

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Levantamento da Geodiversidade

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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

Município: Araras/SP

Estação Pluviométrica: Fazenda Santana
(Faz. São Bento)

Códigos: 02247011 (ANA) - D4-029 (DAEE/SP)

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (*in memoriam*)

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Sandra Fernandes da Silva

Coordenação Executiva do DEHID - Projeto Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto - Cartas Municipais de Suscetibilidade

Tiago Antonelli

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

Superintendente

Vanildo Almeida Mendes

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Robson de Carlo da Silva

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Cleide Regina Moura da Silva

Gerência de Infraestrutura Geocientífica

Douglas Silva Luna

Gerência de Administração e Finanças

Gilberto Augusto Pinto Ribeiro Júnior

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: Fazenda Santana (Faz. São Bento)

Códigos: 02247011 (ANA) - D4-029 (DAEE/SP)

Município: Araras/SP

AUTORES

Adriano da Silva Santos
Karine Pickbrenner
Eber José de Andrade Pinto



Recife
2020

REALIZAÇÃO

Superintendência de Recife

AUTORES

Adriano da Silva Santos
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
Adriano da Silva Santos - SUREG/RE
Caluan Rodrigues Capozzoli - SUREG /SP
Catharina dos Prazeres Campos de Farias - SUREG /BE
Jean Ricardo da Silva Nascimento - RETE
Luana Késsia Lucas Alves Martins - SUREG/BH
Osvalcélvio Mercês Furtunato - SUREG/SA

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E MAPA

Ivete Souza do Nascimento - SUREG/BH

APOIO TÉCNICO

Maximiliano Paschoaloti Messa - SUREG/PA

PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

Capa (DIEDIG)

Juliana Colussi

Miolo (DIEDIG)

Agmar Alves Lopes
Juliana Colussi

Diagramação (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)

Santos, Adriano da Silva
S237 Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-
Frequência: Município Araras/SP / Adriano da Silva Santos; Karine
Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Recife: CPRM, 2020.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa Geologia do Brasil.
Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-65-5664-031-0

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 Borges Fortes Coelho – CRB10 - 840

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Araras/SP, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Fazenda Santana (Faz. São Bento), código 02247011 (ANA) e D4-029 (DAEE/SP), 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 Araras/SP. A série de dados utilizada no estudo foi elaborada a partir de registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Fazenda Santana (Faz. São Bento), códigos 02247011 (ANA) e D4-029 (DAEE/SP), 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 Logística, 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 Araras 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 the Intensity-Duration-Frequency (IDF) equation established to the city of Araras/SP. The data series used in the study was prepared from records of maximum daily rainfall per hydrological year of the Fazenda Santana (Faz. São Bento) rain station, codes 02247011 (ANA) e D4-029 (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 Logistics, 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 Araras 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..... | 12 |

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 Araras/SP.

O município de Araras está localizado a 179 km de São Paulo, capital do estado e faz fronteira com os municípios de Leme, Mogi Guaçu, Conchal, Engenheiro Coelho, Limeira, Cordeirópolis, Santa Gertrudes e Rio Claro. O município possui uma área aproximada de 645 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019) e localiza-se a uma altitude de 635 metros em sua sede. A população de Araras, segundo IBGE (2010), é de 118.843 habitantes.

A estação Fazenda Santana (Faz. São Bento), códigos 02247011 (ANA) e D4-029 (DAEE/SP), está localizada na Latitude 22°15'17"S e Longitude 47°22'34"O, na sub-bacia 61, do rio Grande. A estação pluviométrica localiza-se no município de Araras. Foram utilizados 71 anos, distribuídos em intervalos entre 1936 a 2017. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos registros diários de precipitação, sendo a estação operada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo - DAEE, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas - ANA.

