

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

# ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina  
Município: Guatambú  
Estação Pluviográfica: Chapecó

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil



2018

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL  
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA  
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

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**

**Município: Guatambú/SC**

**Estação Pluviográfica: Chapecó**

**Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de  
Chapecó/SC**

**Adriana Burin Weschenfelder**

**Karine Pickbrenner**

**Eber José de Andrade Pinto**



**PORTO ALEGRE**

**2018**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE  
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL  
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

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

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre  
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza  
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

W511 Weschenfelder, Adriana Burin  
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Guatambú, Estação Pluviográfica: Chapecó, Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de Chapecó/SC / Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.  
10p.; anexos

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade

ISBN 978-85-7499-484-0

1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. IV. Título

CDD 551.570981

CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

**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**

Wellington Moreira Franco

**SECRETÁRIO EXECUTIVO**

Márcio Félix

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

Maria José Gazzi Salum

**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**

Esteves Pedro Colnago

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

José Leonardo Silva Andriotti

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Fernando Carvalho

**Diretor de Administração e Finanças**

Juliano de Souza Oliveira

## **SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE**

*Fernando Henrique Kohlmann Schwanke*  
**Superintendente**

*Diogo Rodrigues Andrade da Silva*  
**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

*Lucy Takehara Chemale*  
**Gerente de Geologia e Recursos Minerais**

*Ana Cláudia Viero*  
**Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

*Paulo Ricardo de Fraga Costa*  
**Gerente de Administração e Finanças**

### **PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL**

**Departamento de Hidrologia**  
Frederico Cláudio Peixinho

**Departamento de Gestão Territorial**  
Maria Adelaide Mansini Maia

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

**Divisão de Geologia Aplicada**  
Sandra Fernandes da Silva

**Coordenação Executiva do DEHID**  
**Projeto 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

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – 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

#### **Apoio Técnico**

Maximiliano Paschoaloti Messa – SUREG /PA

## 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 estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Chapecó/SC, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitações diárias máximas da estação pluviográfica de Chapecó.

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	01
2 – EQUAÇÃO .....	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO .....	04
4 – REFERÊNCIAS .....	04

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

## 1 – INTRODUÇÃO

A equação definida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Chapecó/SC é indicada para o município de Guatambú/SC.

O município de Guatambú está localizado na Região metropolitana de Chapecó, distante 422 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Chapecó, Nonoai, Rio dos Índios, Caxambu do Sul e Planalto Alegre. O município possui área de 206 km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 543 metros em sua sede. A população de Guatambú, segundo IBGE (2010), é de 4.679 habitantes.

A estação Chapecó, está localizada na Latitude 27°07'00"S e Longitude 52°37'00"O; na sub-bacia 73, sub-bacia dos rios Uruguai, Chapecó e outros. A estação pluviográfica localiza-se no município de Chapecó e o período utilizado na elaboração da equação IDF foi de 1976 a 2005. Os dados para definição da equação foram obtidos a partir dos dados diários contínuos de precipitação coletados em um pluviógrafo.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.

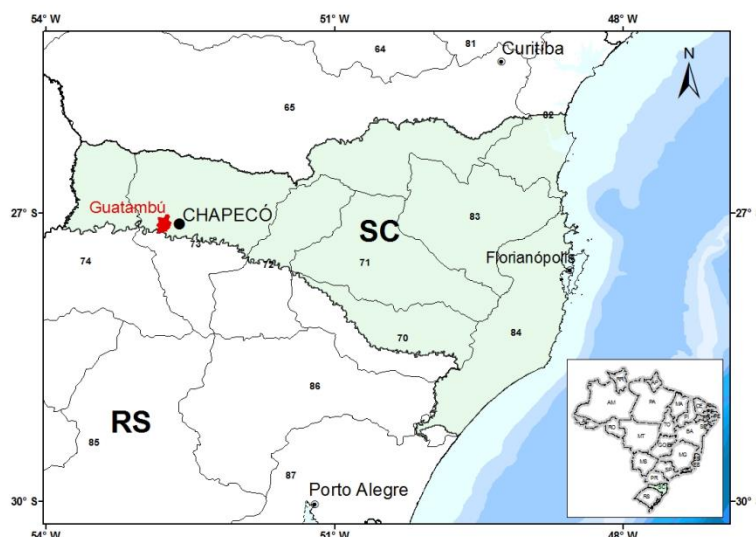


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

## 2 – EQUAÇÃO

Os pluviogramas diários da estação pluviográfica de Chapecó, foram digitalizados e determinaram-se as séries de máximos anuais de chuva para as durações de 5 minutos até 24 horas. Para cada duração foram estimadas, por meio da distribuição de Gumbel-Chow, as chuvas máximas considerando-se os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



