

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA
GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Minas Gerais
Município: Manhumirim
Estação Pluviográfica: Caparaó
Código ANA: 02041044

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2014

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA**

Município: Manhumirim - MG

**Estação Pluviográfica: CAPARAÓ
Código ANA 02041044**

Equação Definida por COPASA/UFV (2001)

**TERESINA
2014**

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE
A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Residência de Teresina

Copyright @ 2014 CPRM – Residência de Teresina
Rua Goiás, 312 – Frei Serafim
Teresina - PI - 64.001-620
Telefone: (86) 3222-4153
Fax: (86) 3223-6188
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Manhumirim/MG. Estação Pluviográfica: Caparaó, Código 02041044.
Jean Ricardo da Silva do Nascimento; José Alexandre Moreira Farias; Eber José
de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM, 2014.

11p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - NASCIMENTO, J. R.
S.; FARIAS J. A. M.; PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Edison Lobão

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Pereira Zimmermann

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS SERVIÇO
GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Luiz Gonzaga Baião

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Oswaldo Castanheira

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Santa Helena

RESIDÊNCIA DE TERESINA

Francisco das Chagas Lages Correia Filho
Chefe da Residência

Carlos Antonio da Luz
Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizangela Soares Amaral
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

Francisca de Paula da Silva Braga
Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Thiago Moraes Sousa
Assistente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

Divisão de Hidrologia Aplicada

Achiles Eduardo Guerra Castro Monteiro

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Sandra Fernandes da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

Andressa Macêdo Silva de Azambuja-Sureg/BE

José Alexandre Moreira Farias-REFO

Karine Pickbrenner-Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - Sureg/PA

Albert Teixeira Cardoso – Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/ SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Merês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

Apoio Técnico

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel - REFO

Eliane Cristina Godoy Moreira - Sureg/SP

Jennifer Laís Assano - Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira - Sureg/SP

Juliana Oliveira - Sureg/BE

Fabiana Ferreira Cordeiro - Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso - Sureg/GO

Taciana dos Santos Lima – RETE

Estagiários de Hidrologia

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior - Sureg/MA

Diovana Daus Borges Fortes - Sureg/PA

Fernanda Ribeiro Gonçalves Sotero de Menezes - Sureg/BH

Fernando Lourenço de Souza Junior – Sureg/RE

Glauco Leite de Freitas – Sureg/RE

Ivo Cleiton Costa Bonfim - REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda - Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros - Sureg/RE

Liomar Santos da Hora - Sureg/SA

Lêmia Ribeiro - Sureg/SA

Márcia Faermann - Sureg/PA

Mariana Carolina Lima de Oliveira - Sureg/BH

Mayara Luiza de Menezes Oliveira - Sureg/MA

Nayara de Lima Oliveira - Sureg/GO

Pedro da Silva Junqueira - Sureg/PA

Rosângela de Castro – Sureg/SP

Thais Danielle Oliveira Gasparin – Sureg/SP

Vanessa Romero - Sureg/GO

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão Estratégica da Geologia, da Transformação Mineral 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 relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Manhumirim/MG em que foi utilizada a estação pluviográfica Caparaó, código 02041044, localizada no município de Caparaó/MG, a equação foi desenvolvida por COPASA/UFV (2001), próximo ao município de Manhumirim/MG.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Manhumirim/MG e regiões circunvizinhas.

O município de Manhumirim está localizado no Estado de Minas Gerais, na microrregião de Manhuaçu, fazendo fronteira com os municípios de Lúna no Estado do Espírito Santo na sua porção leste e divisa com Alto Jequitibá, Manhuaçu, Alto Caparaó, Luisburgo e Martins. O município de Manhumirim possui área de 182 km² (IBGE) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 618 metros. Segundo o IBGE, apresenta no ano de 2014 uma população estimada de 22.465.

