

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA
GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: São Paulo
Município: Jundiá
Estação Pluviográfica: Vinhedo
Código ANA: 02346003
Código DAEE: E3-017R

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2013

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

**PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

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

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA**

Município: Jundiá

**Estação Pluviográfica: Vinhedo
Código 02346003 (E3-017R)**

**RECIFE
2013**

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Recife

Copyright © 2013 CPRM - Superintendência Regional de Recife
Av. Sul 2291 – Bairro: Afogados
Recife – PE – 50770-011
Telefone: (81) 3316-1400
Fax: (81) 3316-1403
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência.
Município: Jundiaí. Estação Pluviográfica: Vinhedo, Código 02346003 (E3-017R).
Margarida Regueira da Costa; José Alexandre Moreira Farias; Eber José de
Andrade Pinto – Recife : CPRM, 2013.

11p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - COSTA, M. R. da;
FARIAS, J. A. M; e PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Edison Lobão

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

Oswaldo Castanheira

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 RECIFE

José Wilson de Castro Temoteo
Superintendente

Adriano da Silva Santos
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Adeilson Alves Wanderlei
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

José Pessoa Veiga Júnior
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Gilberto Augusto Pinto Ribeiro Junior
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

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento - Sureg/BH

Apoio Técnico

Debora Gurgel - REFO

Eliane Cristina Godoy Moreira - Sureg/SP

Jennifer Laís Assano - Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira - Sureg/SP

Juliana Oliveira - Sureg/BE

Fabiana Ferreira Cordeiro - Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso - Sureg/GO

Paulo Guilherme de Oliveira Sousa – RETE

Estagiários de Hidrologia

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Carolina Macalos – Sureg/PA

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior - Sureg/MA

Diovana Daus Borges Fortes - Sureg/PA

Fernanda Ribeiro Gonçalves Sotero de Menezes - Sureg/BH

Fernando Lourenço de Souza Junior – Sureg/RE

Glauco Leite de Freitas – Sureg/RE

Ivo Cleiton Costa Bonfim - REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda - Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros - Sureg/RE

Liomar Santos da Hora - Sureg/SA

Lemia Ribeiro - Sureg/SA

Márcia Faermann - Sureg/PA

Mariana Carolina Lima de Oliveira - Sureg/BH

Mayara Luiza de Menezes Oliveira - Sureg/MA

Nayara de Lima Oliveira - Sureg/GO

Pedro da Silva Junqueira - Sureg/PA

Rosangela de Castro – Sureg/SP

Taciana dos Santos Lima – RETE

Thais Danielle Oliveira Gasparin – Sureg/SP

Vanessa Romero - Sureg/GO

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral 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 Jundiaí onde foram utilizados os registros contínuos da estação pluviográfica Vinhedo, código 02346003 (E3-017R), operada por FCTH/DAEE - SP. Esta estação está localizada na zona metropolitana do município de Vinhedo, a 17 km da sede de Jundiaí.

1 - INTRODUÇÃO

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

O município de Jundiaí está localizado no Estado de São Paulo, na Região Metropolitana, composta pelos municípios de: Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Franco da Rocha, Cajamar, Pirapora do Bom Jesus, Cabreúva, Itupeva, Louveira, Itatiba, Jarinu. O município possui área de 432 Km² e localiza-se na Latitude 23°11'09" S e Longitude 46°53'02" W, a uma altitude média de 761 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 370.251 habitantes.

A estação de Vinhedo, código 02346003 (E3-017R), está localizada na Latitude 23°1'59.88" S e Longitude 46°58'0.12" W, com acesso pela Rodovia Edenor João Tasca, que liga Vinhedo a Itatiba. Esta estação pluviográfica continua em atividade, sendo operada por FCTH / DAEE - SP. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica (Fonte: Wikipedia, Google Earth, 2013)

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Vinhedo, código 02346003 (E3-017R), foram analisadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Poisson-GEV, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