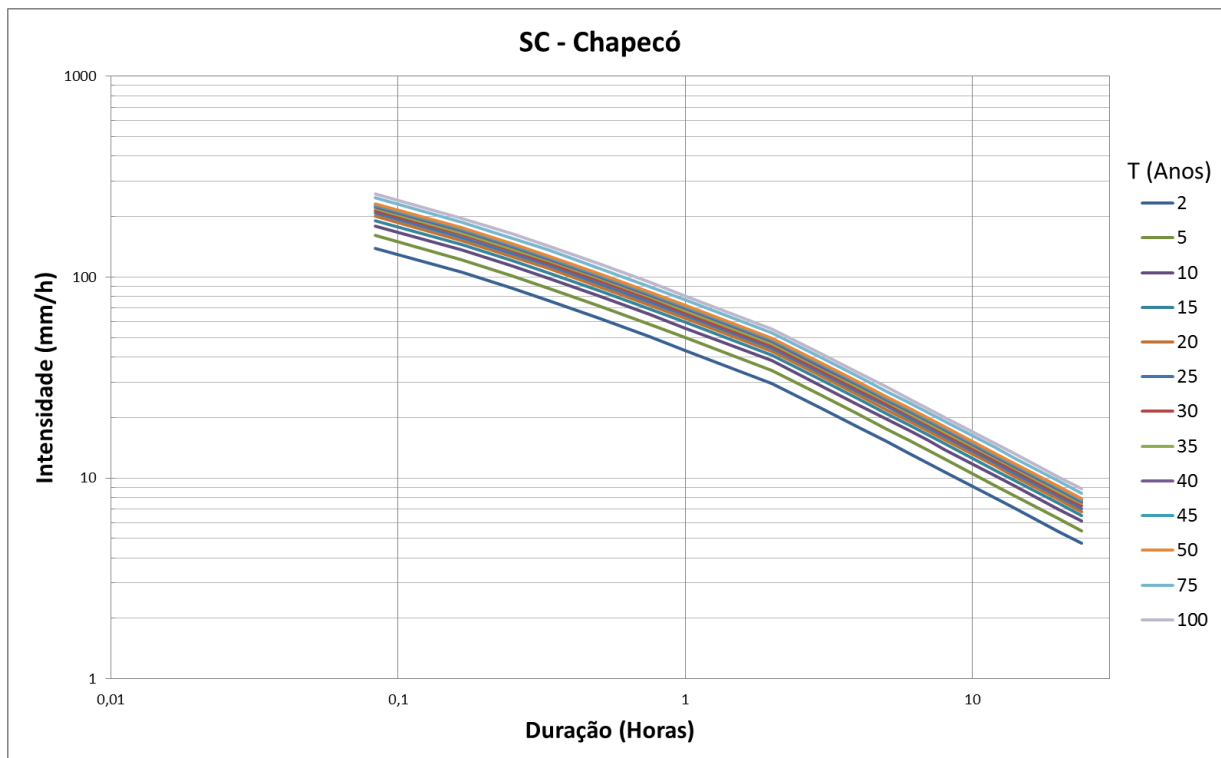


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Chapecó, para durações de 5 minutos até 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 2\text{h}$$

$$a = 398; b = 0,1594; c = 2,9 \text{ e } d = 0,5629;$$

$$i = \frac{398 T^{0,1594}}{(t+2,9)^{0,5629}} \quad (02)$$

Para durações iguais e superiores 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$2\text{h} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1040,7; b = 0,1598; c = 8,3 \text{ e } d = 0,7566;$$

