

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: Serro/MG

Estação Pluviométrica: Serro

Código: 01843011 (ANA)



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Adolfo Sachsida

Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Líliã Mascarenhas Sant'agostino

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-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 interino

Paulo Afonso Romano

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 A. 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 (SGB-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 Pluviométrica: Serro

Código: 01843011(ANA)

Município: Serro/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

Osvalcélcio Mercês Furtunato - SUREG/SA

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E MAPA

Ivete Souza do Nascimento - SUREG/BH

PROJETO GRÁFICO/EDITORIAÇÃO

Capa (DIEDIG)

Juliana Colussi

Miolo (DIEDIG)

Agmar Alves Lopes

Juliana Colussi

Diagramação (SUREG/PA)

Alessandra Luiza Rahel

Referências

Maria Madalena Costa Ferreira (Organização e Formatação)

Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)

www.cprm.gov.br

seus@sgb.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Pinto, Eber José de Andrade.
P659 Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração frequência:
município Serro - Minas Gerais. Eber José de Andrade Pinto.- Belo
Horizonte:SGB/CPRM, 2022.
1 recurso eletrônico: PDF

Programa de Gestão de Riscos e de Desastres
Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos
ISBN 978-65-5664-343-4

1. Hidrologia de Minas Gerais.2- Pluviometria – Brasil . 3- Equações IDF. I-
Pinto, Eber José de Andrade (Org.) II -Título. IV- Série

CDD 556

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Maria Madalena Costa Ferreira CRB-6/1393

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – (SGB-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).

Neste estudo foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Serro, código 01843011 (ANA), localizada no município do Serro/MG.

Cassiano de Souza Alves

Diretor-Presidente interino

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta a equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) estabelecida para o município do Serro/MG. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Serro, código 01843011 (ANA), localizada no mesmo município. A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013). 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 IDF estabelecida por COPASA/UFV (2001) para o município de Gouveia/MG. As equações ajustadas para representar a família de curvas IDF podem ser aplicadas para durações entre 10min e 24h e são recomendadas para tempos de retorno até 100 anos. A aplicação da equação IDF elaborada para o município do Serro/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 Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation established to the city of Serro/MG. The data series used in the study was prepared from records of maximum daily rainfall per hydrological year of the Serro rain gauge, code 01843011 (ANA), located in the same city. The methodology for defining the equation by disaggregating daily rainfall is described in detail in Pinto (2013). 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 IDF equation established by COPAS/UFV (2001) for the city of Gouveia/MG. The equations fitted to represent the family of IDF curves can be applied for durations between 10min and 24h and are recommended for return period up to 100 years. The application of the IDF equation developed for the city of Serro 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..... | 12 |
| ANEXO III..... | 13 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviométrica..... | 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 Serro, Estado de Minas Gerais.

O município do Serro localizado no Estado de Minas Gerais, está inserido na Região central da Serra do Espinhaço, porção centro-nordeste, a distância da capital mineira é de 325km, os municípios limítrofes são Rio Vermelho, Datas, Sabinópolis, Serra Azul de Minas, Couto de Magalhães de Minas, Conceição do Mato Dentro, Santo Antônio do Itambé, Diamantina, Presidente Kubitschek e Alvorada de Minas. O município possui área territorial de 1.217,813 km² (IBGE) e sua altitude em relação ao nível médio do mar varia entre 835 e 2002 metros. Apresenta uma população estimada de 20.915 habitantes (IBGE, 2022).

A estação Serro, código 01843011 (ANA), está localizada na Latitude 18°35'30"S e Longitude 43°24'42"O; na sub-bacia 56, sub-bacia do rio Doce. A estação pluviométrica localiza-se no município do Serro, dentro da área da COPASA, a margem da estrada Serro - Diamantina. Esta estação encontra-se em operação desde 1984 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1943 a 2019. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação disponibilizados pelo HIDROWEB da ANA (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>).

