

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS
DE MASSA E INUNDAÇÃO

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Município: Recife

Estação Pluviográfica: Aeroporto de Recife

Código: 82899

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



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

**PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE**

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

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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

Município: Recife

**Estação Pluviográfica: Aeroporto de Recife
Código: 82899**

**PORTO ALEGRE
2014**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTAS DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2014 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Bairro Santa Teresa
Porto Alegre - RS - 90.840-030
Telefone: 0(xx)(51)3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Recife. Estação Pluviográfica: Aeroporto de Recife Código 82899.
Adriana Burin Weschenfelder; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto –
Porto Alegre: CPRM, 2014.

10p.;

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II –
WESCHENFELDER, A.B., PICKBRENNER, K. e 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

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

José Leonardo Silva Andriotti
Superintendente

Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Alexandre Goulart
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

Albert Teixeira Cardoso-Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli-Sureg/SP

Jean Ricardo da Silvado Nascimento-RETE

Margarida Rgueira 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

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Debora Gurgel – REFO

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

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

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – 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

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 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 relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Ramos (2010), onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Aeroporto de Recife, código 82899, localizada no aeroporto Internacional dos Guararapes na capital de Pernambuco, Recife, distante aproximadamente 8 km da sede do município.

1 – INTRODUÇÃO

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

O município de Recife está localizado no litoral estado de Pernambuco, na Latitude $08^{\circ}03'14''\text{S}$ e Longitude $34^{\circ}52'51''\text{W}$, e é a capital do estado. O município possui área de 218 Km^2 e localiza-se a uma altitude de 4 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 1.537.704 habitantes.

A estação Aeroporto de Recife, código 82899, está localizada na Latitude $08^{\circ}07'00''\text{S}$ e Longitude $34^{\circ}55'00''\text{W}$. Insere-se na sub-bacia 39, na porção que corresponde ao estado de Pernambuco. A estação pluviográfica localiza-se no Aeroporto Internacional de Guararapes em Recife, no estado de Pernambuco, aproximadamente a 8,8 km da sede do município. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviógrafo de um posto mantido e operado pelo Terceiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (Cindacta III). A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