A Estação CAPARAÓ, Código ANA 02041044, está localizada na Latitude 20°31'00"S e Longitude 41°52'00"W, dentro da localidade de Caparaó/MG. Essa estação pluviográfica encontra-se em atividade desde 1972, sendo atualmente operada pela ANA. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

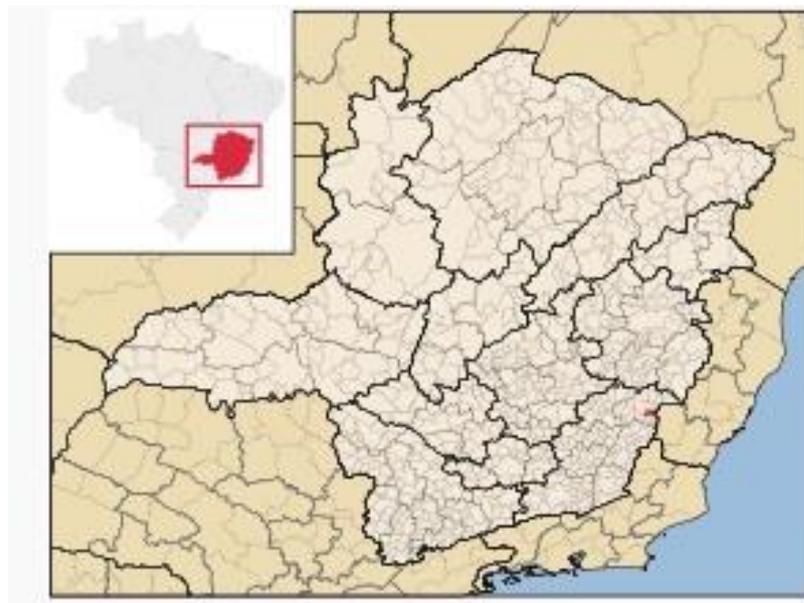


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica. (Fontes: Wikipédia e Google, 2014)

2 - EQUAÇÃO

A equação IDF utilizada para a cidade de Manhumirim foi definida por COPASA/UFV (2001), onde foram utilizados os dados da estação Caparaó, código ANA 02041044. A estação está a uma altitude de 840 m. O período de dados utilizados no trabalho foram os seguintes: 1986-1988 e 1990-1999 (13 anos).

A Figura 02 apresenta as curvas de intensidade resultantes da equação ajustada.