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

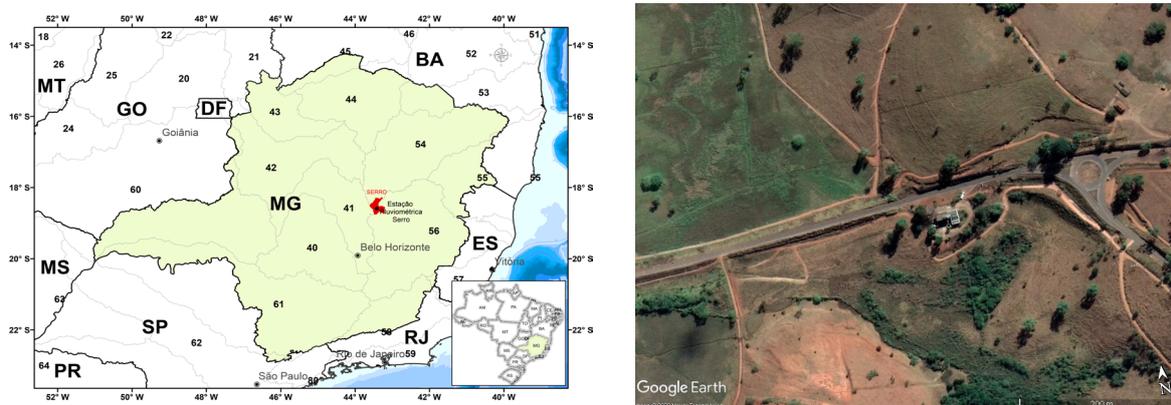


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviométrica (Fonte: Google Earth, 2022)

EQUAÇÃO

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 Serro, código 01843011 (ANA) foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. Os parâmetros da Gumbel constam do Anexo II.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas da equação IDF estabelecida por COPASA/UFV (2001) para o município de Gouveia. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo III. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

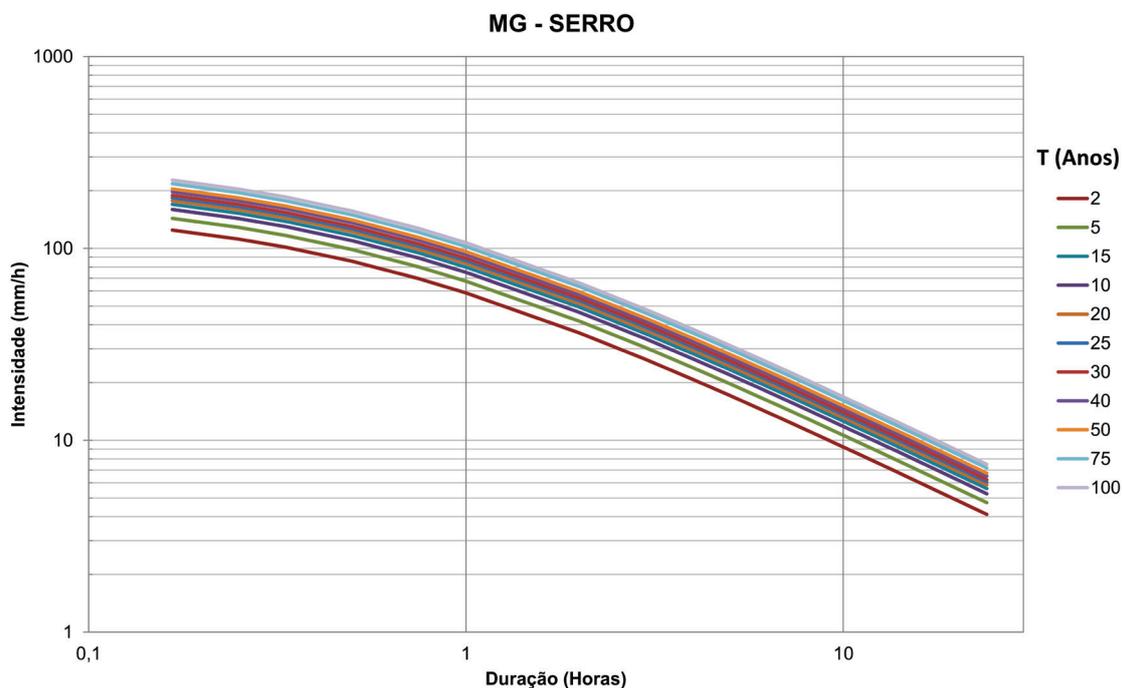


Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 02 são do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t + c)^d} \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a , b , c e d são parâmetros da equação

No caso do Serro, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 4022,58; b = 0,1536; c = 31,91; d = 0,9588$$

$$i = \frac{4022,58T^{0,1536}}{(t + 31,91)^{0,9588}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno de até 100 anos.

