

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

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Pernambuco

Município: Bezerros

Estação Pluviográfica: Bezerros

Código ANA: 00835007

Código SUDENE: 3868453

 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: Bezerros/PE

**Estação Pluviográfica: Bezerros
Códigos: SUDENE 3868453/ ANA 00835007**

**RECIFE, PE
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
Superintendência Regional de Recife

Copyright @ 2013 CPRM - Superintendência Regional de Recife
Av. Sul 2291 - Bairro Afogados
Recife - PE – 50770-011
Telefone: (81) 3316-1400
Fax: (81) 3316-1403
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Bezerros/PE. Estação Pluviográfica: Bezerros, Código SUDENE
3868453/ANA 00835007. Margarida Regueira da Costa; José Alexandre Moreira
Farias; Eber José de Andrade Pinto – Recife : CPRM, 2013.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - COSTA, M. R. da;
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

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente

Adriano da Silva Santos
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Adeilson Alves Wanderlei
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José Pessoa Veiga Júnior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Gilberto Augusto Pinto Ribeiro Junior
Gerente 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 Bezerros/PE onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Bezerros, códigos SUDENE 3865453/ANA 00835007.

1 – INTRODUÇÃO

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

O município de Bezerros está localizado no Estado de Pernambuco na mesorregião do Agreste Pernambucano e microrregião Vale do Ipojuca, na Latitude $08^{\circ}14'34''S$ e Longitude $35^{\circ}47'07''W$, a 102 km de Recife. O município possui área de 490.817 km², apresenta uma população estimada em 58.668 habitantes (IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 470 m.

A estação de Bezerros, códigos SUDENE 3868453/ ANA 00835007, estava localizada na Latitude $08^{\circ}14'00'' S$ e Longitude $35^{\circ}45'00'' W$, a 2,9 km da atual sede do município, acesso pela BR-232. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir de pluviogramas. A Figura 01 apresenta a localização do município.



Figura 01 – Localizações do município (Fonte: Wikipédia, 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 Bezerros, códigos SUDENE 3868453/ ANA 00835007, 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.

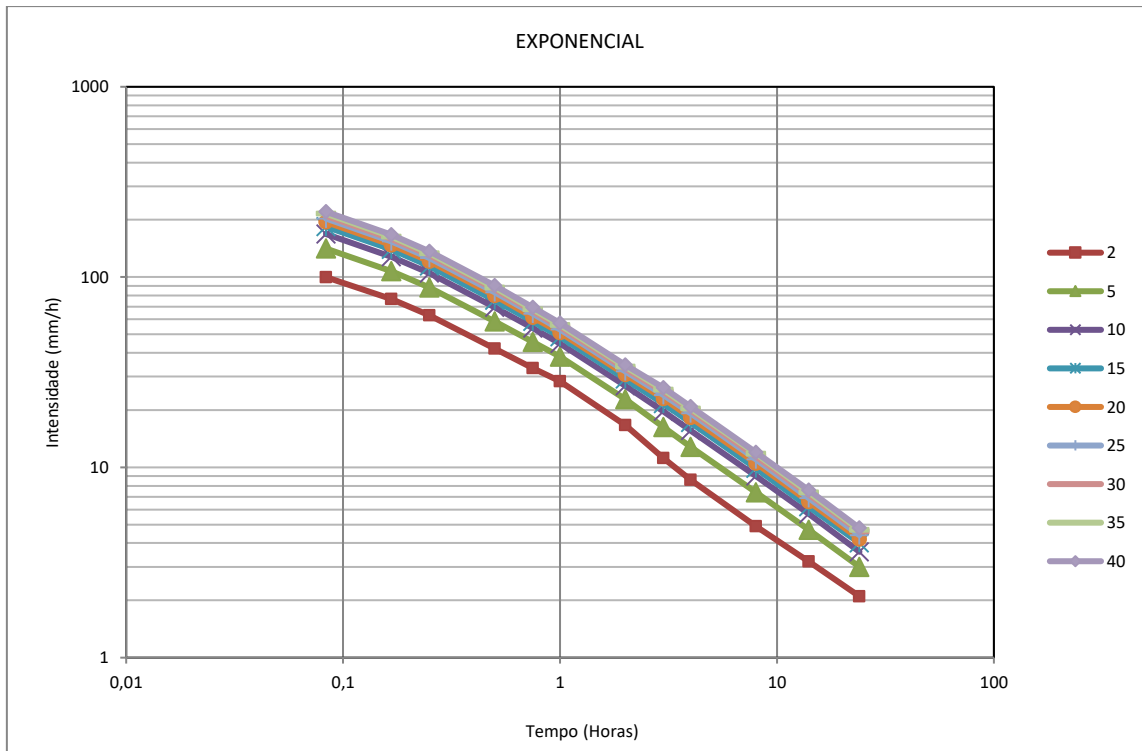


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Bezerros, com duração de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 768,70$; $b = 0,240$; $c = 9$ e $d = 0,8240$;

$$i = \frac{768,70T^{0,240}}{(t+9)^{0,8240}} \quad (02)$$

A equação é válida para tempos de retorno de até 40 anos.