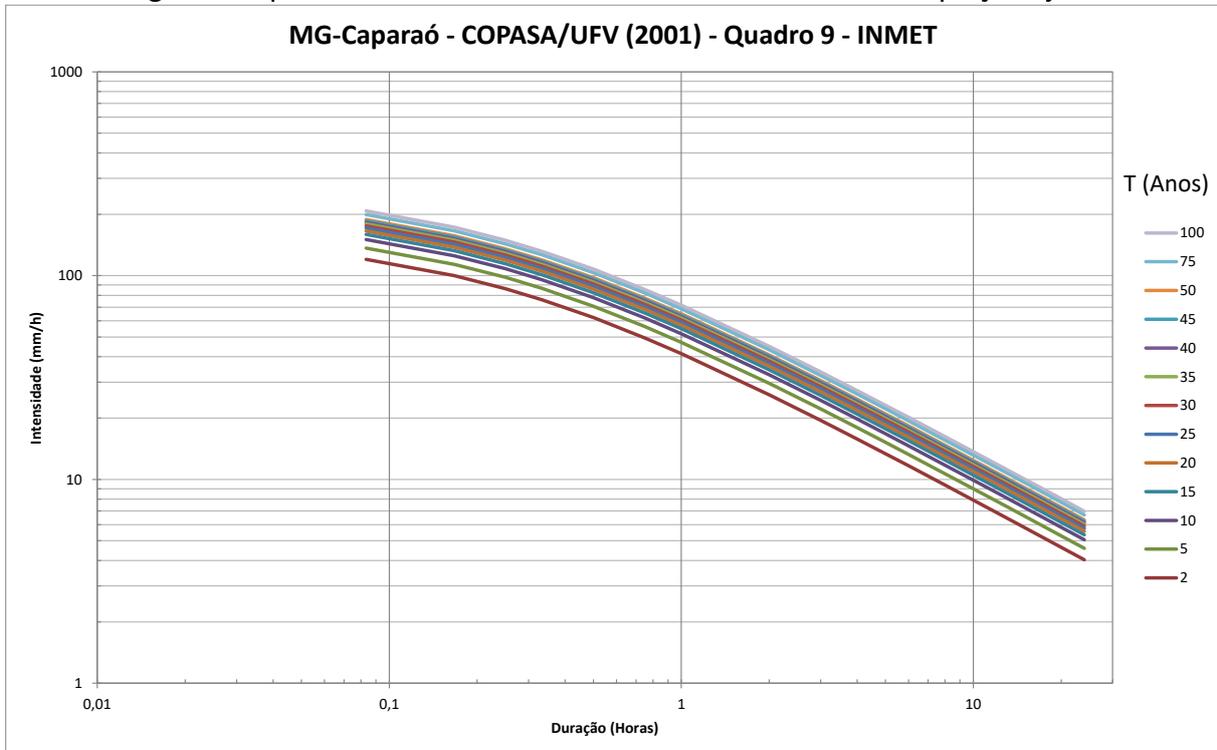


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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

$$P(mm) = \left[\frac{aT^b}{(t+c)^d} \right] \times \left(\frac{t}{60} \right) \quad (01)$$

Onde:

P é a Altura de Precipitação (mm)

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 Manhumirim, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 1088,0970 ; b = 0,1400 ; c = 13,9690 ; d = 0,7820$$

$$P(mm) = \left[\frac{1088,0970T^{0,1400}}{(t+13,9690)^{0,7820}} \right] \times \left(\frac{t}{60} \right) \quad (02)$$

Esta equação é válida para durações de 10 minutos a 24 hora e 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.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração de Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
10 Minutos	99,98	113,67	125,25	132,57	138,01	142,39	146,08	152,08	156,91	160,96	166,07	172,89
15 Minutos	86,21	98,01	108,00	114,31	119,01	122,79	125,96	131,14	135,30	138,80	143,20	149,09
20 Minutos	76,12	86,54	95,36	100,93	105,08	108,41	111,21	115,78	119,46	122,55	126,44	131,63
30 Minutos	62,21	70,73	77,93	82,49	85,88	88,60	90,89	94,63	97,63	100,15	103,33	107,58
45 Minutos	49,45	56,22	61,95	65,57	68,26	70,43	72,25	75,22	77,61	79,61	82,14	85,51
1 HORA	41,42	47,09	51,89	54,92	57,18	58,99	60,52	63,00	65,00	66,68	68,80	71,63
2 HORAS	26,03	29,59	32,61	34,51	35,93	37,07	38,03	39,59	40,85	41,91	43,24	45,01
3 HORAS	19,49	22,16	24,42	25,84	26,90	27,76	28,47	29,64	30,59	31,38	32,37	33,70
4 HORAS	15,79	17,95	19,78	20,93	21,79	22,48	23,06	24,01	24,77	25,41	26,22	27,30
5 HORAS	13,37	15,20	16,75	17,73	18,46	19,05	19,54	20,34	20,99	21,53	22,21	23,13
6 HORAS	11,66	13,26	14,61	15,47	16,10	16,61	17,04	17,74	18,30	18,78	19,37	20,17
7 HORAS	10,38	11,80	13,01	13,77	14,33	14,79	15,17	15,79	16,29	16,72	17,25	17,95
8 HORAS	9,38	10,67	11,75	12,44	12,95	13,36	13,71	14,27	14,72	15,11	15,58	16,23
12 HORAS	6,88	7,83	8,62	9,13	9,50	9,80	10,06	10,47	10,80	11,08	11,43	11,90
14 HORAS	6,12	6,95	7,66	8,11	8,44	8,71	8,93	9,30	9,60	9,85	10,16	10,57
20 HORAS	4,64	5,28	5,82	6,16	6,41	6,61	6,79	7,06	7,29	7,48	7,71	8,03
24 HORAS	4,03	4,59	5,05	5,35	5,57	5,74	5,89	6,14	6,33	6,49	6,70	6,98

