

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Maranhão
Município: Pedreiras
Estação Pluviográfica: Trizidela do Vale
Código ANA: 444005

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2013

**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**

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

**Município: Pedreiras/MA
Estação Pluviográfica: Trizidela do Vale
Código 444005**

**TERESINA/PI
2013**

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

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

Copyright @ 2013 CPRM – Residência de Teresina
Rua Goiás - Bairro Ilhotas
Teresina - PI - 64.001-620
Telefone: (86)3222-4153
Fax: (86) 3222-4153
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Pedreiras/MA. Estação Pluviométrica: Trizidela do Vale, Código
444005. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José Alexandre Moreira Farias;
Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM, 2013.

10p.; 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.; e PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e

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

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

Apoio Técnico

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

Nayanna Coelho Miranda - RETE

Taciana dos Santos Lima – RETE

Estagiários de Hidrologia

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Carolina Macalos – Sureg/PA

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

Ivo Cleiton Costa Bonfim - REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda - Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros - Sureg/RE

Liomar Santos da Hora - Sureg/SA

Lemia 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

Rosangela 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 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). 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.

Este relatório apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Pedreiras/MA onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Trizidela do Vale, código 444005. Esta estação fica localizada no município de Trizidela do Vale/MA.

1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Pedreiras/MA.

O município de Pedreiras é um município brasileiro do estado do Maranhão, que fica na microrregião do Médio Mearim, dentro da mesorregião do Centro Maranhense, fazendo fronteira com os municípios de Trizidela do Vale, São Luís Gonzaga do Maranhão, Lima Campos, Santo Antônio dos Lopes, Poção de Pedras e Bernardo do Mearim. O município de Pedreiras possui área aproximada de 288.432km² (IBGE). Apresenta uma população de 39.448 habitantes (IBGE, 2010) e população estimada para 2013 de 39.337 habitantes.

Atualmente o município Pedreiras compartilha os mesmos dados da estação de Trizidela do Vale, código 444005, que está localizada na Latitude 4°34'13"S e Longitude 44°36'00"W. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

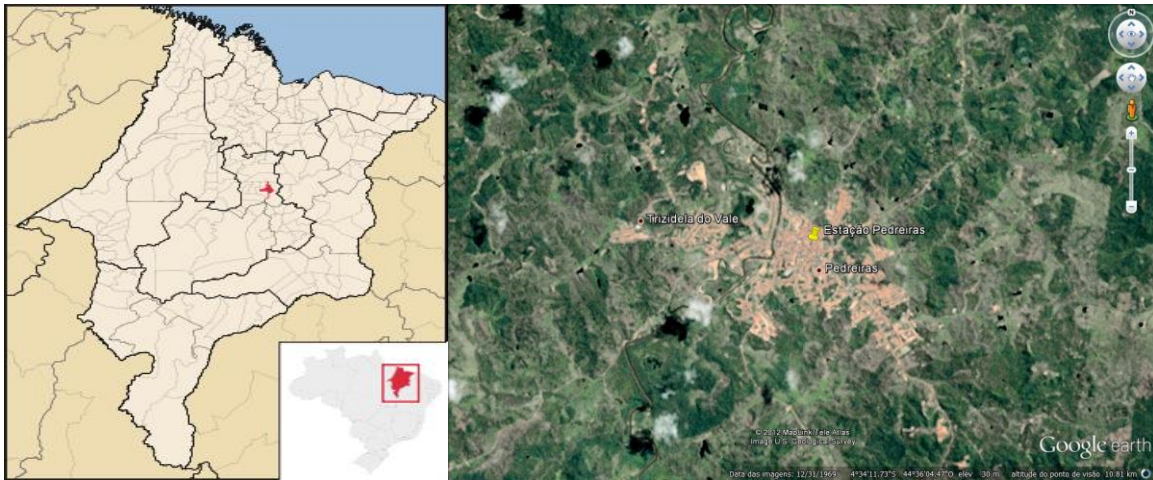


Figura 01 – Estação Pluviográfica e Localização do Município. (Fontes: Google Earth, 2013 e Wikipédia)