A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 - Intensidade da chuva em mm/h.

| DURAÇÃO DA CHUVA | TEMPO DE RETORNO, T (ANOS) | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 75 | 100 |
| 10 Minutos | 124,5 | 143,4 | 159,5 | 169,7 | 177,4 | 183,6 | 188,8 | 197,3 | 204,2 | 210,0 | 217,3 | 227,1 |
| 15 Minutos | 111,8 | 128,7 | 143,1 | 152,3 | 159,2 | 164,8 | 169,5 | 177,1 | 183,3 | 188,5 | 195,1 | 203,9 |
| 20 Minutos | 101,4 | 116,8 | 129,9 | 138,2 | 144,5 | 149,5 | 153,8 | 160,7 | 166,3 | 171,0 | 177,0 | 185,0 |
| 30 Minutos | 85,7 | 98,6 | 109,7 | 116,8 | 122,0 | 126,3 | 129,9 | 135,7 | 140,5 | 144,5 | 149,5 | 156,3 |
| 45 Minutos | 69,6 | 80,1 | 89,1 | 94,8 | 99,1 | 102,6 | 105,5 | 110,2 | 114,1 | 117,3 | 121,4 | 126,9 |
| 1 Hora | 58,7 | 67,5 | 75,1 | 79,9 | 83,5 | 86,5 | 88,9 | 92,9 | 96,2 | 98,9 | 102,4 | 107,0 |
| 2 Horas | 36,2 | 41,7 | 46,4 | 49,4 | 51,6 | 53,4 | 54,9 | 57,4 | 59,4 | 61,1 | 63,2 | 66,1 |
| 3 Horas | 26,3 | 30,3 | 33,7 | 35,9 | 37,5 | 38,8 | 39,9 | 41,7 | 43,2 | 44,4 | 45,9 | 48,0 |
| 4 Horas | 20,7 | 23,9 | 26,5 | 28,3 | 29,5 | 30,6 | 31,4 | 32,8 | 34,0 | 35,0 | 36,2 | 37,8 |
| 5 Horas | 17,1 | 19,7 | 21,9 | 23,3 | 24,4 | 25,2 | 26,0 | 27,1 | 28,1 | 28,9 | 29,9 | 31,2 |
| 6 Horas | 14,6 | 16,8 | 18,7 | 19,9 | 20,8 | 21,5 | 22,1 | 23,1 | 23,9 | 24,6 | 25,5 | 26,6 |
| 7 Horas | 12,7 | 14,7 | 16,3 | 17,4 | 18,1 | 18,8 | 19,3 | 20,2 | 20,9 | 21,5 | 22,2 | 23,2 |
| 8 Horas | 11,3 | 13,0 | 14,5 | 15,4 | 16,1 | 16,7 | 17,1 | 17,9 | 18,5 | 19,1 | 19,7 | 20,6 |
| 12 Horas | 7,8 | 9,0 | 10,0 | 10,7 | 11,1 | 11,5 | 11,9 | 12,4 | 12,8 | 13,2 | 13,6 | 14,3 |
| 14 Horas | 6,8 | 7,8 | 8,7 | 9,2 | 9,7 | 10,0 | 10,3 | 10,7 | 11,1 | 11,4 | 11,8 | 12,4 |
| 20 Horas | 4,9 | 5,6 | 6,2 | 6,6 | 6,9 | 7,2 | 7,4 | 7,7 | 8,0 | 8,2 | 8,5 | 8,9 |
| 24 Horas | 4,1 | 4,7 | 5,3 | 5,6 | 5,8 | 6,1 | 6,2 | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 7,2 | 7,5 |

Tabela 02 - Altura da chuva em mm.

