

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E  
RESPOSTA A DESASTRES

INFORMAÇÕES DE ALERTA DE  
CHEIAS E INUNDAÇÕES

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Pará

Município: Óbidos

Estação Pluviométrica: Óbidos

Código ANA: 00155001

Código INMET: 82178

 SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM



2015

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

**PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E  
RESPOSTA A DESASTRES  
INFORMAÇÕES DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES**

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

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL  
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA  
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

**Município: Óbidos - PA**

**Estação Pluviométrica: Óbidos  
Código: 00155001 (ANA); 82178 (INMET)**

**GOIÂNIA  
2015**

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTA A DESASTRES

INFORMAÇÕES DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES

CARTAS MUNICIPAIS DE SUSCETIBILIDADE  
A MOVIMENTOS 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 de Goiânia

Copyright @ 2015 CPRM - Superintendência Regional de Goiânia  
Rua 148, 485 – Setor Marista  
Goiânia - GO - 74.170-110  
Telefone: (62) 3240-1100  
Fax: (62) 3240-1417  
<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: Óbidos/PA. Estação Pluviométrica: Óbidos, Códigos 00155001 (ANA); 82178 (INMET). Albert Teixeira Cardoso, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Goiânia: CPRM, 2015.

12p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – CARDOSO, A. T.; PICKBRENNER, K.; 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**

Carlos Eduardo de Souza Braga

**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

Waldir Duarte Costa Filho

**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 DE GOIÂNIA**

*Luiz Fernando Magalhães*  
**Superintendente**

*Cíntia de Lima Vilas Boas*  
**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Luciana Felício Pereira*  
**Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

*Sheila Soraya Alves Knust*  
**Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Marcelo Henrique da Silva Rosa*  
**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

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/AS

**Sistema de Informações Geográficas e Mapa**

Ivete Souza do Nascimento- Sureg/BH

**Apoio Técnico**

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betania Rodrigues dos Santos – Sureg/GO

Celina Monteiro – Sureg/BE

Danielle Cutolo – Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar – Sureg/SP

Priscila Nishihara Leo – Sureg/SP

Eliamara Soares Silva – RETE

## APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres 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 Óbidos/PA onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Óbidos, códigos 00155001 (ANA) e 82178 (INMET).

## 1 – INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Óbidos/PA e regiões circunvizinhas.

O município de Óbidos está localizado na região noroeste do estado do Pará, na bacia Rio Amazonas. O município faz fronteira com os municípios de Alenquer, Almeirim, Curua, Santarém, Juriti e Oriximiná. O município de Óbidos possui uma área de 28.021 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 37 metros do nível do mar. Óbidos apresenta uma população de 49.333 habitantes (IBGE, 2010).

A estação Óbidos, códigos 00155001 (ANA) e 82178 (INMET), está localizada no município de mesmo nome, na Latitude 01°55'00"S e Longitude 55°31'00"O. Esta estação pluviométrica encontra-se em atividade desde 1927, sendo operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