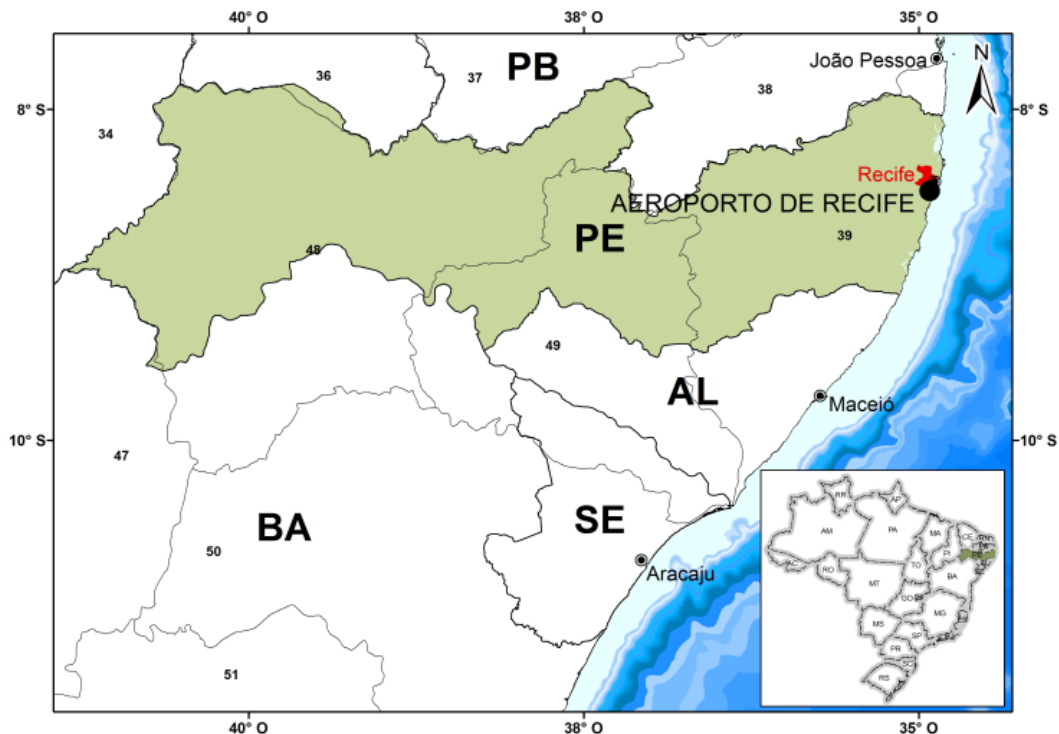


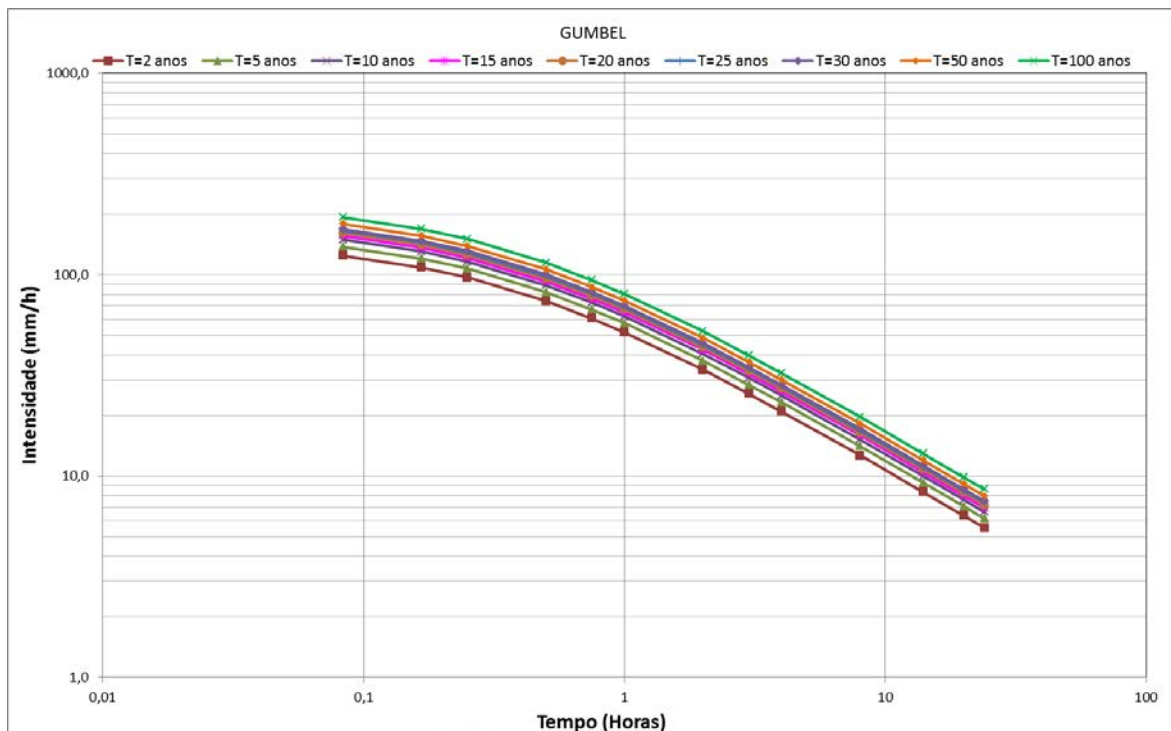
Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

2 – EQUAÇÃO

A equação IDF indicada para a cidade de Recife foi definida por Ramos (2010) e apresentada na tese defendida na Universidade Federal de Pernambuco no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil em 2010. Para a elaboração desta equação foram utilizados os dados da estação Aeroporto de Recife, código 82899. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Gumbel.

O período de dados utilizados no trabalho foi de 1968 a 2007 (40 anos).

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



02 – Curvas intensidade-duração-frequência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 02 são 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 Aeroporto de Recife os parâmetros da equação os seguintes:

$$5 \text{ min} \leq t \leq 24 \text{ h}$$

$$a = 1423,97; b = 0,1124; c = 21; d = 0,7721$$

$$i = \frac{1423,97 \times T^{0,1124}}{(t+21)^{0,7721}} \quad (02)$$

A equação é válida para tempo de retorno até 100 anos e durações de 5 minutos a 24 horas. A tabela 01 apresenta as intensidades calculadas em mm/h para diferentes durações e 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 da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	124,4	137,9	149,1	156,0	161,2	165,2	168,7	174,2	178,6	182,3	187,0	190,8	193,1
10 Minutos	108,6	120,4	130,1	136,2	140,7	144,3	147,2	152,1	155,9	159,2	163,2	166,6	168,6
15 Minutos	96,8	107,3	116,0	121,4	125,3	128,5	131,2	135,5	138,9	141,8	145,4	148,4	150,2
20 Minutos	87,5	97,0	104,9	109,8	113,4	116,3	118,7	122,6	125,7	128,3	131,5	134,3	135,9
30 Minutos	73,9	82,0	88,6	92,7	95,8	98,2	100,3	103,6	106,2	108,4	111,1	113,4	114,8
45 Minutos	60,6	67,2	72,6	76,0	78,5	80,5	82,2	84,9	87,0	88,8	91,1	93,0	94,1
1 HORA	51,7	57,3	62,0	64,9	67,0	68,7	70,1	72,4	74,3	75,8	77,8	79,4	80,3
2 HORAS	33,7	37,4	40,4	42,3	43,7	44,8	45,7	47,2	48,4	49,4	50,7	51,7	52,3
3 HORAS	25,6	28,4	30,7	32,2	33,2	34,1	34,8	35,9	36,8	37,6	38,5	39,3	39,8
4 HORAS	21,0	23,2	25,1	26,3	27,2	27,8	28,4	29,4	30,1	30,7	31,5	32,2	32,5
5 HORAS	17,9	19,8	21,4	22,4	23,1	23,7	24,2	25,0	25,7	26,2	26,9	27,4	27,7
6 HORAS	15,7	17,4	18,8	19,6	20,3	20,8	21,2	21,9	22,5	22,9	23,5	24,0	24,3
7 HORAS	14,0	15,5	16,8	17,5	18,1	18,6	19,0	19,6	20,1	20,5	21,0	21,4	21,7
8 HORAS	12,7	14,0	15,2	15,9	16,4	16,8	17,2	17,7	18,2	18,6	19,0	19,4	19,7
12 HORAS	9,4	10,4	11,2	11,7	12,1	12,4	12,7	13,1	13,4	13,7	14,1	14,4	14,5
14 HORAS	8,3	9,2	10,0	10,5	10,8	11,1	11,3	11,7	12,0	12,2	12,5	12,8	12,9
20 HORAS	6,4	7,1	7,6	8,0	8,3	8,5	8,6	8,9	9,1	9,3	9,6	9,8	9,9
24 HORAS	5,5	6,1	6,6	7,0	7,2	7,4	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	8,5	8,6