| DURAÇÃO DA CHUVA | TEMPO DE RETORNO, T (ANOS) | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 75 | 100 |
| 10 Minutos | 20,8 | 23,9 | 26,6 | 28,3 | 29,6 | 30,6 | 31,5 | 32,9 | 34,0 | 35,0 | 36,2 | 37,9 |
| 15 Minutos | 27,9 | 32,2 | 35,8 | 38,1 | 39,8 | 41,2 | 42,4 | 44,3 | 45,8 | 47,1 | 48,8 | 51,0 |
| 20 Minutos | 33,8 | 38,9 | 43,3 | 46,1 | 48,2 | 49,8 | 51,3 | 53,6 | 55,4 | 57,0 | 59,0 | 61,7 |
| 30 Minutos | 42,8 | 49,3 | 54,9 | 58,4 | 61,0 | 63,1 | 64,9 | 67,9 | 70,2 | 72,2 | 74,8 | 78,1 |
| 45 Minutos | 52,2 | 60,1 | 66,8 | 71,1 | 74,3 | 76,9 | 79,1 | 82,7 | 85,6 | 88,0 | 91,1 | 95,2 |
| 1 Hora | 58,7 | 67,5 | 75,1 | 79,9 | 83,5 | 86,5 | 88,9 | 92,9 | 96,2 | 98,9 | 102,4 | 107,0 |
| 2 Horas | 72,5 | 83,4 | 92,8 | 98,8 | 103,2 | 106,8 | 109,8 | 114,8 | 118,8 | 122,2 | 126,4 | 132,2 |
| 3 Horas | 79,0 | 90,9 | 101,2 | 107,7 | 112,5 | 116,4 | 119,7 | 125,2 | 129,5 | 133,2 | 137,8 | 144,1 |
| 4 Horas | 82,9 | 95,5 | 106,2 | 113,0 | 118,1 | 122,2 | 125,7 | 131,4 | 136,0 | 139,8 | 144,7 | 151,3 |
| 5 Horas | 85,6 | 98,6 | 109,6 | 116,7 | 122,0 | 126,2 | 129,8 | 135,7 | 140,4 | 144,4 | 149,4 | 156,2 |
| 6 Horas | 87,6 | 100,9 | 112,2 | 119,4 | 124,8 | 129,2 | 132,8 | 138,8 | 143,7 | 147,7 | 152,9 | 159,8 |
| 7 Horas | 89,2 | 102,6 | 114,2 | 121,5 | 127,0 | 131,4 | 135,2 | 141,3 | 146,2 | 150,4 | 155,6 | 162,6 |
| 8 Horas | 90,4 | 104,1 | 115,8 | 123,2 | 128,8 | 133,3 | 137,1 | 143,3 | 148,3 | 152,5 | 157,8 | 164,9 |
| 12 Horas | 93,8 | 108,0 | 120,1 | 127,9 | 133,6 | 138,3 | 142,2 | 148,7 | 153,8 | 158,2 | 163,7 | 171,1 |
| 14 Horas | 95,0 | 109,3 | 121,6 | 129,4 | 135,3 | 140,0 | 144,0 | 150,5 | 155,7 | 160,1 | 165,7 | 173,2 |
| 20 Horas | 97,4 | 112,1 | 124,7 | 132,7 | 138,7 | 143,6 | 147,7 | 154,3 | 159,7 | 164,2 | 170,0 | 177,7 |
| 24 Horas | 98,5 | 113,4 | 126,2 | 134,3 | 140,4 | 145,3 | 149,4 | 156,1 | 161,6 | 166,2 | 172,0 | 179,7 |

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, no Serro foi registrada uma Chuva de 108 mm com duração de 3 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação

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

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 108 mm dividido por 3 h é igual a 36 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{36(180 + 31,9)^{0,9588}}{4022,58} \right]^{1/0,1536} = 15,3 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 15,3 anos corresponde a uma probabilidade de 6,5% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 36 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{15,3} 100 = 6,5\%$$

REFERÊNCIAS

COPASA/UFV. **Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais**. Equipe de trabalho Adir José de Freitas ...[e outros]. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 65p.: il., 2001.

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviométrica Serro**. Brasil: Google, [2022]. Disponível em: Google Earth. Acesso em: 15 nov. 2022.

HOSKING, J. R. M.; WALLIS, J. R. **Regional Frequency Analysis**: - an approach based on L-moments. New York: Cambridge University Press, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Serro/MG. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/serro/panorama>. Acesso em: 15 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 – Altura de Chuva diária (mm)
 Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set)

