

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Município: Itapira/SP

Estação Pluviométrica: Itapira/SP

Códigos: 02246013 (ANA) e D3-015 (DAEE)



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Pedro Paulo Dias Mesquita

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (*in memoriam*)

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

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

Raimundo Almir Costa Conceição

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Superintendente

Lauro Gracindo Pizzatto

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Vanesca Sartorelli Medeiros

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Maurício Pavan Silva

Gerência de Infraestrutura Geocientífica

Fabrizio Prior Caltabellotta

Gerência de Administração e Finanças

Carlos Augusto Fiorim Enumo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Estação Pluviométrica: Itapira
Códigos: 02246013 (ANA) e D3-015 (DAEE)
Município: Itapira/SP

AUTORES

Caluan Rodrigues Capozzoli
Karine Pickbrenner
Eber José de Andrade Pinto



São Paulo
2021

REALIZAÇÃO

Superintendência de São Paulo

AUTORES

Caluan Rodrigues Capozzoli

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/SA

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 (GERINF/SP)

José da Costa Pinto

Revisão (SUREG/PA)

Alessandra Luiza Rahel

Referências

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho (Organização e Formatação)

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C246 Capozzoli, Caluan Rodrigues
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração
Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias): Município Itapira,
SP / Caluan Rodrigues Capozzoli; Karine Pickbrenner; Eber José de
Andrade Pinto. – São Paulo: CPRM, 2021.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-65-5664-120-1

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

CDD 551.570981

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviógrafos ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes ou inseridos em sub-bacias monitoradas pelos Sistemas de Alerta Hidrológico e projetos executados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Este estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Itapira/SP, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Itapira, códigos 02246013 (ANA) e D3-015 (DAEE), localizada no mesmo município.

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta a equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) estabelecida para o município de Itapira/SP. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Itapira, códigos 02246013 (ANA) e D3-015 (DAEE), 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 Martinez Júnior e Piteri (2016 *apud* DAEE, 2018) para o município de Leme/SP. As equações adotadas 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 de Itapira 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 Itapira/SP. The data series used in the study was prepared from records of maximum daily rainfall per hydrological year of the Itapira rain station, codes 02246013 (ANA) e D3-015 (DAEE/SP), 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 of daily quantiles in other durations was carried out with the relationship between rainfall times of different durations obtained from the IDF equation established by Martinez Júnior and Piteri (2016 apud DAEE 2018) for the city of Leme/SP. The equations adopted to represent the family of IDF curves can be applied for durations between 10min and 24h and are recommended for return times up to 100 years. The application of the IDF equation developed for the city of Itapira 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 whether the event was rare or ordinary, within the characterization of local extreme rain.

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------|----|
| INTRODUÇÃO..... | 7 |
| EQUAÇÃO..... | 7 |
| EXEMPLO DE APLICAÇÃO..... | 10 |
| REFERÊNCIAS..... | 10 |
| ANEXO I..... | 11 |
| ANEXO II..... | 13 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica..... | 7 |
| Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência..... | 8 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|---|
| Tabela 01 - Intensidade da chuva em mm/h..... | 9 |
| Tabela 02 - Altura da chuva em mm..... | 9 |

INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Itapira.

O município de Itapira está localizado a 173 km de São Paulo, capital do estado de São Paulo e faz divisa com os municípios de Mogi Mirim, Mogi Guaçu, Espírito Santo do Pinhal, Águas de Lindóia, Serra Negra, Amparo, Santo Antônio da Posse, Lindóia, Monte Sião e Jacutinga, os dois últimos no estado de Minas Gerais. O município possui uma área aproximada de 518 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020) e localiza-se a uma altitude de 643 metros em sua sede. A população de Itapira, segundo IBGE (2010), é de 74.299 habitantes.

A estação Itapira, código 02246013 (ANA), está localizada na Latitude 22°27'00"S e Longitude 46°49'00"O; na sub-bacia 61, sub-bacia do rio Grande. A estação pluviométrica localiza-se no município de Itapira, a 2 km da sede do município. Esta estação encontra-se em operação desde 1936 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1936 a 2020. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro operado pela operada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE-SP).

