020	88,0	29/09/2020	88,0
12/07/2020	40,4	26/06/2021	40,4	26/06/2021	47,4	30/09/2020	87,4	28/05/2021	73,2	26/06/2021	105,6
30/09/2020	59,6	06/12/2021	39,0	06/12/2021	42,4	26/06/2021	64,4	26/06/2021	69,6	24/08/2021	90,4

## ANEXO II

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

	RELAÇÃO 10 MIN/15 MIN	RELAÇÃO 15MIN/30 MIN	RELAÇÃO 30MIN/45 MIN	RELAÇÃO 45MIN/1H
Máxima	0,79	0,67	0,85	0,92
Mínima	0,78	0,66	0,77	0,87
Média	0,79	0,66	0,79	0,88
<b>Mediana</b>	<b>0,79</b>	<b>0,66</b>	<b>0,78</b>	<b>0,87</b>

	RELAÇÃO 1H/2H	RELAÇÃO 2H/3H	RELAÇÃO 3H/4H	RELAÇÃO 4H/8H	RELAÇÃO 8H/14H	RELAÇÃO 14H/20H
Máxima	0,82	0,93	0,90	0,89	0,94	0,91
Mínima	0,82	0,90	0,85	0,78	0,84	0,84
Média	0,82	0,92	0,87	0,86	0,92	0,89
<b>Mediana</b>	<b>0,82</b>	<b>0,93</b>	<b>0,86</b>	<b>0,87</b>	<b>0,93</b>	<b>0,90</b>

Relações entre as alturas de precipitações de diferentes durações (Pd/Pd1hora)  
Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	RELAÇÃO 10MIN/1H	RELAÇÃO 15MIN/1H	RELAÇÃO 30MIN/1H	RELAÇÃO 45MIN/1H
Máxima	0,41	0,52	0,79	0,92
Mínima	0,35	0,44	0,67	0,87
Média	0,36	0,46	0,70	0,88
<b>Mediana</b>	<b>0,36</b>	<b>0,45</b>	<b>0,68</b>	<b>0,87</b>

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	0,50	0,61	0,65	0,77	0,86	0,91
Mínima	0,37	0,45	0,50	0,55	0,71	0,84
Média	0,46	0,57	0,61	0,71	0,82	0,89
<b>Mediana</b>	<b>0,48</b>	<b>0,58</b>	<b>0,63</b>	<b>0,73</b>	<b>0,84</b>	<b>0,90</b>

## ANEXO III

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)  
 Máximos por ano civil (01/Jan a 31/Dez)

N	AI	AF	DATA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM)	N	AI	AF	DATA	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM)
1	1969	1969	21/03/1969	46,0	26	1994	1994	19/06/1994	93,4
2	1970	1970	17/10/1970	106,0	27	1995	1995	29/07/1995	117,1
3	1971	1971	05/08/1971	62,0	28	1996	1996	14/10/1996	70,5
4	1972	1972	10/02/1972	93,0	29	1997	1997	25/12/1997	89,0
5	1973	1973	11/01/1973	72,0	30	1998	1998	06/01/1998	65,3
6	1974	1974	09/06/1974	57,5	31	1999	1999	10/06/1999	100,3
7	1975	1975	06/06/1975	45,5	32	2000	2000	13/04/2000	111,6
8	1976	1976	26/07/1976	72,0	33	2001	2001	01/10/2001	124,0
9	1977	1977	19/06/1977	77,0	34	2002	2002	27/07/2002	78,9
10	1978	1978	04/11/1978	63,0	35	2003	2003	09/07/2003	85,3
11	1979	1979	15/12/1979	55,0	36	2004	2004	15/07/2004	55,3
12	1980	1980	29/07/1980	86,1	37	2005	2005	08/10/2005	92,3
13	1981	1981	19/02/1981	89,5	38	2006	2006	19/01/2006	71,0
14	1982	1982	15/06/1982	146,0	39	2007	2007	23/09/2007	67,3
15	1983	1983	18/03/1983	74,5	40	2008	2008	03/05/2008	90,5
16	1984	1984	20/06/1984	79,0	41	2009	2009	08/11/2009	84,9
17	1985	1985	10/03/1985	103,0	42	2010	2010	17/01/2010	68,6
18	1986	1986	24/02/1986	72,0	43	2011	2011	22/04/2011	111,0
19	1987	1987	12/10/1987	74,0	44	2012	2012	19/09/2012	87,5
20	1988	1988	25/09/1988	72,0	45	2013	2013	11/11/2013	126,5
21	1989	1989	30/01/1989	105,0	46	2014	2014	14/02/2014	89,3
22	1990	1990	12/10/1990	92,5	47	2015	2015	15/10/2015	119,9
23	1991	1991	18/04/1991	102,5	48	2020	2020	08/07/2020	126,0
24	1992	1992	24/01/1992	97,0	49	2021	2021	27/06/2021	72,5
25	1993	1993	05/07/1993	110,0					

# 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