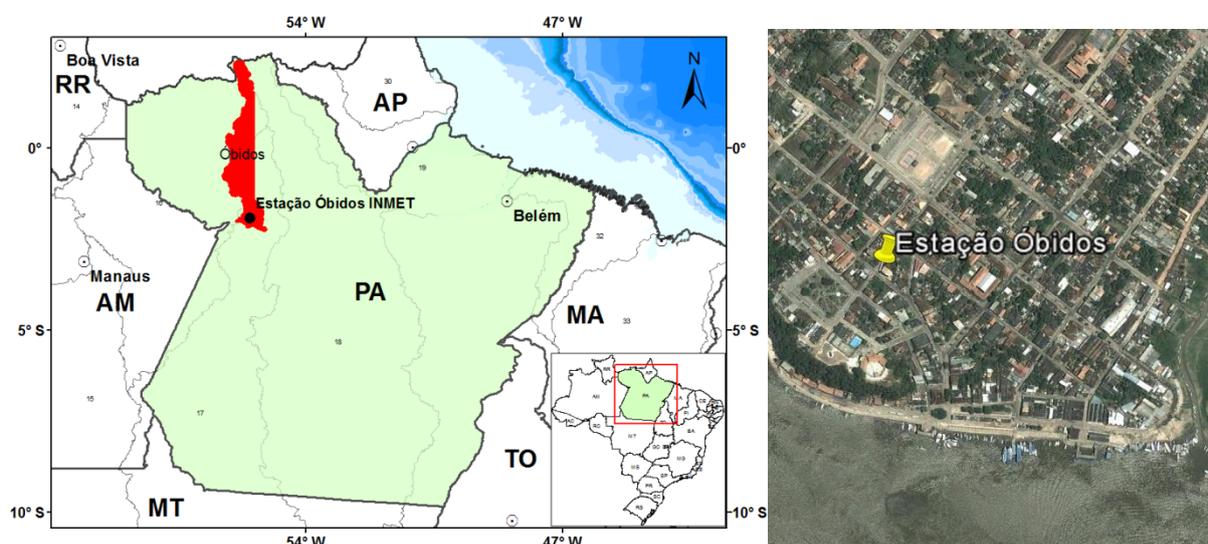


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fonte: Google, 2015)

## 2 - EQUAÇÃO

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 Óbidos, códigos 00155001 (ANA) e 82178 (INMET), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico apresentada no Anexo I. 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 as relações IDF estabelecidas pela CPRM para o município de Santarém (AZAMBUJA, A. M. S.; PINTO, E. J. A., 2013), distante aproximadamente 108 km do município de Óbidos. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

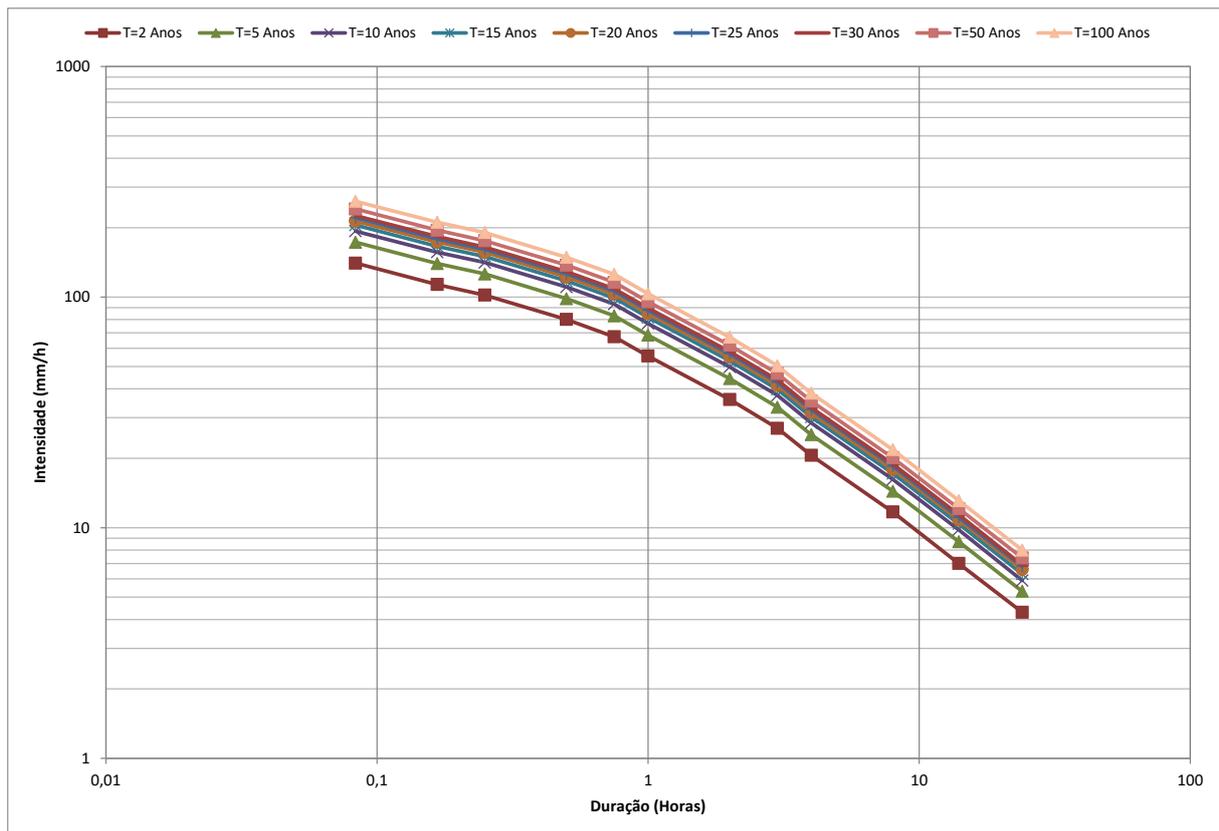


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 da estação de Óbidos, os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$a = 3812,1$ ;  $b = 0,1430$ ;  $c = 33,9$  e  $d = 0,9321$ ;