$$i = \frac{1040,7 T^{0,1598}}{(t+8,3)^{0,7566}} \quad (03)$$

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, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	138,9	160,7	179,5	191,5	200,4	207,7	213,8	223,9	232,0	238,8	247,5	254,8	259,1
10 Minutos	105,4	121,9	136,2	145,3	152,1	157,6	162,3	169,9	176,0	181,2	187,8	193,3	196,6
15 Minutos	87,6	101,4	113,3	120,8	126,5	131,1	134,9	141,3	146,4	150,7	156,1	160,8	163,5
20 Minutos	76,3	88,3	98,6	105,2	110,1	114,1	117,5	123,0	127,4	131,2	135,9	139,9	142,3
30 Minutos	62,2	72,0	80,4	85,8	89,8	93,0	95,8	100,3	103,9	107,0	110,9	114,1	116,1
45 Minutos	50,4	58,3	65,1	69,4	72,7	75,3	77,5	81,2	84,1	86,6	89,7	92,4	93,9
1 HORA	43,2	50,0	55,8	59,6	62,3	64,6	66,5	69,6	72,2	74,3	77,0	79,2	80,6
2 HORAS	29,6	34,3	38,3	40,8	42,8	44,3	45,6	47,8	49,5	50,9	52,8	54,3	55,3
3 HORAS	22,1	25,6	28,6	30,5	31,9	33,1	34,1	35,7	37,0	38,0	39,4	40,6	41,3
4 HORAS	17,9	20,7	23,2	24,7	25,9	26,8	27,6	28,9	30,0	30,9	32,0	32,9	33,5
5 HORAS	15,2	17,6	19,7	21,0	22,0	22,8	23,5	24,6	25,4	26,2	27,2	28,0	28,4
6 HORAS	13,3	15,4	17,2	18,4	19,2	19,9	20,5	21,5	22,2	22,9	23,7	24,4	24,9
7 HORAS	11,9	13,7	15,3	16,4	17,1	17,8	18,3	19,1	19,8	20,4	21,2	21,8	22,2
8 HORAS	10,7	12,4	13,9	14,8	15,5	16,1	16,6	17,3	18,0	18,5	19,2	19,7	20,1
12 HORAS	7,9	9,2	10,3	11,0	11,5	11,9	12,2	12,8	13,3	13,7	14,2	14,6	14,8
14 HORAS	7,1	8,2	9,1	9,8	10,2	10,6	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,2
20 HORAS	5,4	6,3	7,0	7,5	7,8	8,1	8,3	8,7	9,1	9,3	9,7	9,9	10,1
24 HORAS	4,7	5,5	6,1	6,5	6,8	7,1	7,3	7,6	7,9	8,1	8,4	8,7	8,8

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	11,6	13,4	15,0	16,0	16,7	17,3	17,8	18,7	19,3	19,9	20,6	21,2	21,6
10 Minutos	17,6	20,3	22,7	24,2	25,3	26,3	27,0	28,3	29,3	30,2	31,3	32,2	32,8
15 Minutos	21,9	25,4	28,3	30,2	31,6	32,8	33,7	35,3	36,6	37,7	39,0	40,2	40,9
20 Minutos	25,4	29,4	32,9	35,1	36,7	38,0	39,2	41,0	42,5	43,7	45,3	46,6	47,4
30 Minutos	31,1	36,0	40,2	42,9	44,9	46,5	47,9	50,1	52,0	53,5	55,4	57,1	58,0
45 Minutos	37,8	43,7	48,8	52,1	54,5	56,5	58,1	60,9	63,1	64,9	67,3	69,3	70,5
1 HORA	43,2	50,0	55,8	59,6	62,3	64,6	66,5	69,6	72,2	74,3	77,0	79,2	80,6
2 HORAS	59,3	68,6	76,6	81,7	85,5	88,6	91,2	95,5	99,0	101,9	105,6	108,7	110,5
3 HORAS	66,3	76,7	85,7	91,5	95,8	99,2	102,2	107,0	110,9	114,1	118,3	121,8	123,8
4 HORAS	71,7	83,0	92,7	98,9	103,6	107,3	110,5	115,7	119,9	123,5	127,9	131,7	134,0
5 HORAS	76,1	88,1	98,4	105,0	109,9	113,9	117,3	122,8	127,2	131,0	135,8	139,8	142,1
6 HORAS	79,8	92,4	103,2	110,1	115,3	119,5	123,0	128,8	133,5	137,4	142,4	146,6	149,1
7 HORAS	83,1	96,1	107,4	114,6	120,0	124,3	128,0	134,0	138,9	143,0	148,2	152,6	155,2
8 HORAS	86,0	99,5	111,2	118,6	124,2	128,7	132,5	138,7	143,8	148,0	153,4	157,9	160,6
12 HORAS	95,3	110,3	123,2	131,5	137,7	142,7	146,9	153,8	159,4	164,1	170,0	175,1	178,0
14 HORAS	99,0	114,7	128,1	136,7	143,1	148,3	152,7	159,9	165,7	170,6	176,7	182,0	185,1
20 HORAS	108,3	125,3	140,0	149,4	156,4	162,1	166,9	174,7	181,1	186,4	193,2	198,9	202,3
24 HORAS	113,3	131,1	146,5	156,3	163,7	169,6	174,6	182,8	189,5	195,1	202,1	208,1	211,7

### 3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Guatambú foi registrada uma Chuva de 123 mm com duração de 3 horas. 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, 123 mm dividido por 3 h é igual a 41,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:*

$$T = \left[ \frac{41(180+8,3)^{0,7566}}{1040,7} \right]^{1/0,1598} = 95,8 \text{ anos}$$

*O tempo de retorno de 95,8 anos corresponde a uma probabilidade de 1,04% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou*

$$P(i \geq 41 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{95,8} 100 = 1,04$$

### 4 – REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J. L. R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, p. 2127-2134, 2011.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. *Estatística por cidade e estado*: Guatambú. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/guatambu/panorama>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

# 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 Infraestrutura Geocientífica

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



**PAC**