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração de Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
10 Minutos	16,66	18,94	20,88	22,09	23,00	23,73	24,35	25,35	26,15	26,83	27,68	28,82
15 Minutos	21,55	24,50	27,00	28,58	29,75	30,70	31,49	32,78	33,82	34,70	35,80	37,27
20 Minutos	25,37	28,85	31,79	33,64	35,03	36,14	37,07	38,59	39,82	40,85	42,15	43,88
30 Minutos	31,11	35,36	38,97	41,24	42,94	44,30	45,45	47,31	48,81	50,08	51,67	53,79
45 Minutos	37,09	42,17	46,46	49,18	51,20	52,82	54,19	56,41	58,20	59,71	61,60	64,14
1 HORA	41,42	47,09	51,89	54,92	57,18	58,99	60,52	63,00	65,00	66,68	68,80	71,63
2 HORAS	52,06	59,19	65,22	69,03	71,87	74,15	76,06	79,19	81,70	83,81	86,47	90,03
3 HORAS	58,47	66,47	73,25	77,52	80,71	83,27	85,42	88,93	91,76	94,13	97,12	101,11
4 HORAS	63,14	71,79	79,10	83,72	87,16	89,93	92,25	96,05	99,09	101,66	104,88	109,19
5 HORAS	66,87	76,02	83,77	88,66	92,30	95,23	97,69	101,71	104,94	107,65	111,07	115,63
6 HORAS	69,99	79,56	87,67	92,79	96,61	99,67	102,25	106,45	109,83	112,67	116,24	121,02
7 HORAS	72,68	82,63	91,05	96,37	100,33	103,51	106,19	110,55	114,06	117,01	120,72	125,68
8 HORAS	75,06	85,34	94,03	99,53	103,62	106,90	109,67	114,18	117,80	120,84	124,68	129,80
12 HORAS	82,61	93,92	103,49	109,53	114,03	117,65	120,69	125,65	129,64	132,99	137,21	142,85
14 HORAS	85,62	97,33	107,25	113,52	118,18	121,93	125,08	130,23	134,36	137,83	142,21	148,05
20 HORAS	92,89	105,61	116,37	123,17	128,23	132,30	135,72	141,30	145,78	149,55	154,30	160,64
24 HORAS	96,81	110,06	121,27	128,36	133,63	137,87	141,44	147,25	151,92	155,85	160,79	167,40

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, no município de Manhumirim, foi registrada uma Chuva de 67 mm com duração de 60 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial urbana da cidade. 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:

$$T = \left[\frac{60 \times P}{t} \times \frac{(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 67mm dividido por 1 h é igual a 67 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{60 \times 67}{60} \times \frac{(60 + 13,9690)^{0,7820}}{1088,0970} \right]^{1/0,1400} = 62,07 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 62,07 anos corresponde a uma probabilidade de 1,61% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 67\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{62,07} 100 = 1,61\%$$

O evento ocorrido apresenta um tempo de retorno de 62,07 anos, o qual é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem urbana de Manhumirim, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. *Drenagem Urbana: Manual de Projeto*. 3ª ed, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

COPASA/UFV. *Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais / equipe de trabalho Adir José de Freitas ... [e outros]*. 1ª ed, Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV. 2001.

DAEE. *Precipitações Intensas no Estado de São Paulo*. Departamento de Águas e Energia Elétrica DAEE / Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos - USP, Dezembro de 2013.

FENDRICH, R. *Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná*. 3ª Edição Ampliada. Curitiba-PR, 2011.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em outubro de 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313950&search=minas-gerais|manhumirim> . Acesso em outubro de 2014.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

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

TABORGA, J. T. *Práticas Hidrológicas*. TRANSCON Consultoria Técnica Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 1974.

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Minas Gerais - Município de Manhumirim. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Manhumirim> . Acesso em: outubro de 2014.

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral 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.

ENDEREÇOS

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial

Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 - Sul
Teresina - PI - CEP: 64001-620
Tel.: 86 3222-4153 - Fax: 86 3222-6651

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br