| N | AI | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) | N | AI | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) |
|----|------|------|------------|---------------------------------------|----|------|------|------------|---------------------------------------|
| 1 | 1984 | 1985 | 15/01/1985 | 100 | 19 | 2002 | 2003 | 27/12/2002 | 71 |
| 2 | 1985 | 1986 | 18/10/1985 | 77,6 | 20 | 2004 | 2005 | 02/02/2005 | 116 |
| 3 | 1986 | 1987 | 28/11/1986 | 75 | 21 | 2005 | 2006 | 12/12/2005 | 49,6 |
| 4 | 1987 | 1988 | 12/11/1987 | 95,8 | 22 | 2006 | 2007 | 04/11/2006 | 101 |
| 5 | 1988 | 1989 | 16/12/1988 | 68,4 | 23 | 2007 | 2008 | 29/04/2008 | 69,1 |
| 6 | 1989 | 1990 | 16/11/1989 | 45,4 | 24 | 2008 | 2009 | 23/01/2009 | 163,4 |
| 7 | 1990 | 1991 | 12/01/1991 | 37,2 | 25 | 2009 | 2010 | 04/03/2010 | 74,2 |
| 8 | 1991 | 1992 | 04/02/1992 | 72,6 | 26 | 2010 | 2011 | 05/03/2011 | 87,9 |
| 9 | 1992 | 1993 | 23/01/1993 | 73,5 | 27 | 2011 | 2012 | 27/11/2011 | 94,5 |
| 10 | 1993 | 1994 | 22/12/1993 | 66,7 | 28 | 2012 | 2013 | 07/03/2013 | 66 |
| 11 | 1994 | 1995 | 21/11/1994 | 51,4 | 29 | 2013 | 2014 | 22/12/2013 | 91 |
| 12 | 1995 | 1996 | 11/03/1996 | 72 | 30 | 2014 | 2015 | 02/04/2015 | 89,9 |
| 13 | 1996 | 1997 | 20/12/1996 | 55 | 31 | 2015 | 2016 | 21/01/2016 | 122,8 |
| 14 | 1997 | 1998 | 01/12/1997 | 48,4 | 32 | 2016 | 2017 | 09/03/2017 | 53,3 |
| 15 | 1998 | 1999 | 10/11/1998 | 98 | 33 | 2017 | 2018 | 05/02/2018 | 65,2 |
| 16 | 1999 | 2000 | 24/12/1999 | 67,3 | 34 | 2018 | 2019 | 29/10/2018 | 78,7 |
| 17 | 2000 | 2001 | 04/12/2000 | 62 | 35 | 2019 | 2020 | 23/03/2020 | 98,5 |
| 18 | 2001 | 2002 | 18/01/2002 | 82,4 | | | | | |

ANEXO II

Estatísticas das Séries

| MÉDIA MM | DESVIO PADRÃO MM | MÁXIMO MM | MÍNIMO MM | AMPLITUDE MM | ASSIMETRIA | MEDIANA MM | 1º QUARTIL MM | 3º QUARTIL MM | AIQ MM |
|-------------|------------------------|--------------|--------------|-----------------|------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 78,3 | 24,8 | 163,4 | 37,2 | 126,2 | 1,2 | 73,5 | 65,6 | 92,75 | 27,15 |

Momentos-L e Razões-L

| l_1 | l_2 | L-CV | L-SKEW | L-KURT |
|---------|---------|--------|--------|--------|
| 78,3086 | 13,4254 | 0,1714 | 0,1612 | 0,1971 |

Parâmetros da Distribuição Ajustada

Inversa da função acumulada de Gumbel

$$x = \beta - \alpha \ln[-\ln(F(x))]$$

Estimativa dos parâmetros da distribuição de Gumbel pelos momentos -L

$$\hat{\alpha} = \frac{l_2}{\ln(2)}$$

$$\hat{\beta} = \frac{l_1}{\gamma_E \hat{\alpha}}$$

Onde l_1 e l_2 são os momentos-L amostrais e $\gamma_E = 0,5572157$ é a constante de Euler.

Fonte: Hosking e Wallis (1997)

Parâmetros da distribuição de Gumbel estimados para a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico:

| DISTRIBUIÇÃO | POSIÇÃO (β) | ESCALA (α) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Gumbel (β, α) | 67,13 | 19,369 |

ANEXO III

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por COPASA/UFV (2001) para o município de Gouveia.

Relação 24h/1dia: 1,14

| RELAÇÃO 14H/24H | RELAÇÃO 8H/14H | RELAÇÃO 6H/8H | RELAÇÃO 4H/6H | RELAÇÃO 3H/4H | RELAÇÃO 2H/3H | RELAÇÃO 1H/2H |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0,96 | 0,95 | 0,97 | 0,95 | 0,95 | 0,92 | 0,81 |

| RELAÇÃO 45MIN/1H | RELAÇÃO 30MIN/45MIN | RELAÇÃO 15MIN/30MIN | RELAÇÃO 10MIN/15MIN |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0,89 | 0,82 | 0,65 | 0,74 |

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O **Serviço Geológico do Brasil – CPRM** atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVLIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



O projeto Atlas Pluviométrico é uma 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

