

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: Murici

Estação Pluviométrica: Murici-Ponte

Código ANA: 00935012

Estação Pluviográfica: Viçosa de Alagoas

Código SUDENE: 3887753

 **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: Murici/AL

Estação Pluviográfica: Viçosa de Alagoas

Código SUDENE: 3887753

Estação Pluviométrica: Murici-Ponte

Código: 00935012

**PORTO ALEGRE
2017**

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 © 2017 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 (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Murici. Estação Pluviográfica: Viçosa de Alagoas Código SUDENE 3887753 e Estação Pluviométrica: Murici-ponte Código 00935012. Adriana Burin Weschenfelder; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2017.

17p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

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

Fernando Bezerra Coelho Filho

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Paulo Pedrosa

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

Vicente Humberto Lobo Cruz

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

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente (Interino)

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antonio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Interino)

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Ana Claudia Viero
Superintendente (Interino)

Diogo Rodrigues Andrade da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Aicaro Umberto Ferrari
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Jorge Pimentel

Divisão de Hidrologia Aplicada
Adriana Dantas Medeiros
Achiles Monteiro (*In memorian*)

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico
Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade
Tiago Antonelli

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico
José Alexandre Moreira Farias - REFO
Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder-Sureg/PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – Sureg/SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – Sureg/BH

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 para o município de Murici. Foram elaboradas duas IDFs, sendo que a primeira (IDF1), foi elaborada com dados de uma estação pluviográfica desativada e subsidiou parâmetros a serem utilizadas na segunda (IDF2), elaborada com séries de uma estação pluviométrica em operação. A IDF1 foi desenvolvida com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros da estação pluviográfica Viçosa de Alagoas, código 3887753, operada pela SUDENE. Na elaboração da IDF2 aplicou-se metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica de Murici-Ponte, código 00935012, operada pela CPRM.

As estações Viçosa de Alagoas (pluviográfica) e Murici-Ponte (pluviométrica) distanciam-se da sede municipal de Murici em respectivamente 35 e 1 km.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Murici e regiões circunvizinhas.

O município de Murici está localizado no estado de Alagoas, na Latitude 09°18'26" S e Longitude 35°56'35,2" W, a 56 km de Maceió, capital do estado. O município possui área de 427 Km² e localiza-se a uma altitude de 82 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 26.710 habitantes.

Para a elaboração da IDF do município de Murici, procedeu-se a um estudo preliminar com os dados de uma estação pluviográfica já desativada, que foi operada pela SUDENE (Viçosa de Alagoas). Este estudo subsidiou a geração de uma IDF (IDF1) e permitiu o cálculo das relações entre alturas de precipitação de diferentes durações, usadas para a desagregação da série de máximos anuais levantados de registros da estação pluviométrica de Murici-Ponte.

A estação pluviográfica Viçosa de Alagoas, código 3887753, está localizada na Latitude 09°23'00" S e Longitude 36°15'00" W. Insere-se na sub-bacia 39, na porção que corresponde ao estado de Alagoas, mais especificamente na sub-bacia do rio Paraíba do Meio. O rio Paraíba do Meio tem suas nascentes no estado de Pernambuco e passa pelo município de Quebrangulo já no estado de Alagoas antes de passar por Viçosa. A estação localiza-se no município de Viçosa, no estado de Alagoas, aproximadamente a 35 km da sede do município de União dos Palmares. Esta estação operou de 1913 a 1989 e os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo convencional, que foi operado pela SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), no período de agosto de 1966 até julho de 1989.

A estação pluviométrica de Murici-Ponte, código 00935012, está localizada na Latitude 09°18'49" S e Longitude 35°56'59" W. Insere-se na sub-bacia 39, na porção que corresponde ao estado de Alagoas, mais especificamente na sub-bacia do rio Mundaú. O rio Mundaú tem suas nascentes no estado de Pernambuco no município de Garanhuns e desemboca na lagoa do Mundaú, nas proximidades de Maceió. A estação localiza-se no município de Murici, no estado de Alagoas, aproximadamente a 1 km da sede do município. Esta estação encontra-se em operação desde 1963 e os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro convencional.