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

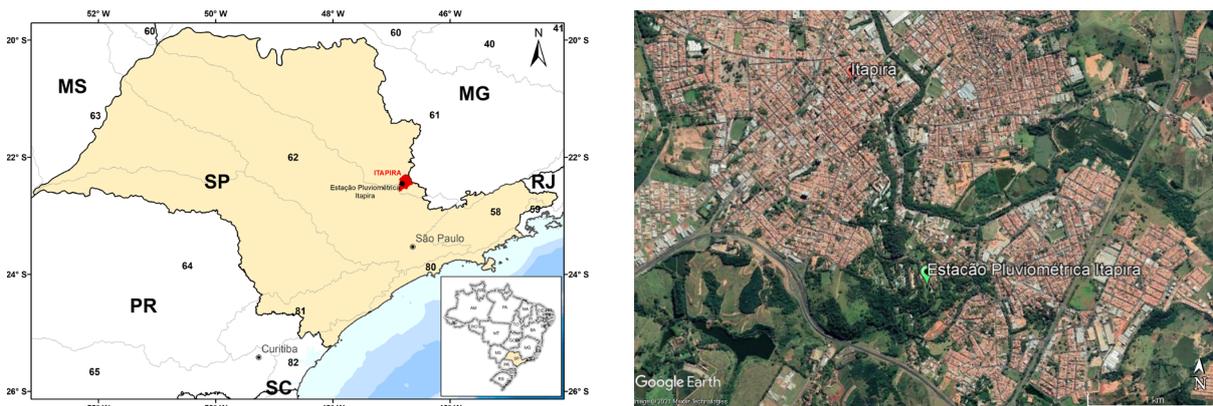


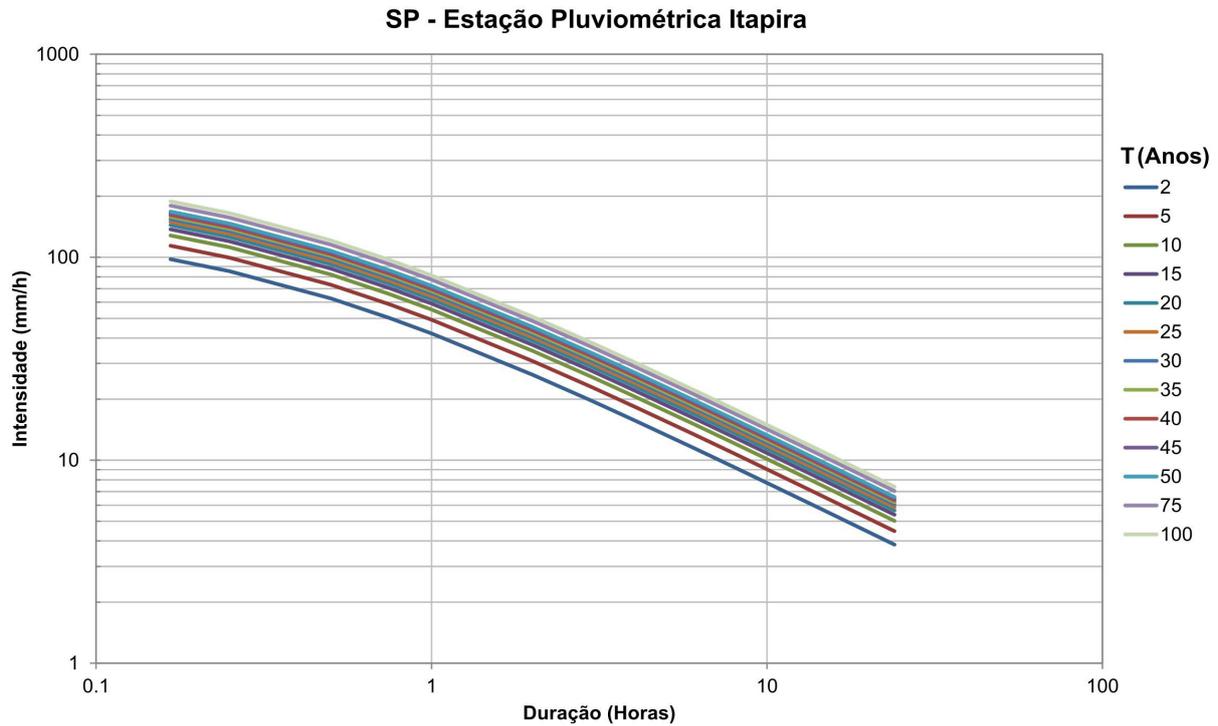
Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviométrica (Fonte: Google Earth, 2021)