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

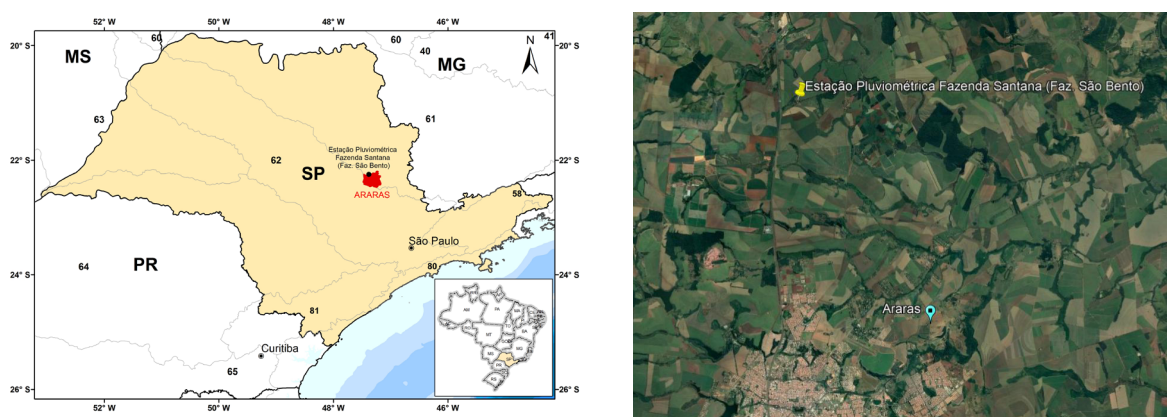


Figura 01 - Localização do Município e da Estação Pluviométrica (Fonte: Google Earth, 2020)

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 Araras, códigos 02247011 (ANA) e D4-029 (DAEE), 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 Logística, 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 com as relações IDF estabelecidas por Martinez Júnior e Piteri (2016 apud DAEE 2018) para o município de Leme. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

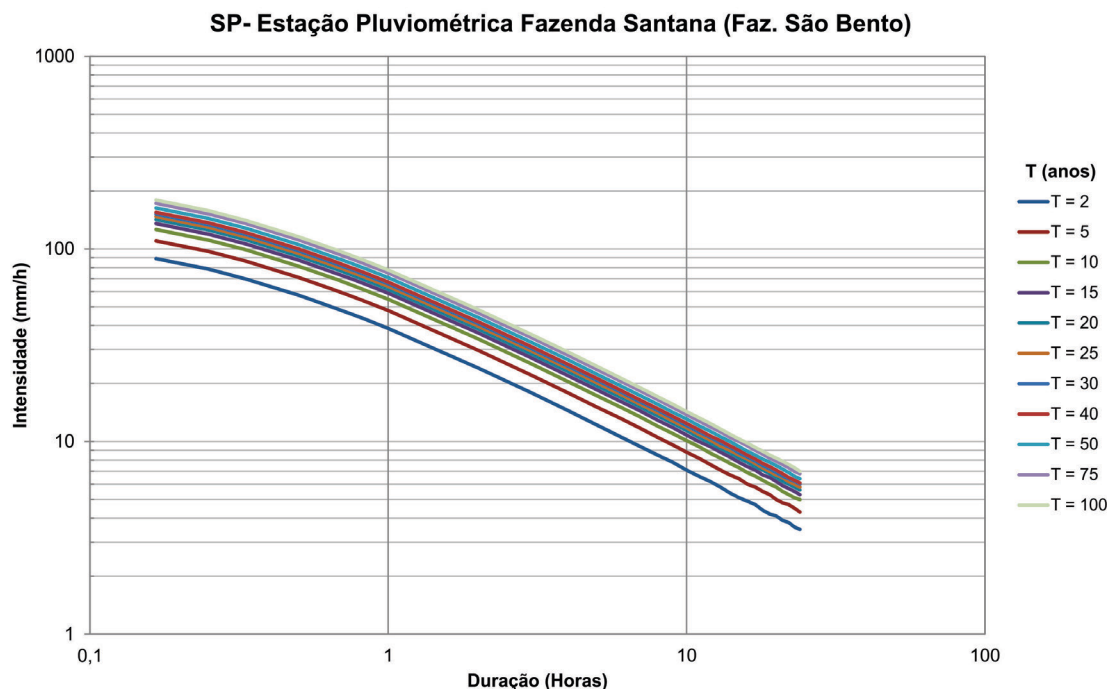


Figura 02 - Curvas intensidade-duração-frequência

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

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

a, b, c, d e δ são parâmetros da equação

No caso de Fazenda Santana (Faz. São Bento) a IDF foi dividida em 2 equações, sendo os parâmetros das equações os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 4,0720; b = 12,9971; c = 9,7217; d = 30,9342; e \delta = 4,1600$$

$$i = \{[(4,072 \ln(T) + 12,9971) \cdot \ln(t + (4,16/60))] + 9,7217 \ln(T) + 30,9342\} / t \quad (02)$$

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 3,8111; b = 12,1554; c = 9,5856; d = 30,4028 \text{ e } \delta = 7,22$$

$$i = \{[(3,8111 \ln(T) + 12,1554) \cdot \ln(t + (7,22/60))] + 9,5856 \ln(T) + 30,4028\} / t \quad (03)$$

As equações acima são válidas 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.