A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações.



Figura 01 – Localização do Município e das Estações Pluviográfica e Pluviométrica.

2 – EQUAÇÃO

2.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação utilizando os dados pluviográficos está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Viçosa, código 3887753, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviográficos.

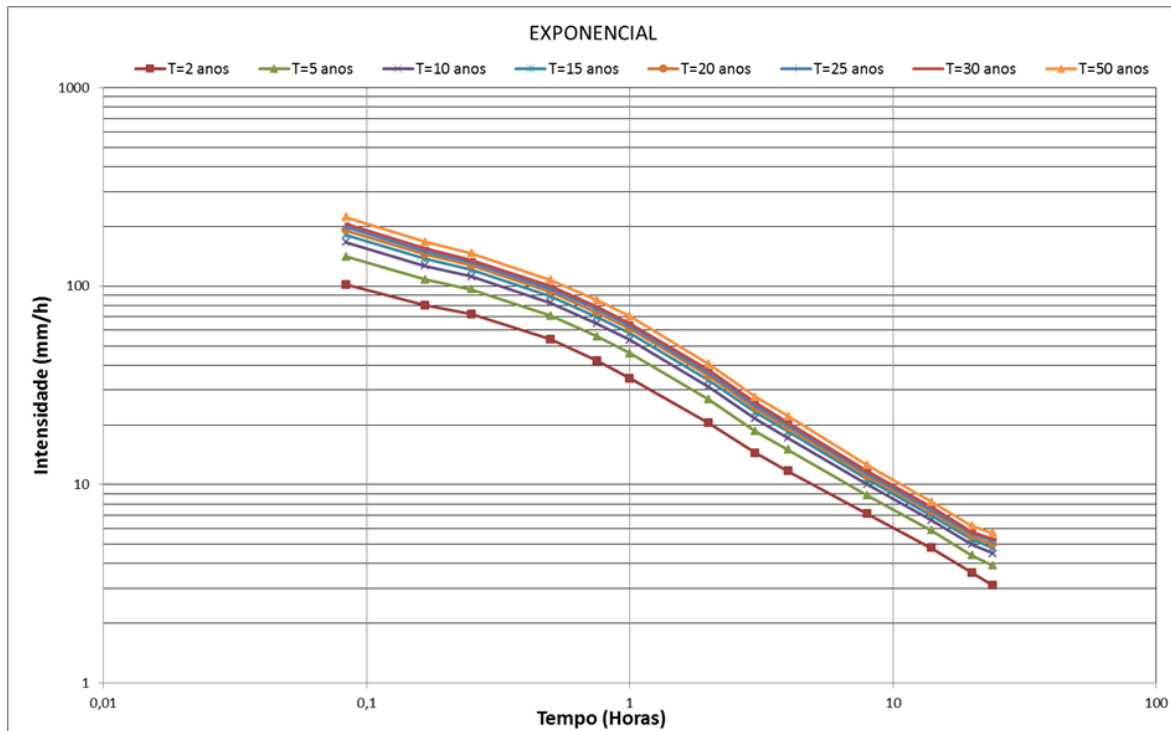


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 da estação de Viçosa de Alagoas os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 758,1; b = 0,2066; c = 10,8 \text{ e } d = 0,7551;$$

$$i = \frac{758,1T^{0,2066}}{(t+10,8)^{0,7551}} \quad (02)$$

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 880,5; b = 0,1858; c = 0 \text{ e } d = 0,7987;$$