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Trizidela do Vale, código 444005, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a de Exponencial. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

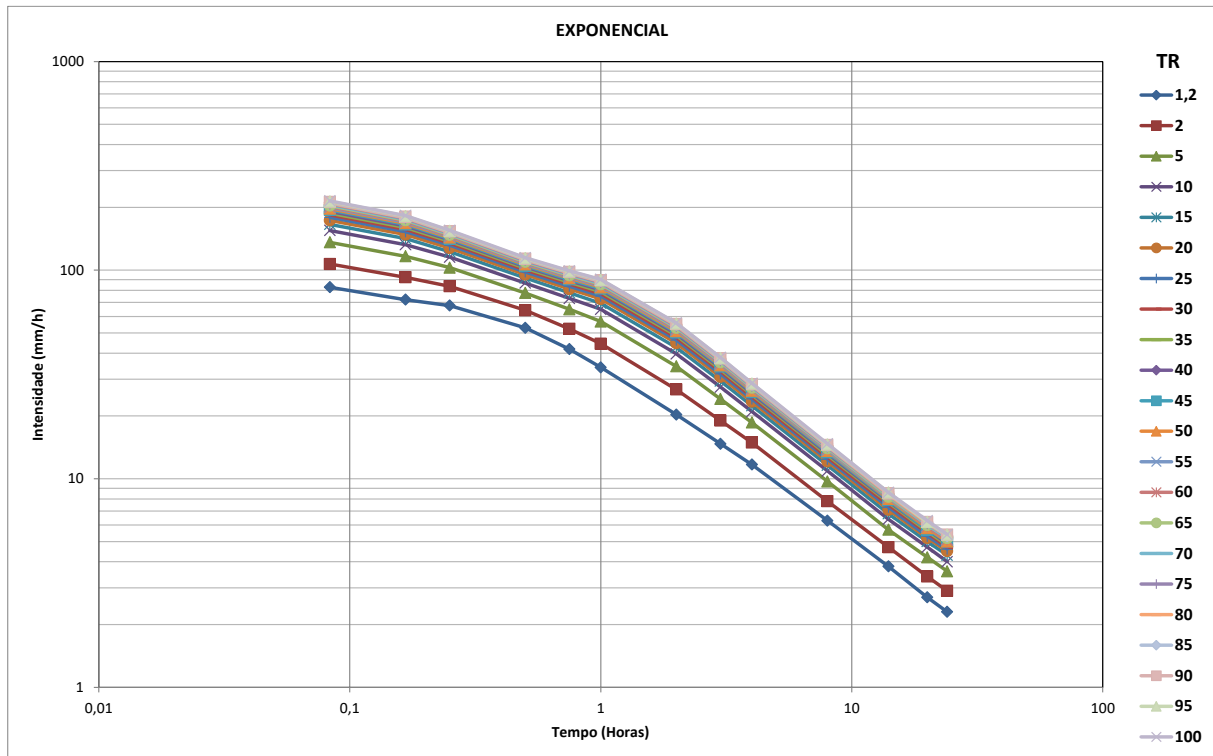


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Trizidela do Vale os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 1163,17$; $b = 0,1403$; $c = 14,35$ e $d = 0,7768$;

$$i = \frac{1163,17T^{0,1403}}{(t+14,35)^{0,7768}} \quad (02)$$

Esta equação é válida para o Município de Pedreiras com o tempo de retorno até 100 anos e durações de 5 minutos a 24 horas.

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Pedreiras, foi registrada uma Chuva de 38,25 mm com duração de 15 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial 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:*

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 38,25 mm dividido por 0,25 h é igual a 153 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{153(15 + 14,35)^{0,7768}}{1163,17} \right]^{1/0,1403} = 70 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 70 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,43%, ou

$$P(i \geq 153\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{70} 100 = 1,43\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 70 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Pedreiras, 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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=210820&search=maranhao|pedreiras>. Acesso em: Setembro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=210820&idtema=1&search=maranhao|pedreiras|censo-demografico-2010:-sinopse->. Acesso em: Setembro de 2013.