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 Itapira, código 02246013 (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.

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 Martinez Júnior e Piteri (2016 *apud* DAEE 2018) para o município de Leme/SP. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

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

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso de Itapira, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 1319,3; b = 0,1681; c = 17,8; e d = 0,8177$$

$$i = \frac{1319,3T^{0,1681}}{(t + 17,8)^{0,8177}} \quad (02)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno 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.

Município: Itapira/SP
Estação Pluviométrica: : Itapira

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 | 97,8 | 114,0 | 128,1 | 137,2 | 144,0 | 149,5 | 154,1 | 161,8 | 167,9 | 173,2 | 179,8 | 188,7 |
| 15 Minutos | 85,4 | 99,6 | 111,9 | 119,8 | 125,8 | 130,6 | 134,6 | 141,3 | 146,7 | 151,3 | 157,0 | 164,8 |
| 20 Minutos | 76,0 | 88,7 | 99,7 | 106,7 | 112,0 | 116,3 | 119,9 | 125,8 | 130,6 | 134,7 | 139,8 | 146,8 |
| 30 Minutos | 62,8 | 73,2 | 82,3 | 88,1 | 92,4 | 96,0 | 98,9 | 103,8 | 107,8 | 111,2 | 115,4 | 121,1 |
| 45 Minutos | 50,2 | 58,6 | 65,8 | 70,4 | 73,9 | 76,8 | 79,2 | 83,1 | 86,2 | 88,9 | 92,3 | 96,9 |
| 1 Hora | 42,1 | 49,2 | 55,2 | 59,1 | 62,1 | 64,4 | 66,4 | 69,7 | 72,4 | 74,6 | 77,5 | 81,3 |
| 2 Horas | 26,4 | 30,8 | 34,6 | 37,0 | 38,9 | 40,4 | 41,6 | 43,7 | 45,4 | 46,8 | 48,6 | 51,0 |
| 3 Horas | 19,6 | 22,9 | 25,8 | 27,6 | 28,9 | 30,0 | 31,0 | 32,5 | 33,8 | 34,8 | 36,1 | 37,9 |
| 4 Horas | 15,8 | 18,5 | 20,7 | 22,2 | 23,3 | 24,2 | 24,9 | 26,2 | 27,2 | 28,0 | 29,1 | 30,5 |
| 5 Horas | 13,3 | 15,6 | 17,5 | 18,7 | 19,6 | 20,4 | 21,0 | 22,1 | 22,9 | 23,6 | 24,5 | 25,7 |
| 6 Horas | 11,6 | 13,5 | 15,2 | 16,2 | 17,0 | 17,7 | 18,2 | 19,2 | 19,9 | 20,5 | 21,3 | 22,3 |
| 7 Horas | 10,3 | 12,0 | 13,4 | 14,4 | 15,1 | 15,7 | 16,2 | 17,0 | 17,6 | 18,2 | 18,9 | 19,8 |
| 8 Horas | 9,2 | 10,8 | 12,1 | 13,0 | 13,6 | 14,1 | 14,6 | 15,3 | 15,9 | 16,4 | 17,0 | 17,8 |
| 12 Horas | 6,7 | 7,8 | 8,8 | 9,4 | 9,9 | 10,2 | 10,6 | 11,1 | 11,5 | 11,9 | 12,3 | 12,9 |
| 14 Horas | 5,9 | 6,9 | 7,8 | 8,3 | 8,7 | 9,1 | 9,3 | 9,8 | 10,2 | 10,5 | 10,9 | 11,4 |
| 20 Horas | 4,4 | 5,2 | 5,8 | 6,2 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 7,4 | 7,6 | 7,9 | 8,2 | 8,6 |
| 24 Horas | 3,8 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 5,7 | 5,9 | 6,0 | 6,3 | 6,6 | 6,8 | 7,1 | 7,4 |