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Bezerros, foi registrada uma chuva de 66 mm com duração de 2 horas, 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, 66 mm dividido por 2 h é igual a 33 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{33(120 + 9)^{0,8240}}{768,70} \right]^{1/0,240} = 35 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 35 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,86%, ou

$$P(i \geq 33 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{35} 100 = 2,86\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 35 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Bezerros, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=260190&search=pernambuco|bezerros>. Acesso em setembro 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 – Pernambuco - Município de Bezerros. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bezerros>. 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	DATA	1 HORA
28/02/1970	11,5	28/02/1970	15,7	18/03/1970	14,1	13/02/1974	22,6	18/03/1970	26,7	28/02/1970	26,7
24/02/1974	8,0	13/02/1974	11,7	13/02/1974	16,3	11/04/1974	19,3	13/02/1974	22,6	18/03/1970	29,5
17/04/1974	9,6	11/04/1974	18,2	26/02/1974	18,1	01/04/1975	19,8	26/02/1974	55,0	26/02/1974	60,6
14/02/1975	13,0	23/04/1975	16,5	11/04/1974	18,5	14/02/1985	21,2	01/04/1975	30,0	17/04/1974	31,7
23/04/1975	11,0	17/02/1985	13,1	17/02/1985	15,4	17/02/1985	25,6	23/04/1975	23,7	14/02/1975	34,0
06/12/1975	7,8	27/03/1985	22,2	20/02/1985	20,6	27/03/1985	41,7	30/03/1985	27,6	17/02/1985	36,1
27/03/1985	13,8	14/04/1985	11,6	27/03/1985	28,5	11/04/1985	24,0	11/04/1985	30,1	20/02/1985	33,4
08/05/1985	15,5	26/04/1985	11,4	08/05/1985	29,1	12/02/1987	19,3	26/04/1985	27,1	07/05/1985	33,5
04/03/1986	8,3	08/05/1985	23,2	07/12/1988	14,3	24/02/1988	31,0	09/03/1988	25,8	09/03/1988	29,0
24/02/1988	8,6	24/02/1988	12,5	07/04/1989	20,7	23/04/1988	27,3	23/04/1988	28,3	23/04/1988	28,8
21/03/1988	7,7	23/04/1988	15,5	15/04/1989	15,5	07/04/1989	32,2	07/12/1988	38,1	07/04/1989	37,8
01/05/1989	8,2	01/05/1989	16,2	01/05/1989	20,1	01/05/1989	23,6	15/04/1989	26,0	01/05/1989	25,3

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
28/02/1970	31,3	18/03/1970	34,1	18/03/1970	37,0	28/02/1970	39,8	28/02/1970	45,8	28/02/1970	46,1
18/03/1970	33,1	04/02/1974	32,3	11/04/1974	40,1	18/03/1970	37,8	18/03/1970	38,2	19/07/1970	88,2
26/02/1974	66,5	24/02/1974	32,6	14/02/1975	34,0	19/07/1970	58,8	26/02/1974	69,4	26/02/1974	70,6
17/04/1974	37,9	11/04/1974	39,0	17/07/1975	37,0	11/04/1974	47,2	11/04/1974	54,2	10/04/1974	61,7
14/02/1975	34,0	14/02/1975	34,0	20/02/1985	35,9	23/03/1985	49,8	16/07/1975	102,6	17/04/1974	105,8
01/04/1975	44,1	20/02/1985	35,1	27/03/1985	105,6	27/03/1985	107,6	17/02/1985	66,4	17/02/1985	66,4
17/02/1985	40,1	27/03/1985	86,1	30/03/1985	34,0	11/04/1985	38,1	11/04/1985	61,5	10/04/1985	61,5
20/02/1985	34,3	26/04/1985	37,0	26/04/1985	40,7	26/04/1985	42,9	14/04/1985	39,9	26/04/1985	45,2
30/03/1985	33,6	24/02/1988	44,2	07/04/1986	36,5	24/02/1988	47,4	26/04/1985	44,7	24/02/1988	49,5
09/03/1988	31,7	09/03/1988	34,6	24/02/1988	44,4	09/03/1988	36,8	24/02/1988	49,5	24/02/1988	48,5
07/12/1988	50,6	07/12/1988	50,7	09/03/1988	36,1	07/12/1988	52,5	07/12/1988	52,8	07/12/1988	52,8
07/04/1989	44,6	07/04/1989	45,5	07/04/1989	45,5	07/04/1989	45,6	07/04/1989	51,7	07/04/1989	53,1

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

Superintendência Regional de Recife

Av. Sul, 2.291 - Afogados
Recife - PE - CEP: 50770-011
Tel.: 81 3316-1400 - Fax: 81 3316-1403

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