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, 2013. Ficheiro – Maranhão - Município de Pedreiras. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Pedreiras_\(Maranh%C3%A3o\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pedreiras_(Maranh%C3%A3o)). Acesso em: Setembro de 2013.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	5 MIN	DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN
12/01/2001	10,69	12/01/2001	20,02	12/01/2001	25,96	02/03/2001	38,13	12/01/2001	56,18
20/05/2001	11,77	02/03/2001	15,48	02/03/2001	20,79	12/12/2001	34,82	02/03/2001	43,41
12/12/2001	12,98	20/05/2001	21,93	20/05/2001	29,73	26/10/2004	35,71	12/12/2001	35,65
04/01/2006	9,85	12/12/2001	20,17	12/12/2001	25,54	25/12/2005	32,43	26/10/2004	40,35
06/01/2007	11,41	26/10/2004	13,91	26/10/2004	20,69	04/01/2006	31,41	25/12/2005	35,68
19/01/2007	11,16	13/01/2005	16,66	13/01/2005	22,11	20/11/2006	24,07	06/01/2007	35,80
26/02/2007	9,79	25/12/2005	15,42	25/12/2005	21,64	06/01/2007	35,22	19/01/2007	54,03
13/03/2007	8,35	04/01/2006	16,89	04/01/2006	21,85	08/01/2007	23,97	13/03/2007	38,66
26/05/2007	12,29	06/01/2007	16,74	06/01/2007	21,67	19/01/2007	42,31	08/01/2008	34,15
28/12/2007	8,59	19/01/2007	18,16	19/01/2007	23,91	26/02/2007	25,24	14/01/2008	38,34
12/02/2008	11,25	26/02/2007	16,75	26/02/2007	22,42	08/01/2008	30,41	30/01/2008	31,76
24/02/2008	9,78	13/03/2007	15,79	13/03/2007	23,21	14/01/2008	26,45	12/03/2008	39,31
12/03/2008	9,65	26/05/2007	23,09	26/05/2007	31,94	30/01/2008	23,96	01/01/2009	35,90
01/01/2009	11,29	28/12/2007	13,66	12/02/2008	27,82	12/02/2008	35,66	21/01/2009	34,21
05/03/2009	12,16	12/02/2008	19,38	01/01/2009	22,82	12/03/2008	30,89	18/02/2009	34,48
21/02/2010	8,64	24/02/2008	12,90	05/03/2009	20,48	25/12/2008	25,65	20/02/2009	32,07
18/04/2010	10,03	12/03/2008	14,51	18/04/2010	21,25	01/01/2009	31,46	18/04/2010	35,77
23/04/2010	9,15	01/01/2009	18,26	05/05/2010	21,92	21/01/2009	25,91	05/05/2010	42,19
05/05/2010	10,05	05/03/2009	17,18	31/05/2010	21,99	18/02/2009	29,82	31/05/2010	42,61
31/05/2010	11,02	18/04/2010	16,16			20/02/2009	25,92		
		23/04/2010	14,20			02/03/2009	24,84		
		05/05/2010	16,30			20/12/2009	24,82		
		31/05/2010	16,58			18/04/2010	29,22		