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 | 16,3 | 19,0 | 21,4 | 22,9 | 24,0 | 24,9 | 25,7 | 27,0 | 28,0 | 28,9 | 30,0 | 31,4 |
| 15 Minutos | 21,3 | 24,9 | 28,0 | 30,0 | 31,4 | 32,6 | 33,7 | 35,3 | 36,7 | 37,8 | 39,3 | 41,2 |
| 20 Minutos | 25,3 | 29,6 | 33,2 | 35,6 | 37,3 | 38,8 | 40,0 | 41,9 | 43,5 | 44,9 | 46,6 | 48,9 |
| 30 Minutos | 31,4 | 36,6 | 41,1 | 44,0 | 46,2 | 48,0 | 49,5 | 51,9 | 53,9 | 55,6 | 57,7 | 60,6 |
| 45 Minutos | 37,7 | 43,9 | 49,4 | 52,8 | 55,5 | 57,6 | 59,4 | 62,3 | 64,7 | 66,7 | 69,2 | 72,7 |
| 1 Hora | 42,1 | 49,2 | 55,2 | 59,1 | 62,1 | 64,4 | 66,4 | 69,7 | 72,4 | 74,6 | 77,5 | 81,3 |
| 2 Horas | 52,8 | 61,6 | 69,2 | 74,1 | 77,8 | 80,7 | 83,3 | 87,4 | 90,7 | 93,5 | 97,1 | 101,9 |
| 3 Horas | 58,9 | 68,8 | 77,3 | 82,7 | 86,8 | 90,1 | 92,9 | 97,5 | 101,3 | 104,4 | 108,4 | 113,8 |
| 4 Horas | 63,3 | 73,8 | 82,9 | 88,8 | 93,2 | 96,8 | 99,8 | 104,7 | 108,7 | 112,1 | 116,4 | 122,2 |
| 5 Horas | 66,7 | 77,8 | 87,4 | 93,5 | 98,2 | 101,9 | 105,1 | 110,3 | 114,5 | 118,1 | 122,6 | 128,7 |
| 6 Horas | 69,4 | 81,0 | 91,0 | 97,4 | 102,3 | 106,2 | 109,5 | 114,9 | 119,3 | 123,0 | 127,7 | 134,1 |
| 7 Horas | 71,8 | 83,8 | 94,1 | 100,8 | 105,8 | 109,8 | 113,2 | 118,8 | 123,4 | 127,2 | 132,1 | 138,6 |
| 8 Horas | 73,9 | 86,2 | 96,9 | 103,7 | 108,8 | 113,0 | 116,5 | 122,3 | 127,0 | 130,9 | 135,9 | 142,6 |
| 12 Horas | 80,4 | 93,7 | 105,3 | 112,7 | 118,3 | 122,9 | 126,7 | 133,0 | 138,0 | 142,3 | 147,8 | 155,1 |
| 14 Horas | 82,9 | 96,7 | 108,6 | 116,3 | 122,1 | 126,7 | 130,7 | 137,1 | 142,4 | 146,8 | 152,4 | 160,0 |
| 20 Horas | 88,9 | 103,7 | 116,5 | 124,7 | 130,9 | 135,9 | 140,2 | 147,1 | 152,7 | 157,5 | 163,5 | 171,6 |
| 24 Horas | 92,1 | 107,4 | 120,7 | 129,2 | 135,6 | 140,8 | 145,2 | 152,4 | 158,2 | 163,1 | 169,4 | 177,7 |

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Itapira foi registrada uma Chuva de 120 mm com duração de 5 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, 120 mm dividido por 5 h é igual a 24 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{24(300 + 17,8)^{0,8177}}{1319,3} \right]^{1/0,1681} = 66 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 66 anos corresponde a uma probabilidade de 1,52% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 36 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{66} 100 = 1,52\%$$

REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE (São Paulo). **Precipitações intensas no estado de São Paulo. São Paulo:** DAEE; Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos da USP, 2018. p. 107-109.

Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=743%3Apluviografia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30. Acesso em: 8 jun. 2021.

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviométrica Itapira.** Brasil: Google, [2021]. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: 8 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado:** Itapira. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapira/panorama>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado:** Itapira. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapira/panorama>. Acesso em: 8 jun. 2021.

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 | AF | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) |
|----|------|------|------------|---------------------------------------|----|------|------|------------|---------------------------------------|
| 1 | 1936 | 1937 | 03/12/1936 | 68,4 | 41 | 1975 | 1976 | 26/11/1975 | 100,2 |
| 2 | 1937 | 1938 | 30/12/1937 | 46,1 | 42 | 1976 | 1977 | 01/11/1976 | 53,5 |
| 3 | 1938 | 1939 | 23/01/1939 | 68,0 | 43 | 1977 | 1978 | 22/12/1977 | 92,4 |
| 4 | 1938 | 1939 | 10/02/1939 | 68,0 | 44 | 1978 | 1979 | 30/01/1979 | 139,5 |
| 5 | 1939 | 1940 | 25/01/1940 | 131,6 | 45 | 1979 | 1980 | 16/12/1979 | 70,7 |
| 6 | 1940 | 1941 | 12/10/1940 | 51,5 | 46 | 1980 | 1981 | 15/01/1981 | 71,4 |
| 7 | 1941 | 1942 | 19/01/1942 | 67,7 | 47 | 1981 | 1982 | 12/03/1982 | 144,1 |
| 8 | 1942 | 1943 | 08/03/1943 | 51,1 | 48 | 1982 | 1983 | 14/01/1983 | 128,6 |
| 9 | 1943 | 1944 | 18/02/1944 | 75,0 | 49 | 1983 | 1984 | 04/04/1984 | 101,1 |
| 10 | 1944 | 1945 | 21/06/1945 | 71,0 | 50 | 1984 | 1985 | 18/12/1984 | 49,7 |
| 11 | 1945 | 1946 | 01/11/1945 | 82,6 | 51 | 1985 | 1986 | 02/03/1986 | 71,9 |
| 12 | 1946 | 1947 | 01/03/1947 | 96,5 | 52 | 1986 | 1987 | 16/03/1987 | 68,02 |
| 13 | 1947 | 1948 | 13/11/1947 | 58,2 | 53 | 1987 | 1988 | 07/01/1988 | 73,4 |
| 14 | 1948 | 1949 | 13/01/1949 | 70,2 | 54 | 1988 | 1989 | 09/02/1989 | 59,0 |
| 15 | 1949 | 1950 | 31/03/1950 | 75,3 | 55 | 1989 | 1990 | 02/01/1990 | 71,5 |
| 16 | 1950 | 1951 | 23/04/1951 | 71,0 | 56 | 1990 | 1991 | 29/03/1991 | 70,0 |
| 17 | 1951 | 1952 | 15/03/1952 | 88,0 | 57 | 1991 | 1992 | 30/11/1991 | 60,8 |
| 18 | 1952 | 1953 | 08/01/1953 | 57,6 | 58 | 1992 | 1993 | 29/10/1992 | 68,7 |
| 19 | 1953 | 1954 | 08/02/1954 | 80,0 | 59 | 1993 | 1994 | 05/12/1993 | 80,5 |
| 20 | 1954 | 1955 | 30/03/1955 | 104,3 | 60 | 1994 | 1995 | 01/04/1995 | 127,5 |
| 21 | 1955 | 1956 | 30/12/1955 | 53,0 | 61 | 1995 | 1996 | 04/02/1996 | 44,2 |
| 22 | 1956 | 1957 | 14/01/1957 | 47,8 | 62 | 1996 | 1997 | 23/12/1996 | 69,6 |
| 23 | 1957 | 1958 | 27/01/1958 | 83,2 | 63 | 1997 | 1998 | 17/01/1998 | 58,4 |
| 24 | 1958 | 1959 | 01/04/1959 | 55,2 | 64 | 1998 | 1999 | 07/01/1999 | 113,5 |
| 25 | 1959 | 1960 | 18/01/1960 | 123,4 | 65 | 1999 | 2000 | 03/01/2000 | 74,0 |
| 26 | 1960 | 1961 | 19/12/1960 | 76,0 | 66 | 2000 | 2001 | 15/09/2001 | 69,9 |
| 27 | 1961 | 1962 | 04/02/1962 | 85,5 | 67 | 2001 | 2002 | 02/10/2001 | 68,6 |
| 28 | 1962 | 1963 | 25/10/1962 | 61,5 | 68 | 2002 | 2003 | 18/02/2003 | 69,6 |
| 29 | 1963 | 1964 | 20/02/1964 | 79,1 | 69 | 2003 | 2004 | 07/02/2004 | 77,2 |
| 30 | 1964 | 1965 | 25/12/1964 | 73,4 | 70 | 2004 | 2005 | 15/03/2005 | 120,5 |
| 31 | 1965 | 1966 | 15/11/1965 | 95,6 | 71 | 2006 | 2007 | 25/07/2007 | 100 |
| 32 | 1966 | 1967 | 08/10/1966 | 81,5 | 72 | 2007 | 2008 | 18/03/2008 | 76,6 |
| 33 | 1967 | 1968 | 17/12/1967 | 45,1 | 73 | 2008 | 2009 | 01/01/2009 | 95,5 |
| 34 | 1968 | 1969 | 27/12/1968 | 55,7 | 74 | 2009 | 2010 | 15/03/2010 | 77,0 |

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva (mm)
 Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set) (Continuação)

| N | AI | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) | N | AF | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) |
|----|------|------|------------|---------------------------------------|----|------|------|------------|---------------------------------------|
| 35 | 1969 | 1970 | 22/02/1970 | 133,0 | 75 | 2010 | 2011 | 03/01/2011 | 122,1 |
| 36 | 1970 | 1971 | 11/03/1971 | 44,0 | 76 | 2011 | 2012 | 16/10/2011 | 87,0 |
| 37 | 1971 | 1972 | 13/07/1972 | 71,9 | 77 | 2012 | 2013 | 12/01/2013 | 111,6 |
| 38 | 1972 | 1973 | 14/11/1972 | 75,8 | 78 | 2013 | 2014 | 16/10/2013 | 83,1 |
| 39 | 1973 | 1974 | 26/12/1973 | 56,1 | 79 | 2018 | 2019 | 14/03/2019 | 59,0 |
| 40 | 1974 | 1975 | 23/02/1975 | 52,9 | 80 | 2019 | 2020 | 13/01/2020 | 70,0 |

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Martinez Júnior e Piteri (2016 apud DAEE 2018) para o município de Leme.

Relação 24h/1dia:1,13

| RELAÇÃO 14H/24H | RELAÇÃO 8H/14H | RELAÇÃO 6H/8H | RELAÇÃO 4H/6H | RELAÇÃO 3H/4H | RELAÇÃO 2H/3H | RELAÇÃO 1H/2H |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0,90 | 0,89 | 0,94 | 0,91 | 0,93 | 0,90 | 0,80 |

| RELAÇÃO 45MIN/1H | RELAÇÃO 30MIN/45MIN | RELAÇÃO 15MIN/30MIN | RELAÇÃO 10MIN/15MIN |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0,89 | 0,83 | 0,68 | 0,77 |

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 ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