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	10,4	11,5	12,4	13,0	13,4	13,8	14,1	14,5	14,9	15,2	15,6	15,9	16,1
10 Minutos	18,1	20,1	21,7	22,7	23,4	24,0	24,5	25,3	26,0	26,5	27,2	27,8	28,1
15 Minutos	24,2	26,8	29,0	30,3	31,3	32,1	32,8	33,9	34,7	35,5	36,4	37,1	37,6
20 Minutos	29,2	32,3	35,0	36,6	37,8	38,8	39,6	40,9	41,9	42,8	43,8	44,8	45,3
30 Minutos	37,0	41,0	44,3	46,4	47,9	49,1	50,1	51,8	53,1	54,2	55,6	56,7	57,4
45 Minutos	45,4	50,4	54,5	57,0	58,9	60,4	61,6	63,6	65,3	66,6	68,3	69,7	70,5
1 HORA	51,7	57,3	62,0	64,9	67,0	68,7	70,1	72,4	74,3	75,8	77,8	79,4	80,3
2 HORAS	67,4	74,8	80,8	84,6	87,4	89,6	91,4	94,4	96,8	98,9	101,4	103,5	104,7
3 HORAS	76,9	85,3	92,2	96,5	99,7	102,2	104,3	107,7	110,5	112,8	115,6	118,0	119,4
4 HORAS	83,9	92,9	100,5	105,2	108,6	111,4	113,7	117,4	120,4	122,9	126,0	128,6	130,2
5 HORAS	89,3	99,0	107,1	112,0	115,7	118,7	121,1	125,1	128,3	130,9	134,3	137,0	138,7
6 HORAS	93,9	104,1	112,5	117,8	121,7	124,8	127,3	131,5	134,9	137,7	141,1	144,1	145,8
7 HORAS	97,9	108,5	117,3	122,7	126,8	130,0	132,7	137,1	140,5	143,4	147,1	150,1	151,9
8 HORAS	101,4	112,4	121,5	127,1	131,3	134,6	137,4	141,9	145,5	148,6	152,3	155,5	157,3
12 HORAS	112,4	124,6	134,7	141,0	145,6	149,3	152,4	157,4	161,4	164,7	168,9	172,4	174,5
14 HORAS	116,8	129,4	139,9	146,5	151,3	155,1	158,3	163,5	167,7	171,2	175,5	179,1	181,3
20 HORAS	127,4	141,2	152,6	159,8	165,0	169,2	172,7	178,4	182,9	186,7	191,4	195,4	197,7
24 HORAS	133,1	147,5	159,5	166,9	172,4	176,8	180,4	186,4	191,1	195,1	200,0	204,1	206,6

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Recife, foi registrada uma Chuva de 70 mm com duração de 45 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, 70 mm dividido por 0,75 h é igual a 93 mm/h. Substituindo os valores na equação 05 temos:

$$T = \left[\frac{93(45 + 21)^{0,7721}}{1423,97} \right]^{1/0,1124} = 90 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 90 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,1%, ou

$$P(i \geq 93 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{90} 100 = 1,1\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>. Acesso em 02 de setembro de 2014.

RAMOS, A. M. *Influência das mudanças climáticas devido ao efeito estufa na drenagem urbana de uma grande cidade*. 2010. 160 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: http://www.repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5111/arquivo2385_1.pdf?sequence=1. Acesso em 02 de setembro de 2014.

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Pernambuco – Recife. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Recife>. Acesso em 02 de setembro de 2014.

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

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.

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 Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa
Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030
Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

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

www.cprm.gov.br



PAC