

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Ceará
Município: Morada Nova
Estação Pluviográfica: Morada Nova
Código SUDENE: 3803225

 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

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

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Morada Nova/CE

**Estação Pluviográfica: Morada Nova,
Código SUDENE: 3803225**

**José Alexandre Moreira Farias
Eber José de Andrade Pinto**

**FORTALEZA, CE
2013**

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

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

Copyright @ 2013 CPRM - Residência de Fortaleza
Av. Antônio Sales 1418 – Joaquim Távora
Fortaleza - CE - 60.135-101
Telefone: (85)3878-0226
Fax: (85) 3878-0240
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Morada Nova/CE. Estação Pluviográfica: Morada Nova, Código
SUDENE 3803225. José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto.
Fortaleza, CE: CPRM, 2013.

10p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - FARIAS, J. A. M.;
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 FORTALEZA

Darlan Filgueira Maciel
Chefe da Residência

Jaime Quintas dos Santos Colares
Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

José Adilson Dias Cavalcanti
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Edson Mendonça Gomes
Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Francisco de Assis Vasconcelos
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

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Merês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

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

Fabiana Ferreira Cordeiro-Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso -Sureg/GO

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – RETE

Estagiários de Hidrologia

Carolina Macalos – Sureg/PA

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior-Sureg/MA

Diovana Dausg 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

Taciana dos Santos Lima–RETE

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.

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 Morada Nova onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Morada Nova, código SUDENE 3803225.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Morada Nova e regiões circunvizinhas.

O município de Morada Nova está localizado no Estado do Ceará, na mesorregião do Jaguaribe e microrregião do Baixo-Jaguaribe, na Latitude $05^{\circ}06'25''$ S e Longitude $38^{\circ}22'22''$ W, a 168 km de Fortaleza/CE. O município possui área de 2.779 km², apresenta uma população estimada em 62.065 (IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 52 m.

A estação de Morada Nova, código SUDENE 3803225, ficava localizada na Latitude $05^{\circ}07'00''$ S e Longitude $38^{\circ}23'00''$ W, no município de Morada Nova, e já não se encontra mais em operação. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos pluviogramas de um pluviógrafo Curvo. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



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

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Morada Nova, código SUDENE 3803225, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

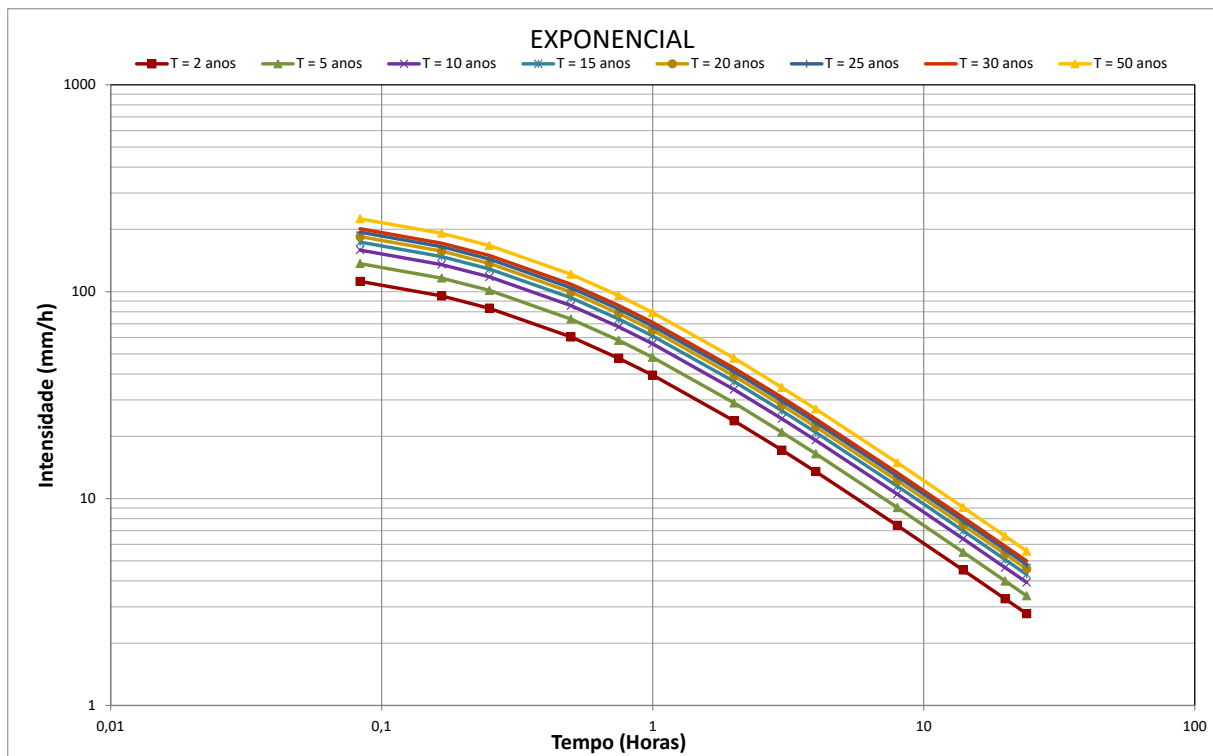


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Morada Nova, para durações de 5 minutos a 24 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 1920,7$; $b = 0,2167$; $c = 21$ e $d = 0,9181$;

$$i = \frac{1920,7T^{0,2167}}{(t+21)^{0,9181}} \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempos de retorno até 50 anos.