Município: Araras/SP
 Estação Pluviométrica: Fazenda Santana (Faz. São Bento)

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 | 89,0 | 110,1 | 126,1 | 135,4 | 142,1 | 147,2 | 151,4 | 158,0 | 163,2 | 167,4 | 172,5 | 179,2 |
| 15 Minutos | 78,5 | 97,1 | 111,1 | 119,3 | 125,2 | 129,7 | 133,4 | 139,3 | 143,8 | 147,5 | 152,0 | 157,8 |
| 20 Minutos | 69,8 | 86,4 | 98,9 | 106,2 | 111,4 | 115,4 | 118,7 | 123,9 | 128,0 | 131,2 | 135,3 | 140,5 |
| 30 Minutos | 57,5 | 71,1 | 81,4 | 87,5 | 91,7 | 95,0 | 97,8 | 102,0 | 105,3 | 108,1 | 111,4 | 115,6 |
| 45 Minutos | 46,0 | 56,9 | 65,1 | 70,0 | 73,4 | 76,0 | 78,2 | 81,6 | 84,3 | 86,4 | 89,1 | 92,5 |
| 1 Hora | 38,7 | 47,9 | 54,8 | 58,9 | 61,7 | 64,0 | 65,8 | 68,7 | 70,9 | 72,7 | 75,0 | 77,8 |
| 2 Horas | 24,1 | 29,8 | 34,1 | 36,6 | 38,4 | 39,8 | 40,9 | 42,7 | 44,1 | 45,3 | 46,6 | 48,4 |
| 3 Horas | 18,0 | 22,2 | 25,4 | 27,3 | 28,6 | 29,7 | 30,5 | 31,9 | 32,9 | 33,7 | 34,8 | 36,1 |
| 4 Horas | 14,5 | 17,9 | 20,5 | 22,0 | 23,1 | 24,0 | 24,6 | 25,7 | 26,6 | 27,2 | 28,1 | 29,2 |
| 5 Horas | 12,2 | 15,1 | 17,3 | 18,6 | 19,5 | 20,2 | 20,8 | 21,7 | 22,4 | 23,0 | 23,7 | 24,6 |
| 6 Horas | 10,6 | 13,2 | 15,1 | 16,2 | 17,0 | 17,6 | 18,1 | 18,9 | 19,5 | 20,0 | 20,6 | 21,4 |
| 7 Horas | 9,4 | 11,7 | 13,4 | 14,4 | 15,1 | 15,6 | 16,0 | 16,7 | 17,3 | 17,7 | 18,3 | 19,0 |
| 8 Horas | 8,5 | 10,5 | 12,0 | 12,9 | 13,6 | 14,1 | 14,5 | 15,1 | 15,6 | 16,0 | 16,5 | 17,1 |
| 12 Horas | 6,2 | 7,6 | 8,7 | 9,4 | 9,8 | 10,2 | 10,5 | 10,9 | 11,3 | 11,6 | 11,9 | 12,4 |
| 14 Horas | 5,4 | 6,7 | 7,7 | 8,3 | 8,7 | 9,0 | 9,3 | 9,7 | 10,0 | 10,2 | 10,5 | 10,9 |
| 20 Horas | 4,1 | 5,0 | 5,8 | 6,2 | 6,5 | 6,7 | 6,9 | 7,2 | 7,5 | 7,6 | 7,9 | 8,2 |
| 24 Horas | 3,5 | 4,3 | 5,0 | 5,3 | 5,6 | 5,8 | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 6,6 | 6,8 | 7,0 |

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 | 14,8 | 18,4 | 21,0 | 22,6 | 23,7 | 24,5 | 25,2 | 26,3 | 27,2 | 27,9 | 28,8 | 29,9 |
| 15 Minutos | 19,6 | 24,3 | 27,8 | 29,8 | 31,3 | 32,4 | 33,4 | 34,8 | 35,9 | 36,9 | 38,0 | 39,5 |
| 20 Minutos | 23,3 | 28,8 | 33,0 | 35,4 | 37,1 | 38,5 | 39,6 | 41,3 | 42,7 | 43,7 | 45,1 | 46,8 |
| 30 Minutos | 28,8 | 35,6 | 40,7 | 43,7 | 45,9 | 47,5 | 48,9 | 51,0 | 52,7 | 54,0 | 55,7 | 57,8 |
| 45 Minutos | 34,5 | 42,7 | 48,9 | 52,5 | 55,0 | 57,0 | 58,7 | 61,2 | 63,2 | 64,8 | 66,8 | 69,4 |
| 1 Hora | 38,7 | 47,9 | 54,8 | 58,9 | 61,7 | 64,0 | 65,8 | 68,7 | 70,9 | 72,7 | 75,0 | 77,83 |
| 2 Horas | 48,2 | 59,6 | 68,2 | 73,3 | 76,8 | 79,6 | 81,9 | 85,5 | 88,2 | 90,5 | 93,3 | 96,9 |
| 3 Horas | 53,9 | 66,6 | 76,3 | 81,9 | 85,9 | 89,0 | 91,6 | 95,6 | 98,7 | 101,2 | 104,3 | 108,3 |
| 4 Horas | 58,0 | 71,7 | 82,1 | 88,2 | 92,5 | 95,8 | 98,6 | 102,9 | 106,2 | 109,0 | 112,3 | 116,6 |
| 5 Horas | 61,2 | 75,7 | 86,7 | 93,1 | 97,6 | 101,1 | 104,0 | 108,6 | 112,1 | 115,0 | 118,5 | 123,1 |
| 6 Horas | 63,9 | 79,0 | 90,4 | 97,1 | 101,8 | 105,5 | 108,5 | 113,3 | 116,9 | 119,9 | 123,6 | 128,4 |
| 7 Horas | 66,1 | 81,7 | 93,6 | 100,5 | 105,4 | 109,2 | 112,3 | 117,2 | 121,0 | 124,1 | 127,9 | 132,9 |
| 8 Horas | 68,0 | 84,1 | 96,3 | 103,4 | 108,5 | 112,4 | 115,6 | 120,7 | 124,6 | 127,8 | 131,7 | 136,8 |
| 12 Horas | 74,0 | 91,5 | 104,7 | 112,4 | 117,9 | 122,2 | 125,7 | 131,2 | 135,4 | 138,9 | 143,2 | 148,7 |
| 14 Horas | 76,2 | 94,3 | 107,9 | 115,9 | 121,5 | 125,9 | 129,5 | 135,2 | 139,6 | 143,1 | 147,5 | 153,2 |
| 20 Horas | 81,5 | 100,7 | 115,3 | 123,8 | 129,9 | 134,6 | 138,4 | 144,5 | 149,1 | 153,0 | 157,7 | 163,7 |
| 24 Horas | 84,1 | 104,0 | 119,1 | 127,9 | 134,2 | 139,0 | 143,0 | 149,2 | 154,0 | 158,0 | 162,9 | 169,1 |

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Araras foi registrada uma Chuva de 94 mm com duração de 2 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

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

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 94 mm dividido por 2 h é igual a 47 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos::

$$T = \exp \left[\frac{47 \times 2 - 12,1554 \ln(2 + (7,22/60)) - 30,4028}{3,8111 \ln(2 + (7,22/60)) + 9,5856} \right] \approx 79 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 79 anos corresponde a uma probabilidade de 1,3% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 47 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{79} 100 = 1,3\%$$

REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (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: 14 ago. 2020.

GOOGLE EARTH. **Imagem de localização da Estação pluviométrica de Fazenda Santana (Faz. São Bento)**. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Brasil: Google, [2020]. Acesso em: 19 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Araras. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/araras>. Acesso em: 17 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatística por cidade e estado**: Araras. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/araras>. Acesso em: 17 ago. 2020.