$$i = \frac{3812,1T^{0,1430}}{(t+33,9)^{0,9321}} \quad (02)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de até 100 anos. 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 (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	138,7	158,2	174,7	185,1	192,8	199,1	212,9	219,8	225,7	233,0	239,1	242,8
10 Minutos	124,0	141,3	156,0	165,3	172,3	177,9	190,2	196,4	201,6	208,1	213,6	216,9
15 Minutos	112,1	127,8	141,1	149,5	155,8	160,9	172,0	177,6	182,3	188,2	193,2	196,1
20 Minutos	102,4	116,7	128,9	136,6	142,3	146,9	157,1	162,2	166,5	171,9	176,4	179,1
30 Minutos	87,4	99,6	110,0	116,5	121,4	125,4	134,1	138,4	142,1	146,7	150,6	152,8
45 Minutos	71,8	81,8	90,3	95,7	99,8	103,0	110,2	113,7	116,7	120,5	123,7	125,6
1 Horas	61,0	69,6	76,8	81,4	84,8	87,6	93,7	96,7	99,2	102,5	105,2	106,8
2 Horas	38,5	43,9	48,5	51,4	53,5	55,3	59,1	61,0	62,6	64,7	66,4	67,4
3 Horas	28,3	32,3	35,7	37,8	39,4	40,7	43,5	44,9	46,1	47,6	48,8	49,6
4 Horas	22,5	25,6	28,3	30,0	31,3	32,3	34,5	35,6	36,6	37,8	38,8	39,4
5 Horas	18,7	21,3	23,5	25,0	26,0	26,8	28,7	29,6	30,4	31,4	32,2	32,7
6 Horas	16,0	18,3	20,2	21,4	22,3	23,0	24,6	25,4	26,1	26,9	27,6	28,1
7 Horas	14,0	16,0	17,7	18,7	19,5	20,2	21,6	22,3	22,9	23,6	24,2	24,6
8 Horas	12,5	14,3	15,8	16,7	17,4	18,0	19,2	19,8	20,4	21,0	21,6	21,9
12 Horas	8,8	10,0	11,0	11,7	12,2	12,6	13,4	13,9	14,2	14,7	15,1	15,3
14 Horas	7,6	8,7	9,6	10,2	10,6	10,9	11,7	12,1	12,4	12,8	13,1	13,3
20 Horas	5,5	6,3	7,0	7,4	7,7	7,9	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7
24 Horas	4,7	5,3	5,9	6,3	6,5	6,7	7,2	7,4	7,6	7,9	8,1	8,2

**Tabela 02 – Altura de chuva em mm**

Duração da Chuva	Tempo de Retorno (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	11,6	13,2	14,6	15,4	16,1	16,6	17,7	18,3	18,8	19,4	19,9	20,2
10 Minutos	20,7	23,6	26,0	27,6	28,7	29,6	31,7	32,7	33,6	34,7	35,6	36,1
15 Minutos	28,0	31,9	35,3	37,4	39,0	40,2	43,0	44,4	45,6	47,1	48,3	49,0
20 Minutos	34,1	38,9	43,0	45,5	47,4	49,0	52,4	54,1	55,5	57,3	58,8	59,7
30 Minutos	43,7	49,8	55,0	58,3	60,7	62,7	67,0	69,2	71,0	73,3	75,3	76,4
45 Minutos	53,8	61,4	67,8	71,8	74,8	77,2	82,6	85,3	87,5	90,4	92,8	94,2
1 Horas	61,0	69,6	76,8	81,4	84,8	87,6	93,7	96,7	99,2	102,5	105,2	106,8
2 Horas	77,0	87,8	96,9	102,7	107,0	110,5	118,2	122,0	125,2	129,3	132,7	134,7
3 Horas	85,0	96,9	107,0	113,4	118,1	122,0	130,4	134,7	138,2	142,7	146,5	148,7
4 Horas	90,0	102,6	113,3	120,0	125,1	129,1	138,1	142,6	146,4	151,1	155,1	157,5
5 Horas	93,5	106,6	117,7	124,8	130,0	134,2	143,5	148,2	152,1	157,0	161,2	163,6
6 Horas	96,2	109,7	121,1	128,3	133,7	138,1	147,7	152,4	156,5	161,5	165,8	168,3
7 Horas	98,3	112,1	123,8	131,2	136,7	141,1	150,9	155,8	160,0	165,1	169,5	172,1
8 Horas	100,1	114,1	126,0	133,5	139,2	143,7	153,7	158,6	162,8	168,1	172,5	175,2
12 Horas	105,1	119,8	132,3	140,1	146,0	150,8	161,2	166,5	170,9	176,4	181,1	183,8
14 Horas	106,8	121,8	134,4	142,5	148,5	153,3	163,9	169,2	173,7	179,3	184,1	186,9
20 Horas	110,6	126,1	139,3	147,6	153,8	158,8	169,8	175,3	179,9	185,8	190,7	193,6
24 Horas	112,5	128,2	141,6	150,0	156,3	161,4	172,6	178,2	182,9	188,9	193,9	196,8

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Óbidos, foi registrada uma chuva de 49 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 à 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, 49 mm dividido por 0,25 h (15 min) é igual a 196 mm/h. Substituindo os valores na equação 03, temos:

$$T = \left[ \frac{196(15 + 33,9)^{0,9321}}{3812,1} \right]^{1/0,1430} = 99,5 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 99,5 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 2,5%, ou

$$P(i \geq 196 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{99,5} 100 = 1\%$$

### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, A. M. S.; PINTO, E. J. A. A. *Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência*: município Santarém/PA. Estação pluviográfica Santarém, código ANA 00254000. Belém, PA: CPRM, 2013. 11p.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em Junho de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150510>. Acesso em Junho de 2015.

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

ANEXO I  
Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)  
Máximo por Ano Hidrológico (Outubro/Setembro)

Ano Inicial	Ano Final	Data	Precipitação Máximo Diária (mm)
1970	1971	06/11/1970	89,0
1971	1972	16/11/1971	98,4
1972	1973	02/04/1973	75,0
1973	1974	21/10/1973	93,0
1974	1975	08/03/1975	110,0
1975	1976	25/12/1975	81,6
1976	1977	30/09/1977	112,9
1977	1978	04/04/1978	103,8
1978	1979	20/03/1979	71,8
1979	1980	17/11/1979	82,2
1980	1981	27/03/1981	71,6
1981	1982	02/03/1982	101,7
1982	1983	01/02/1983	60,2
1983	1984	07/05/1984	96,4
1984	1985	04/05/1985	135,0
1985	1986	02/06/1986	116,2
1986	1987	15/10/1986	60,8
1987	1988	01/03/1988	110,8
1988	1989	15/03/1989	67,8
1989	1990	14/12/1989	70,4
1990	1991	11/12/1990	187,1
1991	1992	01/04/1992	141,5
1992	1993	19/03/1993	66,6
1993	1994	06/02/1994	77,0
1994	1995	09/05/1995	82,3
1995	1996	15/02/1996	97,6
1996	1997	29/01/1997	108,5
1997	1998	19/01/1998	80,0
1998	1999	14/01/1999	65,8
1999	2000	22/04/2000	106,7
2000	2001	05/01/2001	107,6
2001	2002	10/04/2002	96,8
2002	2003	21/02/2003	55,9
2003	2004	24/04/2004	110,9
2004	2005	31/03/2005	100,6
2005	2006	14/05/2006	95,7
2006	2007	12/12/2006	101,5
2007	2008	31/01/2008	120,0
2008	2009	17/11/2008	100,0
2009	2010	30/12/2009	88,9
2010	2011	06/03/2011	85,7
2011	2012	15/02/2012	98,5
2012	2013	04/01/2013	84,1
2013	2014	25/01/2014	105,2

## ANEXO II

Relações entre alturas de chuvas de diferentes durações obtidas com as relações IDF estabelecidas por Azambuja & Pinto (2013) para o município de Santarém

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,96	0,91	0,80	0,79	0,70	0,54

Relação 45min/1h	Relação 30min/1h	Relação 15min/1h	Relação 10min/1h	Relação 5min/1h
0,91	0,72	0,46	0,34	0,21

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres 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 Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista  
Goiânia - GO - CEP: 74170-110  
Tel.: 62 3240-1400 - Fax: 62 3240-1417

### Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949  
E-mail: [asscomdf@cprm.gov.br](mailto:asscomdf@cprm.gov.br)

### Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370  
E-mail: [marketing@cprm.gov.br](mailto:marketing@cprm.gov.br)

### Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)

### Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

