

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina

Município: Cordilheira Alta

Estação Pluviográfica: Chapecó

Código ANA: 02752016

Código OMM: 83883

 **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

RELATÓRIO

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Cordilheira Alta/SC

Estação Pluviográfica: Chapecó
Códigos: 02752016 (ANA) e 83883 (OMM)

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

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

P594 Pickbrenner, Karine
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência; Município: Cordilheira Alta, Estação Pluviográfica: Chapecó, Códigos 02752016 (ANA) e 83883 (OMM), Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de Chapecó/SC; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.
10p.; anexos
Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-85-7499-443-7
1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I. 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

Vicente Humberto Lôbo 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

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais (Interino)

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica (Interino)

Fernando Carvalho

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

Juliano de Souza Oliveira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Ana Cláudia Viero
Superintendente (Interino)

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

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

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

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

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

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 Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Chapecó/SC, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitações diárias máximas da estação pluviográfica Chapecó, códigos 02752016 (ANA) e 83883 (OMM), operada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

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 Cordilheira Alta/SC.

O município de Cordilheira Alta está localizado a 534 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Coronel Freitas, Xaxim, Chapecó e Nova Itaberaba. O município possui área de 82,858 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 744 metros em sua sede. A população de Cordilheira Alta, segundo IBGE (2010), é de 3.767 habitantes.

A estação Chapecó, códigos 02752016 (ANA) e 83883 (OMM), está localizada na Latitude 27°05'07"S e Longitude 52°38'08"O; na sub-bacia 73, sub-bacia dos rios Uruguai, Chapecó e outros. A estação pluviográfica localiza-se no município de Chapecó, encontra-se em operação desde 1973 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 operado INMET.

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

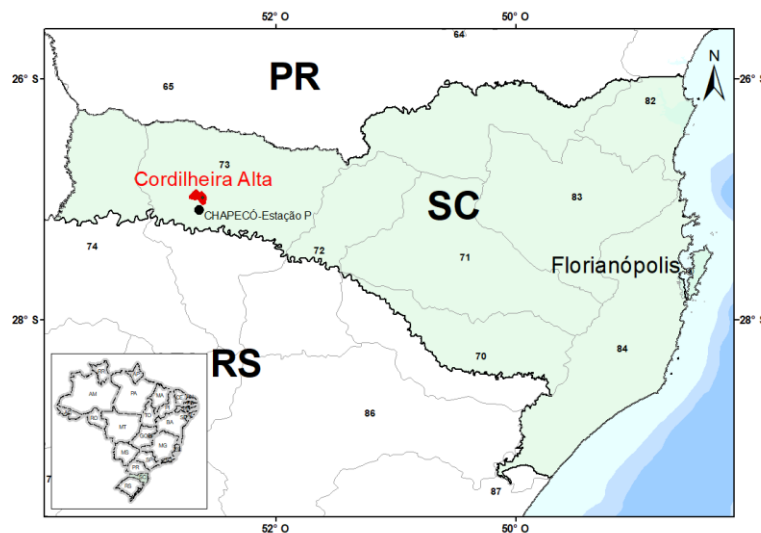


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

Os pluviogramas diários da estação pluviográfica de Chapecó, códigos 02752016 (ANA) e 83883 (OMM), 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.

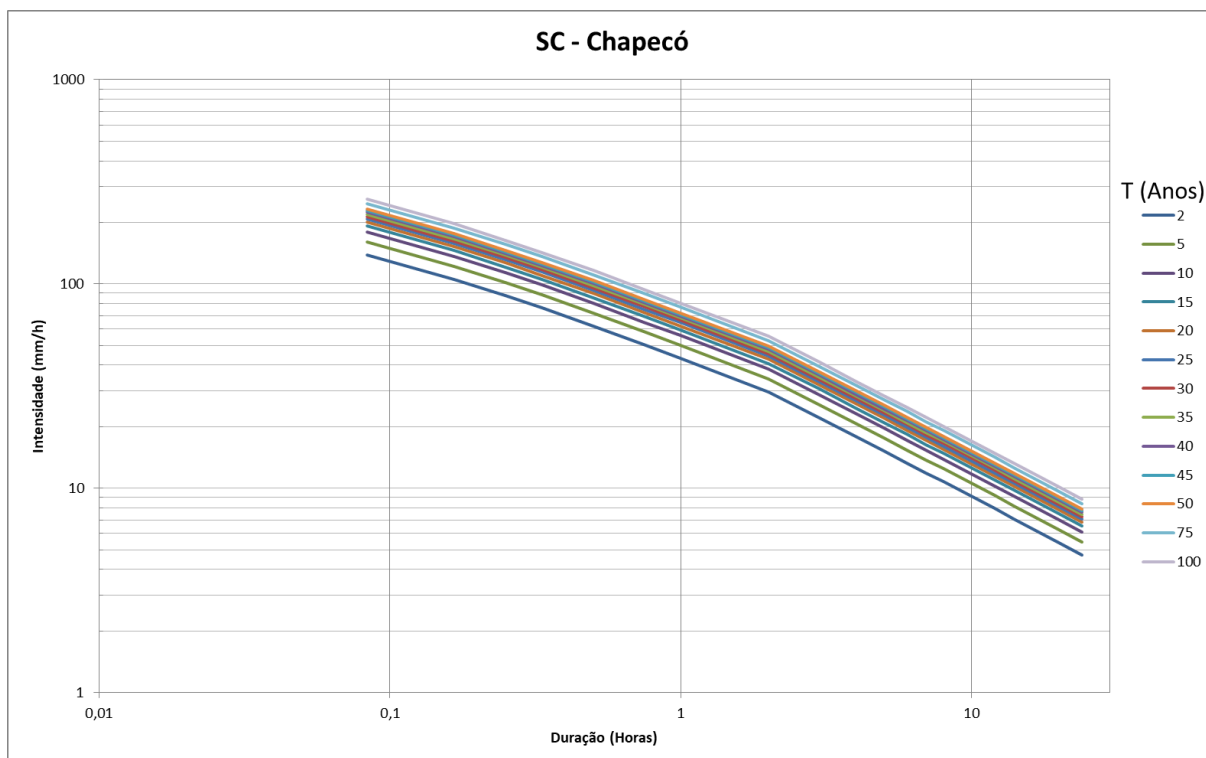


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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:

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

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

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

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
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
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 Cordilheira Alta foi registrada uma Chuva de 108 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, 108 mm dividido por 3 h é igual a 36,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{36(180+8,3)^{0,7566}}{1040,7} \right]^{1/0,1598} = 42,4 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 42,4 anos corresponde a uma probabilidade de 2,4% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 36 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{42,4} 100 = 2,4\%$$

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: Cordilheira Alta. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/cordilheira-alta/panorama>>. Acesso em: 03 set 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



PAC