$$i = \frac{880,5T^{0,1858}}{(t)^{0,7987}} \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempo de retorno até 50 anos e durações de 5 minutos a 24 horas. 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 da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
5 Minutos	108,8	131,5	151,8	165,0	175,2	183,4	190,5	202,1	211,7
10 Minutos	88,4	106,9	123,3	134,1	142,3	149,0	154,7	164,2	172,0
15 Minutos	75,2	90,8	104,8	114,0	120,9	126,7	131,5	139,6	146,2
20 Minutos	65,8	79,5	91,7	99,7	105,8	110,8	115,1	122,1	127,9
30 Minutos	53,2	64,3	74,2	80,6	85,6	89,6	93,0	98,7	103,4
45 Minutos	42,0	50,7	58,5	63,7	67,6	70,7	73,5	78,0	81,6
1 HORA	35,1	42,4	48,9	53,2	56,4	59,1	61,4	65,1	68,2
2 HORAS	21,9	25,9	29,5	31,8	33,6	35,0	36,2	38,2	39,8
3 HORAS	15,8	18,8	21,3	23,0	24,3	25,3	26,2	27,6	28,8
4 HORAS	12,6	14,9	17,0	18,3	19,3	20,1	20,8	21,9	22,9
5 HORAS	10,5	12,5	14,2	15,3	16,1	16,8	17,4	18,4	19,1
6 HORAS	9,1	10,8	12,3	13,2	14,0	14,5	15,0	15,9	16,5
7 HORAS	8,0	9,5	10,8	11,7	12,3	12,9	13,3	14,0	14,6
8 HORAS	7,2	8,6	9,8	10,5	11,1	11,6	12,0	12,6	13,1
12 HORAS	5,2	6,2	7,1	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,2	6,7	7,1	7,4	7,6	8,1	8,4
20 HORAS	3,5	4,1	4,7	5,1	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,5

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
5 Minutos	9,1	11,0	12,6	13,8	14,6	15,3	15,9	16,8	17,6
10 Minutos	14,7	17,8	20,6	22,4	23,7	24,8	25,8	27,4	28,7
15 Minutos	18,8	22,7	26,2	28,5	30,2	31,7	32,9	34,9	36,5
20 Minutos	21,9	26,5	30,6	33,2	35,3	36,9	38,4	40,7	42,6
30 Minutos	26,6	32,1	37,1	40,3	42,8	44,8	46,5	49,4	51,7
45 Minutos	31,5	38,0	43,9	47,7	50,7	53,1	55,1	58,5	61,2
1 HORA	35,1	42,4	48,9	53,2	56,4	59,1	61,4	65,1	68,2
2 HORAS	43,8	51,9	59,0	63,6	67,1	70,0	72,4	76,3	79,6
3 HORAS	47,5	56,3	64,0	69,0	72,8	75,9	78,5	82,8	86,3
4 HORAS	50,3	59,6	67,8	73,2	77,2	80,4	83,2	87,8	91,5
5 HORAS	52,6	62,4	71,0	76,5	80,7	84,1	87,0	91,8	95,7
6 HORAS	54,6	64,7	73,6	79,4	83,7	87,3	90,3	95,2	99,3
7 HORAS	56,3	66,8	75,9	81,9	86,4	90,0	93,1	98,2	102,4
8 HORAS	57,8	68,6	78,0	84,1	88,7	92,5	95,7	100,9	105,2
12 HORAS	62,8	74,4	84,6	91,3	96,3	100,3	103,8	109,5	114,1
14 HORAS	64,7	76,8	87,3	94,1	99,3	103,5	107,1	113,0	117,7
20 HORAS	69,6	82,5	93,8	101,1	106,7	111,2	115,0	121,4	126,5
24 HORAS	72,2	85,6	97,3	104,9	110,7	115,4	119,3	125,9	131,2

2.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Murici, código 00935012, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 31/Set), apresentada no Anexo III. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com a IDF1, para a estação pluviográfica Viçosa de Alagoas, código 3887753. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo III.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