DATA	1 HORA	DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS
20/05/2001	52,87	12/01/2001	62,50	02/03/2001	53,51	12/01/2001	76,17
12/12/2001	36,33	02/03/2001	53,44	20/05/2001	57,44	02/03/2001	53,53
26/10/2004	40,35	20/05/2001	55,28	25/12/2005	41,20	20/05/2001	57,49
13/01/2005	63,95	26/10/2004	40,35	19/01/2007	57,11	28/12/2001	41,37
25/12/2005	36,72	25/12/2005	39,21	13/03/2007	40,64	25/12/2005	41,36
04/01/2006	34,40	20/11/2006	37,53	26/05/2007	89,56	19/01/2007	57,12
20/11/2006	35,14	19/01/2007	57,10	14/01/2008	44,17	26/05/2007	91,70
06/01/2007	35,93	13/03/2007	40,57	18/01/2008	43,44	14/01/2008	44,25
13/03/2007	39,64	26/05/2007	80,94	30/01/2008	42,64	12/02/2008	46,26
08/01/2008	35,46	14/01/2008	43,24	12/02/2008	42,42	12/03/2008	64,58
14/01/2008	41,13	18/01/2008	38,26	20/12/2008	62,31	20/12/2008	68,34
30/01/2008	39,24	30/01/2008	42,47	18/02/2009	43,51	25/12/2008	43,18
12/02/2008	37,04	12/02/2008	41,26	02/03/2009	65,79	18/02/2009	52,25
12/03/2008	50,17	12/03/2008	59,79	31/12/2009	45,81	02/03/2009	65,95
25/12/2008	39,24	20/12/2008	55,75	03/01/2010	43,40	20/12/2009	42,84
01/01/2009	36,13	18/02/2009	40,71	28/03/2010	42,81	22/12/2009	49,47
21/01/2009	34,59	02/03/2009	59,41	18/04/2010	41,31	31/12/2009	47,56
18/02/2009	36,77	31/12/2009	41,69	31/05/2010	65,52	03/01/2010	44,51
18/04/2010	35,90	03/01/2010	40,99			28/03/2010	54,65
05/05/2010	43,83	05/05/2010	45,47			18/04/2010	53,87
31/05/2010	49,20	31/05/2010	60,22			05/05/2010	45,84
						31/05/2010	67,36

DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	20 HORAS	DATA	24 HORAS
12/01/2001	83,80	12/01/2001	85,82	12/01/2001	86,63	12/01/2001	86,63
02/03/2001	53,90	02/03/2001	71,04	13/01/2005	146,51	02/03/2001	71,25
22/01/2005	52,85	20/05/2001	61,93	22/01/2005	55,96	27/12/2001	44,77
08/01/2007	48,21	13/01/2005	142,17	15/02/2005	52,94	26/10/2004	45,65
19/01/2007	57,16	22/01/2005	55,96	19/01/2007	57,25	13/01/2005	146,54
18/02/2007	47,03	17/02/2005	60,82	18/02/2007	77,96	22/01/2005	56,01
26/05/2007	91,77	18/01/2007	56,49	28/03/2007	50,31	15/02/2005	52,98
18/01/2008	54,57	19/01/2007	57,21	26/05/2007	91,84	08/01/2007	48,98
12/02/2008	58,30	18/02/2007	77,96	18/01/2008	59,15	19/01/2007	57,25
12/03/2008	66,56	28/03/2007	50,31	12/02/2008	58,60	18/02/2007	77,97
25/12/2008	49,62	26/05/2007	91,80	12/03/2008	66,85	28/03/2007	50,98
02/03/2009	68,52	18/01/2008	54,65	25/12/2008	51,66	26/05/2007	91,86
21/12/2009	49,47	12/02/2008	58,60	18/02/2009	68,79	18/01/2008	59,27
31/12/2009	57,33	12/03/2008	66,74	02/03/2009	70,33	12/02/2008	58,60
03/01/2010	46,24	25/12/2008	51,66	31/12/2009	59,56	12/03/2008	68,92
18/04/2010	54,07	18/02/2009	66,10	27/01/2010	59,12	04/04/2008	45,99
04/05/2010	45,84	02/03/2009	69,64	28/03/2010	60,50	25/12/2008	51,66
31/05/2010	111,88	31/12/2009	59,54	18/04/2010	54,22	18/02/2009	76,02
		27/01/2010	59,12	31/05/2010	118,76	03/01/2010	46,39
		28/03/2010	60,50			18/04/2010	54,22
		18/04/2010	54,22			30/05/2010	118,91
		31/05/2010	118,60				

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 3222-4154 - 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



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA