

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Alagoas
Município: Coruripe
Estação Pluviométrica: Camaçari
Código ANA: 01036062

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2015

**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: Coruripe/AL

**Estação Pluviométrica: Camaçari
Código: 01036062**

**PORTO ALEGRE
2015**

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 © 2015 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: Coruripe. Estação Pluviométrica: Camaçari Código 01036062. Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2015.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – 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

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

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

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

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – 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

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betânia Rodrigues dos Santos– Sureg/GO

Celina Monteiro - Sureg/BE

Danielle Cutolo - Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar - Sureg/SP

Eliamara Soares Silva– RETE

Priscila Nishihara Leo - Sureg/SP

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 Coruripe onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano civil da estação pluviométrica de Camaçari, código 01036062, operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Esta estação está localizada a aproximadamente 20 km da sede do município de Coruripe.

1 – INTRODUÇÃO

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

O município de Coruripe está localizado no estado de Alagoas, na Latitude $10^{\circ}07'41''$ S e Longitude $36^{\circ}10'19''$ W, distante 90 km da capital Maceió. Possui área de 898,6 Km² e localiza-se a uma altitude média de 11 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 52.130 habitantes.

A estação Camaçari, código 01036062, está localizada na Latitude $10^{\circ}01'53''$ S e Longitude $36^{\circ}18'14''$ W, no próprio município de Coruripe, aproximadamente 20,0 km a montante da sede municipal. Insere-se na sub-bacia 39, sub-bacia dos rios Capibaribe, Mundaú e outros, mais especificamente na sub-bacia do rio Coruripe. Esse rio nasce na cidade de Palmeira dos Índios e vai até o município de Coruripe, desaguardo no Oceano Atlântico. A estação pluviométrica encontra-se em operação desde 1989 e os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação do período de 1989 a 2013. A Figura 01 apresenta a localização do município e a estação pluviométrica.

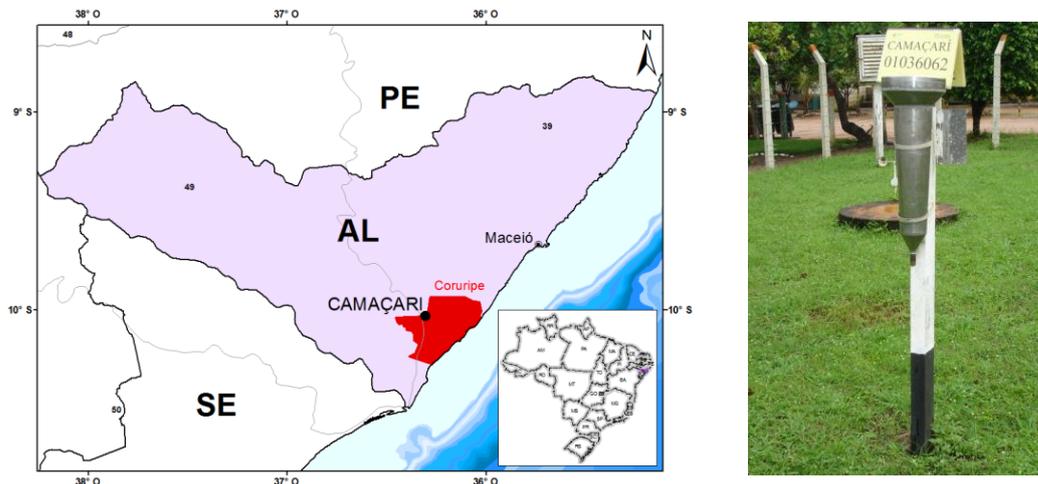


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica.

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 Camaçari, código 01036062, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano civil (01/Jan a 31/Dez), 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 por Pfafstetter (1982), para o município de Maceió /AL. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

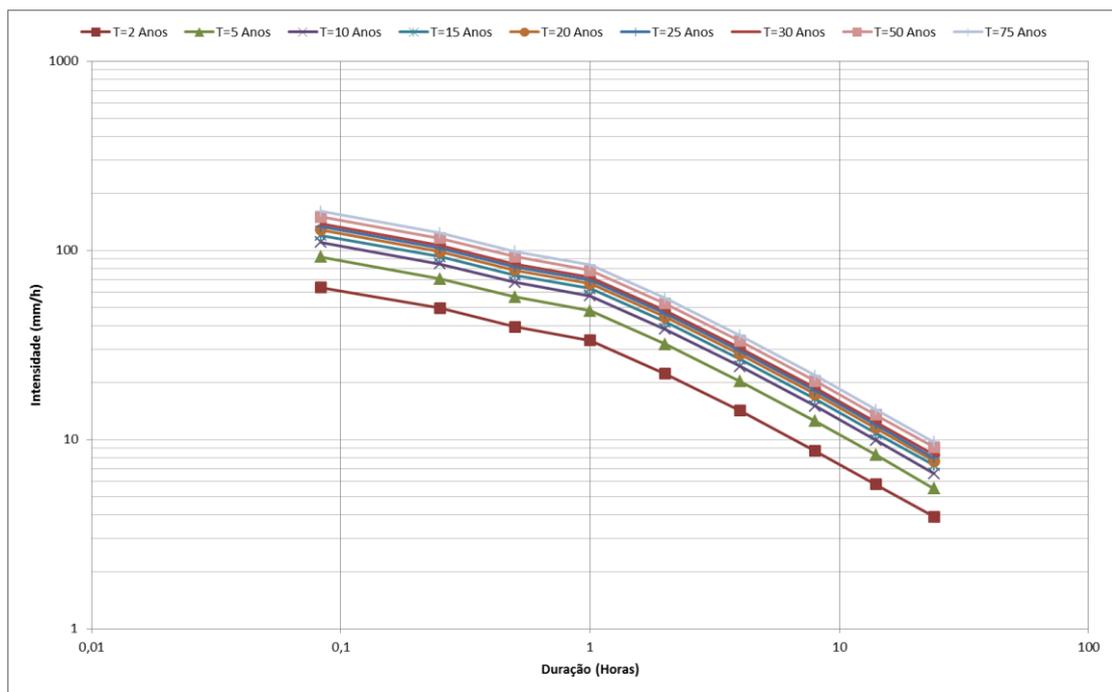


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Camaçari os parâmetros da equação são os seguintes:

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

$$a = 95,7; b = 0,2356; c = 0,5 \text{ e } d = 0,2796;$$

$$i = \frac{95,7T^{0,2356}}{(t+0,5)^{0,2796}} \quad (02)$$

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

$$a = 886,7; b = 0,2296; c = 24,6 \text{ e } d = 0,7533;$$

$$i = \frac{886,7T^{0,2296}}{(t+24,6)^{0,7533}} \quad (03)$$

As equações acima são válidas para tempos de retorno de até 75 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, <i>T</i> (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75
5 Minutos	70,0	86,8	102,2	112,5	120,3	126,8	132,4	141,7	149,3	155,9	164,3
10 Minutos	58,4	72,5	85,3	93,9	100,4	105,9	110,5	118,3	124,6	130,1	137,1
15 Minutos	52,4	65,0	76,5	84,2	90,1	94,9	99,1	106,1	111,8	116,7	123,0
20 Minutos	48,4	60,1	70,8	77,8	83,3	87,8	91,7	98,1	103,4	107,9	113,7
30 Minutos	43,3	53,8	63,3	69,7	74,5	78,6	82,0	87,8	92,5	96,6	101,8
45 Minutos	38,7	48,1	56,6	62,3	66,7	70,3	73,3	78,5	82,7	86,4	91,0
1 HORA	35,8	44,4	52,3	57,5	61,6	64,9	67,7	72,5	76,4	79,7	84,0
2 HORAS	24,5	30,3	35,5	39,0	41,6	43,8	45,7	48,8	51,4	53,6	56,4
3 HORAS	18,9	23,3	27,3	30,0	32,0	33,7	35,2	37,6	39,5	41,2	43,4
4 HORAS	15,6	19,2	22,5	24,7	26,4	27,8	29,0	31,0	32,6	34,0	35,8
5 HORAS	13,3	16,5	19,3	21,2	22,6	23,8	24,8	26,5	27,9	29,1	30,7
6 HORAS	11,7	14,5	17,0	18,6	19,9	21,0	21,9	23,4	24,6	25,6	27,0
7 HORAS	10,5	13,0	15,2	16,7	17,9	18,8	19,6	20,9	22,0	23,0	24,2
8 HORAS	9,6	11,8	13,8	15,2	16,2	17,1	17,8	19,0	20,0	20,9	22,0
12 HORAS	7,1	8,8	10,3	11,3	12,1	12,7	13,3	14,2	14,9	15,6	16,4
14 HORAS	6,4	7,9	9,2	10,1	10,8	11,4	11,9	12,7	13,4	13,9	14,7
20 HORAS	4,9	6,1	7,1	7,8	8,3	8,8	9,1	9,8	10,3	10,7	11,3
24 HORAS	4,3	5,3	6,2	6,8	7,3	7,7	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)										
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75
5 Minutos	5,8	7,2	8,5	9,4	10,0	10,6	11,0	11,8	12,4	13,0	13,7
10 Minutos	9,7	12,1	14,2	15,6	16,7	17,6	18,4	19,7	20,8	21,7	22,9
15 Minutos	13,1	16,2	19,1	21,0	22,5	23,7	24,8	26,5	27,9	29,2	30,7
20 Minutos	16,1	20,0	23,6	25,9	27,8	29,3	30,6	32,7	34,5	36,0	37,9
30 Minutos	21,7	26,9	31,7	34,8	37,3	39,3	41,0	43,9	46,3	48,3	50,9
45 Minutos	29,1	36,1	42,5	46,7	50,0	52,7	55,0	58,9	62,0	64,8	68,3
1 HORA	35,8	44,4	52,3	57,5	61,6	64,9	67,7	72,5	76,4	79,7	84,0
2 HORAS	49,1	60,5	71,0	77,9	83,2	87,6	91,3	97,6	102,7	107,1	112,7
3 HORAS	56,7	69,9	82,0	90,0	96,1	101,2	105,5	112,7	118,6	123,7	130,2
4 HORAS	62,2	76,8	90,1	98,8	105,6	111,1	115,9	123,8	130,3	135,9	143,0
5 HORAS	66,7	82,3	96,5	105,9	113,2	119,1	124,2	132,7	139,6	145,6	153,3
6 HORAS	70,4	86,9	101,9	111,9	119,5	125,8	131,2	140,1	147,5	153,8	161,9
7 HORAS	73,7	90,9	106,6	117,0	125,0	131,6	137,2	146,6	154,3	160,9	169,3
8 HORAS	76,5	94,5	110,7	121,6	129,9	136,7	142,5	152,3	160,3	167,1	175,9
12 HORAS	85,6	105,7	123,9	136,0	145,3	152,9	159,5	170,4	179,3	187,0	196,8
14 HORAS	89,3	110,2	129,2	141,8	151,5	159,4	166,2	177,6	186,9	194,9	205,2
20 HORAS	98,1	121,1	142,0	155,8	166,5	175,2	182,7	195,2	205,4	214,2	225,5
24 HORAS	102,9	127,0	148,9	163,4	174,6	183,7	191,6	204,7	215,4	224,7	236,5

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Coruripe, foi registrada uma Chuva de 48 mm com duração de 30 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:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 48 mm dividido por 0,5 h é igual a 96,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{96,0(30 + 0,5)^{0,2796}}{95,7} \right]^{1/0,2356} = 58,5 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 58,5 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,7%, ou

$$P(i \geq 96,0 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{58,5} 100 = 1,7\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=270230&search=%7C%7Cinfo%EF1ficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>. Acesso em janeiro de 2015.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

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)

Máximos por ano civil (01/Jan a 31/Dez)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1989	1989	22/10/89	45,7
1990	1990	27/09/90	79,1
1991	1991	19/05/91	42,0
1992	1992	06/04/92	111,9
1993	1993	09/10/93	120,0
1994	1994	21/06/94	100,2
1995	1995	24/07/95	109,1
1996	1996	22/04/96	153,8
1997	1997	08/05/97	71,6
1998	1998	26/07/98	49,8
1999	1999	17/07/99	77,1
2000	2000	18/06/00	67,6
2001	2001	27/06/01	66,0
2002	2002	06/06/02	111,8
2003	2003	31/03/03	35,0
2004	2004	02/06/04	51,0
2005	2005	05/05/05	194,0
2006	2006	16/05/06	66,0
2007	2007	29/04/07	129,2
2010	2010	08/04/10	112,7
2011	2011	25/05/11	109,5
2012	2012	23/05/12	74,2
2013	2013	04/07/13	65,6

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Pfafstetter (1982) para o município de Maceió /AL.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,87	0,75	0,61	0,48	0,36

Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 5 min/1h
0,59	0,37	0,16

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

Ouidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

www.cprm.gov.br