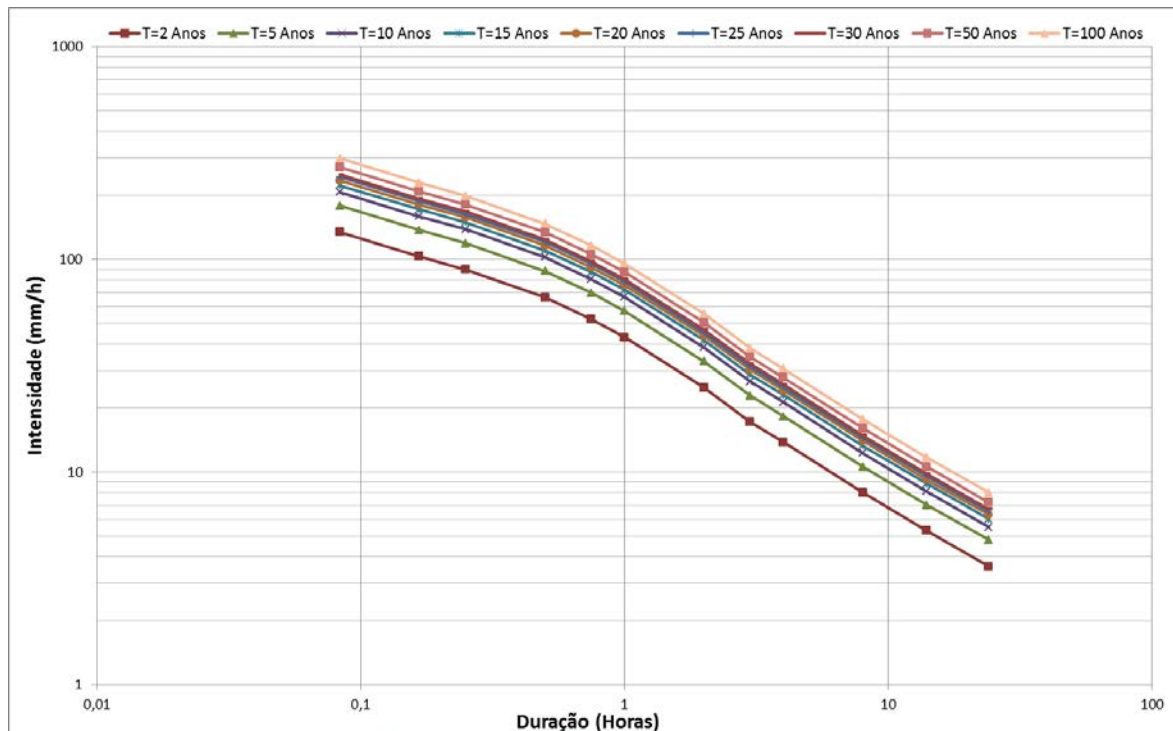


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 03 são do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (04)$$

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 Murici-ponte os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 1\text{h}$$

$$a = 1171,5; b = 0,1965; c = 12,4; d = 0,7950$$

$$i = \frac{1171,5T^{0,1965}}{(t+12,4)^{0,7950}} \quad (05)$$

$$1\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 967,5; b = 0,1959; c = 0; d = 0,7840$$

$$i = \frac{967,5T^{0,1959}}{(t)^{0,7840}} \quad (06)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno até 100 anos e durações de 5 minutos até 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 03 – 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	138,6	165,9	190,1	205,9	217,9	227,6	235,9	249,6	260,8	270,3	282,5	292,8	298,9
10 Minutos	113,4	135,7	155,5	168,4	178,2	186,2	193,0	204,2	213,4	221,2	231,1	239,5	244,5
15 Minutos	96,6	115,6	132,5	143,5	151,8	158,6	164,4	174,0	181,8	188,4	196,9	204,1	208,3
20 Minutos	84,5	101,2	116,0	125,6	132,9	138,9	143,9	152,3	159,1	164,9	172,3	178,6	182,3
30 Minutos	68,3	81,7	93,6	101,4	107,3	112,1	116,2	123,0	128,5	133,2	139,1	144,2	147,2
45 Minutos	53,6	64,2	73,6	79,7	84,3	88,1	91,3	96,7	101,0	104,7	109,4	113,3	115,7
1 HORA	44,6	53,4	61,2	66,3	70,1	73,3	75,9	80,4	84,0	87,0	90,9	94,2	96,2
2 HORAS	26,0	31,1	35,6	38,5	40,8	42,6	44,2	46,7	48,8	50,6	52,8	54,8	55,9
3 HORAS	18,9	22,6	25,9	28,0	29,7	31,0	32,1	34,0	35,5	36,8	38,4	39,8	40,7
4 HORAS	15,1	18,1	20,7	22,4	23,7	24,7	25,6	27,1	28,3	29,4	30,7	31,8	32,5
5 HORAS	12,7	15,2	17,4	18,8	19,9	20,8	21,5	22,8	23,8	24,7	25,8	26,7	27,3
6 HORAS	11,0	13,1	15,0	16,3	17,2	18,0	18,7	19,7	20,6	21,4	22,3	23,1	23,6
7 HORAS	9,7	11,6	13,3	14,4	15,3	16,0	16,5	17,5	18,3	18,9	19,8	20,5	20,9
8 HORAS	8,8	10,5	12,0	13,0	13,8	14,4	14,9	15,8	16,5	17,1	17,8	18,5	18,9
12 HORAS	6,4	7,6	8,7	9,5	10,0	10,5	10,8	11,5	12,0	12,4	13,0	13,4	13,7
14 HORAS	5,6	6,8	7,7	8,4	8,9	9,3	9,6	10,2	10,6	11,0	11,5	11,9	12,2
20 HORAS	4,3	5,1	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,3	8,7	9,0	9,2
24 HORAS	3,7	4,4	5,1	5,5	5,8	6,1	6,3	6,7	7,0	7,2	7,5	7,8	8,0

Tabela 04 – 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	11,5	13,8	15,8	17,2	18,2	19,0	19,7	20,8	21,7	22,5	23,5	24,4	24,9
10 Minutos	18,9	22,6	25,9	28,1	29,7	31,0	32,2	34,0	35,6	36,9	38,5	39,9	40,8
15 Minutos	24,1	28,9	33,1	35,9	38,0	39,7	41,1	43,5	45,4	47,1	49,2	51,0	52,1
20 Minutos	28,2	33,7	38,7	41,9	44,3	46,3	48,0	50,8	53,0	55,0	57,4	59,5	60,8
30 Minutos	34,1	40,9	46,8	50,7	53,7	56,1	58,1	61,5	64,2	66,6	69,6	72,1	73,6
45 Minutos	40,2	48,2	55,2	59,8	63,3	66,1	68,5	72,5	75,7	78,5	82,0	85,0	86,8
1 HORA	44,6	53,4	61,2	66,3	70,1	73,3	75,9	80,4	84,0	87,0	90,9	94,2	96,2
2 HORAS	51,9	62,2	71,2	77,1	81,6	85,2	88,3	93,4	97,6	101,1	105,7	109,5	111,8
3 HORAS	56,7	67,9	77,7	84,1	89,0	93,0	96,4	102,0	106,5	110,4	115,3	119,5	122,0
4 HORAS	60,3	72,2	82,7	89,5	94,7	99,0	102,6	108,5	113,4	117,5	122,7	127,2	129,8
5 HORAS	63,3	75,8	86,8	94,0	99,4	103,9	107,6	113,9	119,0	123,3	128,8	133,5	136,3
6 HORAS	65,9	78,8	90,3	97,7	103,4	108,0	112,0	118,4	123,7	128,2	134,0	138,8	141,7
7 HORAS	68,1	81,5	93,3	101,0	106,9	111,7	115,7	122,5	127,9	132,6	138,5	143,5	146,5
8 HORAS	70,1	83,9	96,1	104,0	110,0	114,9	119,1	126,0	131,7	136,5	142,6	147,7	150,8
12 HORAS	76,5	91,5	104,9	113,5	120,1	125,5	130,0	137,6	143,7	148,9	155,6	161,3	164,6
14 HORAS	79,1	94,6	108,4	117,4	124,2	129,7	134,4	142,2	148,6	154,0	160,9	166,7	170,2
20 HORAS	85,4	102,2	117,1	126,8	134,1	140,1	145,2	153,6	160,5	166,3	173,8	180,1	183,8
24 HORAS	88,9	106,3	121,8	131,9	139,5	145,7	151,0	159,8	166,9	173,0	180,7	187,3	191,2

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Murici, foi registrada uma Chuva de 80 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 04. Dessa forma temos:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (07)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 80 mm dividido por 0,75 h é igual a 106,7 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{106,7(45 + 12,4)^{0,7950}}{1171,5} \right]^{1/0,1965} = 66,1 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 66,1 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,5%, ou

$$P(i \geq 106,7 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{66,1} 100 = 1,5\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>. Acesso em 30 de julho de 2014.

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

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Alagoas – Rio Mundaú. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Munda%C3%BA_\(Alagoas\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Munda%C3%BA_(Alagoas)). Acesso em 30 de julho de 2014.

WIKIPEDIA, 2014. Ficheiro – Alagoas – Rio Paraíba do Meio. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Para%C3%ADba_do_Meio. Acesso em 30 de julho de 2014.

ANEXO I

Série de Dados Pluviográficos 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
09/04/1971	10,2	09/04/1971	14,9	09/04/1971	17,7	02/03/1972	29,2	19/01/1972	30,0	19/01/1972	32,4
10/03/1973	7,1	02/03/1972	13,0	02/03/1972	18,7	05/04/1973	24,4	02/03/1972	30,9	02/03/1972	30,9
25/07/1973	8,6	27/05/1973	12,5	28/04/1973	17,9	28/04/1973	27,4	05/04/1973	27,0	28/04/1973	34,8
19/01/1974	16,1	01/10/1973	12,5	27/05/1973	18,3	27/05/1973	26,1	28/04/1973	30,2	27/05/1973	30,2
13/03/1974	15,6	19/01/1974	24,2	01/10/1973	18,3	01/10/1973	25,9	27/05/1973	29,2	01/10/1973	35,5
04/04/1974	9,7	13/03/1974	25,1	19/01/1974	29,7	19/01/1974	39,0	01/10/1973	31,0	19/01/1974	44,1
20/01/1975	14,3	04/04/1974	15,3	13/03/1974	36,3	07/03/1974	24,4	19/01/1974	41,7	07/03/1974	28,2
11/06/1975	8,2	20/01/1975	22,2	04/04/1974	20,6	13/03/1974	44,4	07/03/1974	27,6	13/03/1974	49,5
31/01/1980	8,1	11/06/1975	12,3	20/01/1975	27,8	04/04/1974	35,3	13/03/1974	49,0	04/04/1974	48,8
02/04/1980	10,1	31/01/1980	12,6	11/06/1975	16,3	20/01/1975	40,3	04/04/1974	44,3	20/01/1975	46,1
15/03/1981	7,9	02/04/1980	13,1	31/01/1980	17,3	11/06/1975	22,8	20/01/1975	44,2	11/06/1975	39,1
15/02/1983	7,2	15/03/1981	13,0	02/04/1980	16,0	31/01/1980	29,7	11/06/1975	35,7	31/01/1980	46,9
01/01/1984	13,5	01/01/1984	21,2	15/03/1981	17,3	15/03/1981	30,4	31/01/1980	38,0	15/03/1981	38,2
11/05/1984	8,9	04/04/1984	12,1	01/01/1984	26,3	06/11/1981	25,3	15/03/1981	36,0	15/02/1983	29,1
01/04/1985	8,8	01/04/1985	13,7	01/04/1985	17,6	01/01/1984	45,3	01/01/1984	59,2	01/01/1984	66,6
11/04/1985	8,6	11/04/1985	16,5	11/04/1985	24,0	04/04/1984	25,9	04/04/1984	32,6	22/03/1984	30,7
09/12/1985	7,4	09/12/1985	12,2	20/11/1986	19,4	17/04/1984	22,8	11/04/1985	37,3	04/04/1984	36,3
15/12/1985	10,1	20/11/1986	13,7	15/03/1988	16,6	11/04/1985	30,6	20/11/1986	31,0	11/04/1985	41,4
28/03/1989	7,9	13/01/1989	12,1	13/01/1989	16,3	20/11/1986	28,3	06/12/1988	27,2	20/11/1986	35,1
11/04/1989	7,7	28/03/1989	13,6	28/03/1989	18,8	28/03/1989	35,2	28/03/1989	40,1	28/03/1989	42,8
14/05/1989	9,4	14/05/1989	13,8	14/05/1989	18,2	14/05/1989	25,0	14/05/1989	27,8	23/04/1989	29,4

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
19/01/1972	38,9	19/01/1972	38,9	28/04/1973	44,5	31/05/1972	51,5	31/05/1972	76,3	31/05/1972	106,0
02/03/1972	36,2	02/03/1972	36,9	01/10/1973	50,5	01/10/1973	61,3	01/10/1973	65,2	21/10/1972	71,1
28/05/1972	34,9	28/04/1973	43,8	19/01/1974	48,4	04/04/1974	82,1	04/04/1974	82,8	10/09/1973	76,4
28/04/1973	42,4	01/10/1973	46,5	13/03/1974	49,9	20/05/1975	61,4	20/05/1975	70,7	01/10/1973	67,8
01/10/1973	40,1	19/01/1974	47,3	04/04/1974	81,8	11/06/1975	56,7	11/06/1975	65,3	03/04/1974	99,1
19/01/1974	46,0	13/03/1974	49,9	20/01/1975	46,1	05/10/1976	58,7	05/10/1976	82,4	20/05/1975	80,8
13/03/1974	49,9	04/04/1974	78,1	14/05/1975	41,5	31/01/1980	66,8	31/01/1980	66,8	11/06/1975	66,1
04/04/1974	78,0	20/01/1975	46,1	11/06/1975	55,5	20/03/1981	55,5	10/05/1983	60,0	15/07/1975	67,4
20/01/1975	46,1	11/06/1975	54,4	31/01/1980	66,8	01/01/1984	67,9	01/01/1984	69,7	04/10/1976	93,7
11/06/1975	45,7	31/01/1980	66,2	15/03/1981	42,3	18/02/1985	86,0	18/05/1984	73,9	01/01/1984	70,4
31/01/1980	64,4	15/03/1981	41,5	20/03/1981	45,1	11/04/1985	57,0	18/02/1985	93,9	18/05/1984	102,4
15/03/1981	40,5	01/01/1984	67,9	01/01/1984	67,9	04/06/1986	55,1	04/06/1986	61,4	11/06/1986	72,7
01/01/1984	67,9	04/04/1984	43,2	04/04/1984	46,0	12/06/1986	50,6	12/06/1986	60,3	15/07/1986	76,5
04/04/1984	42,1	19/02/1985	50,4	19/02/1985	66,7	15/07/1986	50,4	15/07/1986	64,8	19/07/1986	66,0
11/05/1984	34,8	11/04/1985	53,7	11/04/1985	56,4	20/11/1986	69,6	20/11/1986	73,0	20/11/1986	74,0
19/02/1985	39,9	01/10/1986	38,4	04/06/1986	42,3	16/07/1988	65,1	16/07/1988	92,7	27/06/1987	68,8
11/04/1985	50,5	20/11/1986	43,5	20/11/1986	43,6	06/12/1988	53,0	28/03/1989	73,9	16/07/1988	124,5
01/10/1986	36,4	03/07/1988	37,4	03/07/1988	42,4	28/03/1989	73,8	11/04/1989	72,8	06/12/1988	66,4
20/11/1986	41,7	28/03/1989	45,3	28/03/1989	58,8	11/04/1989	51,0	23/04/1989	63,8	27/03/1989	103,8
28/03/1989	45,1	30/04/1989	42,6	30/04/1989	42,6	07/07/1989	55,8	06/07/1989	62,9	10/04/1989	85,2
30/04/1989	42,1	12/07/1989	40,1	11/07/1989	52,9	11/07/1989	79,2	11/07/1989	108,3	06/07/1989	76,4

ANEXO II

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd1/Pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 5 min/10 min	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,67	0,76	0,68	0,85	0,92
Mínima	0,64	0,74	0,67	0,84	0,91
Média	0,66	0,76	0,68	0,85	0,91
Mediana	0,66	0,76	0,68	0,85	0,91

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h
Máxima	0,87	0,98	0,94	0,90	0,87	0,94
Mínima	0,84	0,94	0,92	0,82	0,85	0,91
Média	0,86	0,97	0,94	0,88	0,87	0,92
Mediana	0,87	0,97	0,94	0,89	0,87	0,92

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 5min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,26	0,40	0,53	0,79	0,92
Mínima	0,25	0,39	0,52	0,77	0,91
Média	0,26	0,40	0,52	0,77	0,91
Mediana	0,26	0,40	0,52	0,77	0,91

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P24horas)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h	Relação 20h/24h
Máxima	0,51	0,59	0,61	0,65	0,76	0,90	0,97
Mínima	0,46	0,55	0,58	0,63	0,72	0,83	0,91
Média	0,50	0,58	0,60	0,64	0,74	0,85	0,92
Mediana	0,51	0,58	0,60	0,64	0,73	0,85	0,92

ANEXO III

Série de Dados Utilizados– Altura de Chuva diária (mm)

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1962	1963	26/06/1963	143,6	1992	1993	01/08/1993	53,2
1963	1964	28/12/1963	96,2	1993	1994	01/11/1993	140,3
1964	1965	31/05/1965	65,2	1994	1995	30/04/1995	51,0
1965	1966	31/05/1966	65,0	1995	1996	29/04/1996	91,8
1966	1967	01/07/1967	81,2	1996	1997	08/05/1997	134,4
1967	1968	28/04/1968	70,6	1997	1998	24/04/1998	86,0
1968	1969	08/07/1969	92,0	1998	1999	06/05/1999	65,0
1969	1970	25/04/1970	53,2	1999	2000	01/08/2000	116,8
1970	1971	13/09/1971	72,0	2000	2001	27/06/2001	92,8
1971	1971	11/05/1974	50,1	2001	2002	13/10/2001	130,6
1974	1975	23/05/1975	80,3	2002	2003	16/06/2003	88,6
1976	1977	24/05/1977	100,4	2003	2004	01/06/2004	82,1
1980	1981	18/03/1981	62,1	2004	2005	02/06/2005	63,5
1981	1982	22/04/1982	88,0	2005	2006	10/09/2006	53,8
1982	1983	31/07/1983	69,6	2006	2007	14/02/2007	77,3
1984	1985	19/02/1985	116,8	2007	2008	17/05/2008	117,4
1985	1986	16/07/1986	80,4	2008	2009	08/08/2009	54,6
1986	1987	03/07/1987	74,0	2009	2010	05/06/2010	68,9
1988	1989	12/07/1989	109,5	2010	2011	25/05/2011	61,9
1989	1990	09/12/1989	58,0	2011	2012	17/07/2012	38,2
1990	1991	16/08/1991	41,4	2012	2013	04/07/2013	61,9

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