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Morada Nova, foi registrada uma Chuva de 41 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:

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

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 41 mm dividido por 0,25 h é igual a 164 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{164(15 + 21)^{0,9181}}{1920,7} \right]^{1/0,2167} = 46,0 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 46,0 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,17%, ou

$$P(i \geq 164\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{46,0} 100 = 2,17\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 46,0 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Morada Nova, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Google Earth, *Estação pluviográfica de Morada Nova*. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em agosto de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=230870&search=ceara|morada-nova>. Acesso em agosto de 2013.

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

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – Ceará - Município de Morada Nova. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Morada_Nova. Acesso em: agosto 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	DATA	1 HORA
24/04/1982	11,8	16/04/1981	9,9	16/04/1981	13,0	24/04/1982	50,7	16/04/1981	27,8	16/04/1981	28,7
06/04/1983	7,1	24/04/1982	20,7	24/04/1982	27,5	18/03/1983	22,5	24/04/1982	72,0	24/04/1982	80,0
19/05/1984	6,9	06/04/1983	13,2	06/04/1983	18,8	06/04/1983	24,1	18/03/1983	30,6	18/03/1983	34,4
19/01/1985	15,3	28/02/1984	11,2	28/02/1984	13,1	19/01/1985	27,7	19/01/1985	31,5	19/01/1985	33,1
14/02/1985	5,9	19/05/1984	10,2	19/01/1985	22,9	25/01/1985	22,4	04/03/1985	39,9	04/03/1985	43,1
24/03/1985	6,8	19/01/1985	21,4	04/03/1985	23,2	04/03/1985	29,9	11/05/1985	27,3	20/04/1985	30,1
17/04/1985	10,4	04/03/1985	21,0	02/01/1986	19,6	02/01/1986	29,8	12/06/1985	26,7	11/05/1985	30,4
22/04/1985	7,4	17/04/1985	11,6	31/01/1986	13,6	04/01/1986	23,5	02/01/1986	30,7	12/06/1985	29,1
02/01/1986	7,1	02/01/1986	13,5	12/02/1986	13,4	12/02/1986	21,6	12/02/1986	26,4	02/01/1986	31,3
31/01/1986	6,7	31/01/1986	10,1	28/03/1986	13,3	28/03/1986	23,2	28/03/1986	29,0	28/03/1986	29,3
20/04/1986	8,0	20/04/1986	12,7	20/04/1986	16,5	20/04/1986	31,3	20/04/1986	35,4	20/04/1986	39,6
26/05/1986	9,9	26/05/1986	18,1	26/05/1986	24,1	26/05/1986	35,3	26/05/1986	42,1	26/05/1986	46,7

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
24/04/1982	94,2	24/04/1982	103,2	24/04/1982	108,6	02/04/1981	45,1	02/04/1981	56,5	02/04/1981	58,6
18/03/1983	39,6	18/03/1983	39,7	18/03/1983	39,7	24/04/1982	109,3	23/04/1982	109,3	24/04/1982	110,3
19/01/1985	33,3	06/04/1983	33,9	06/04/1983	35,3	17/03/1984	41,5	17/03/1984	52,6	06/04/1983	65,0
04/03/1985	44,4	19/01/1985	33,8	04/03/1985	45,3	18/01/1985	53,1	18/01/1985	55,7	18/01/1985	65,8
19/03/1985	33,7	04/03/1985	45,2	19/03/1985	42,0	04/03/1985	45,3	04/03/1985	45,3	18/03/1985	57,1
20/04/1985	31,8	19/03/1985	39,8	24/03/1985	34,1	19/03/1985	43,1	19/03/1985	43,2	27/04/1985	56,3
11/05/1985	37,4	17/04/1985	35,0	17/04/1985	42,4	11/05/1985	45,2	11/05/1985	49,5	11/06/1985	54,9
02/01/1986	31,8	20/04/1985	33,8	20/04/1985	34,5	17/06/1985	45,3	17/06/1985	46,6	31/01/1986	84,8
31/01/1986	32,3	11/05/1985	40,4	11/05/1985	41,7	31/01/1986	47,3	31/01/1986	50,7	20/04/1986	76,0
20/04/1986	43,6	31/01/1986	32,4	31/01/1986	36,4	20/04/1986	51,3	20/04/1986	59,8	26/05/1986	67,8
26/05/1986	53,8	20/04/1986	43,7	20/04/1986	43,7	26/05/1986	67,4	26/05/1986	67,8		
		26/05/1986	59,7	26/05/1986	63,9						

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 Fortaleza

Av. Antônio Sales, 1.418 - Joaquim Tavora
Fortaleza - CE - CEP: 60135-101
Tel.: 85 3787-0200 - Fax: 85 3878-0240

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