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 | 1936 | 1937 | 26/12/1936 | 120,5 | 37 | 1980 | 1981 | 02/12/1980 | 72,7 |
| 2 | 1937 | 1938 | 11/02/1938 | 81,2 | 38 | 1982 | 1983 | 01/02/1983 | 119,6 |
| 3 | 1938 | 1939 | 09/05/1939 | 60,2 | 39 | 1983 | 1984 | 28/12/1983 | 49,2 |
| 4 | 1939 | 1940 | 01/01/1940 | 127,1 | 40 | 1984 | 1985 | 28/02/1985 | 77,5 |
| 5 | 1940 | 1941 | 04/01/1941 | 120,7 | 41 | 1985 | 1986 | 22/08/1986 | 63,1 |
| 6 | 1941 | 1942 | 01/02/1942 | 63,0 | 42 | 1986 | 1987 | 12/05/1987 | 71,9 |
| 7 | 1945 | 1946 | 09/11/1945 | 75,0 | 43 | 1987 | 1988 | 02/03/1988 | 84,2 |
| 8 | 1947 | 1948 | 13/12/1947 | 68,3 | 44 | 1988 | 1989 | 19/01/1989 | 85,3 |
| 9 | 1948 | 1949 | 13/01/1949 | 151,0 | 45 | 1990 | 1991 | 20/10/1990 | 98,4 |
| 10 | 1949 | 1950 | 10/02/1950 | 81,0 | 46 | 1991 | 1992 | 01/04/1992 | 58,2 |
| 11 | 1951 | 1952 | 08/12/1951 | 95,0 | 47 | 1992 | 1993 | 02/12/1992 | 82,8 |
| 12 | 1953 | 1954 | 12/03/1954 | 68,2 | 48 | 1993 | 1994 | 11/12/1993 | 42,5 |
| 13 | 1954 | 1955 | 13/01/1955 | 73,8 | 49 | 1994 | 1995 | 16/02/1995 | 86,2 |
| 14 | 1955 | 1956 | 14/02/1956 | 66,3 | 50 | 1995 | 1996 | 03/01/1996 | 71,1 |
| 15 | 1956 | 1957 | 16/12/1956 | 91,0 | 51 | 1996 | 1997 | 21/11/1996 | 74,0 |
| 16 | 1957 | 1958 | 15/06/1958 | 75,0 | 52 | 1997 | 1998 | 28/02/1998 | 64,2 |
| 17 | 1958 | 1959 | 04/01/1959 | 63,0 | 53 | 1998 | 1999 | 07/01/1999 | 100,6 |
| 18 | 1959 | 1960 | 17/01/1960 | 54,5 | 54 | 1999 | 2000 | 08/03/2000 | 91,6 |
| 19 | 1960 | 1961 | 19/11/1960 | 62,8 | 55 | 2000 | 2001 | 19/11/2000 | 96,0 |
| 20 | 1961 | 1962 | 05/11/1961 | 68,2 | 56 | 2001 | 2002 | 02/10/2001 | 97,6 |
| 21 | 1962 | 1963 | 11/12/1962 | 112,5 | 57 | 2002 | 2003 | 22/01/2003 | 107,2 |
| 22 | 1963 | 1964 | 02/12/1963 | 78,1 | 58 | 2003 | 2004 | 08/12/2003 | 76,9 |
| 23 | 1964 | 1965 | 27/02/1965 | 112,5 | 59 | 2004 | 2005 | 25/05/2005 | 59,4 |
| 24 | 1965 | 1966 | 04/03/1966 | 63,2 | 60 | 2005 | 2006 | 05/03/2006 | 68,0 |
| 25 | 1966 | 1967 | 23/12/1966 | 95,0 | 61 | 2006 | 2007 | 25/07/2007 | 77,0 |
| 26 | 1967 | 1968 | 18/12/1967 | 96,0 | 62 | 2007 | 2008 | 15/01/2008 | 54,7 |
| 27 | 1969 | 1970 | 21/02/1970 | 148,2 | 63 | 2008 | 2009 | 26/01/2009 | 87,8 |
| 28 | 1971 | 1972 | 13/07/1972 | 57,9 | 64 | 2009 | 2010 | 15/03/2010 | 97,4 |
| 29 | 1972 | 1973 | 06/02/1973 | 58,5 | 65 | 2010 | 2011 | 30/01/2011 | 64,5 |
| 30 | 1973 | 1974 | 28/01/1974 | 63,8 | 66 | 2011 | 2012 | 15/10/2011 | 92,7 |
| 31 | 1974 | 1975 | 14/12/1974 | 73,1 | 67 | 2012 | 2013 | 23/10/2012 | 81,3 |
| 32 | 1975 | 1976 | 27/02/1976 | 93,0 | 68 | 2013 | 2014 | 07/11/2013 | 59,3 |
| 33 | 1976 | 1977 | 16/01/1977 | 54,0 | 69 | 2014 | 2015 | 23/12/2014 | 110,3 |
| 34 | 1977 | 1978 | 15/11/1977 | 52,0 | 70 | 2016 | 2017 | 14/11/2016 | 74,5 |

ANEXO I

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

| N | AI | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) | N | AI | AF | DATA | PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM) |
|----|------|------|------------|---------------------------------|----|------|------|------------|---------------------------------|
| 35 | 1978 | 1979 | 04/05/1979 | 76,3 | 71 | 2017 | 2018 | 30/10/2017 | 65,6 |
| 36 | 1979 | 1980 | 18/02/1980 | 80,4 | - | - | - | - | - |

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Martinez Júnio 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