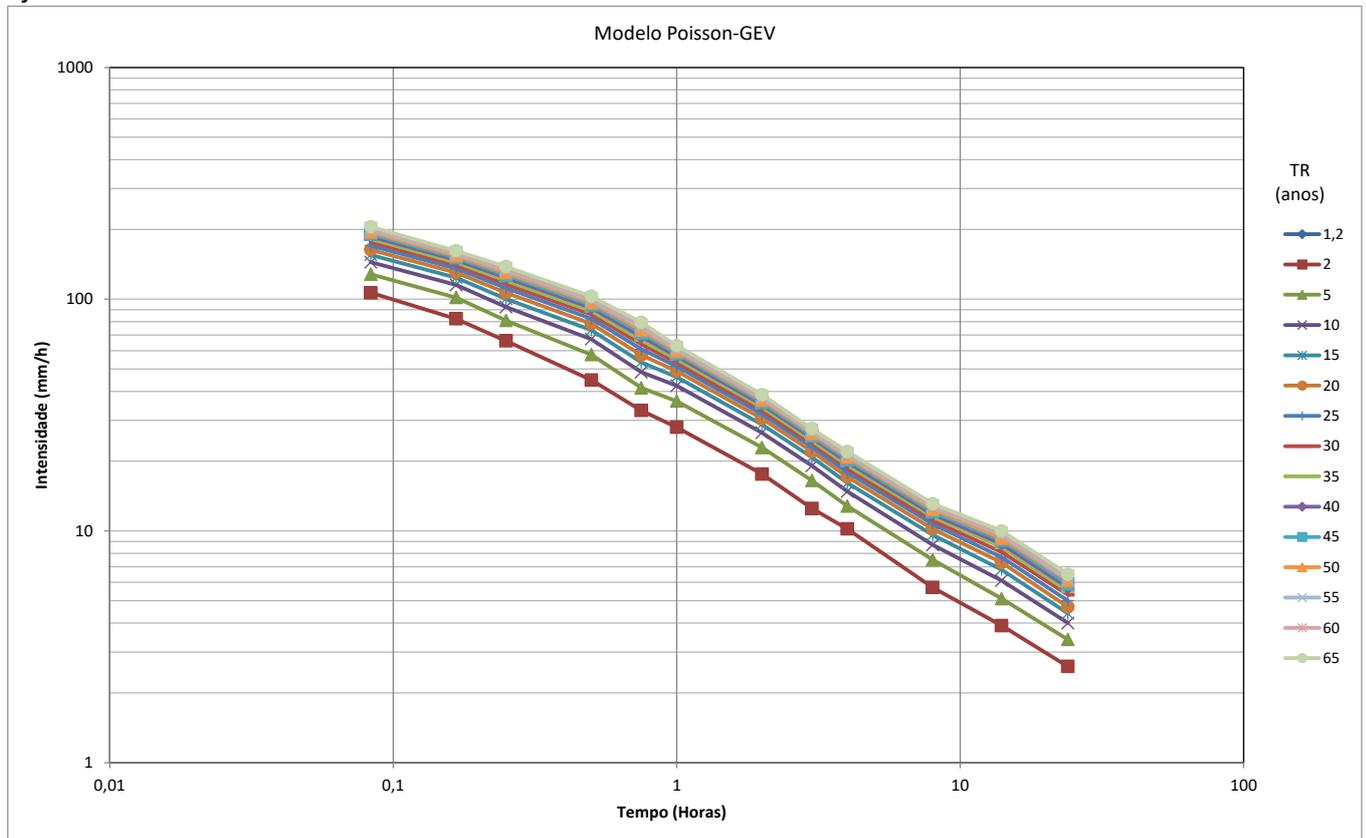


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

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 Jundiá os parâmetros da equação são os seguintes:

$a = 572,50$; $b = 0,2378$; $c = 8$ e $d = 0,7577$;

$$i = \frac{572,50T^{0,2378}}{(t+8)^{0,7577}} \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempo de retorno até 65 anos e durações de 5 minutos a 24 horas.

3 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Jundiaí, foi registrada uma chuva de 35mm 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 a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^a}{a} \right]^{1/b} \quad (03)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 35 mm dividido por 0,25 h é igual a 140 mm/h. Substituindo os valores na equação 03 temos:

$$T = \left[\frac{140 \times (15 + 8)^{0,7577}}{572,5} \right]^{1/0,2378} = 58,4 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 58,4 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,71%, ou

$$P(i \geq 140 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{58,4} 100 = 1,71\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 58,4 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Jundiaí, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em julho de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=352590&search=sao-paulo|jundiai>. Acesso em julho de 2013.

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

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – São Paulo - Município de Jundiaí. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jundia%C3%AD>. Acesso em: julho de 2013.

ANEXO I

Série de Dados 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
13/12/1975	12,9	17/12/1974	12,1	13/12/1975	32	17/12/1974	23,7	13/11/1974	26,1	13/11/1974	30,7
12/03/1976	15,6	13/12/1975	25,8	14/08/1976	16,9	01/02/1976	20,5	17/12/1974	26,5	17/12/1974	27,2
14/08/1976	7,9	22/01/1976	14,8	01/02/1977	19,3	11/03/1976	24,2	13/12/1975	47,7	13/12/1975	48,5
08/03/1981	9,7	01/02/1977	13,9	07/01/1978	17,3	06/04/1979	20,6	07/01/1976	23	07/01/1976	26,8
10/11/1981	8,7	02/10/1977	13,5	01/02/1978	15,3	26/02/1980	20,4	16/01/1976	23,3	16/01/1976	27
17/02/1985	11,8	07/01/1978	15,7	31/10/1979	17,8	15/01/1981	24,8	07/01/1978	24,3	31/12/1980	25,9
04/03/1985	9	01/02/1978	13,1	12/12/1979	21,4	23/03/1982	21,3	14/02/1978	24,7	15/01/1981	25,2
09/04/1985	9,4	26/07/1979	12,5	31/12/1980	15,8	17/06/1982	22,9	06/04/1979	24,4	10/11/1981	31
29/01/1986	9,1	31/10/1979	17,5	08/03/1981	22,6	15/12/1982	22,8	05/10/1979	25	03/01/1982	39,7
10/11/1986	10,9	12/12/1979	15,1	03/10/1981	16,1	13/01/1983	41,9	23/12/1979	41,2	20/11/1982	27,9
05/12/1986	9,6	31/12/1980	14,6	10/11/1981	20,9	21/11/1984	21,9	31/12/1980	24,8	02/02/1983	34,3
11/04/1987	8,4	15/01/1981	13,8	10/03/1982	18,8	18/12/1984	24,7	15/01/1981	25,1	28/02/1983	45,4
13/04/1988	10,1	08/03/1981	19,4	13/01/1983	23,5	10/02/1985	24,9	08/03/1981	31,4	20/04/1984	27,7
02/12/1988	11	10/11/1981	17,3	01/02/1983	15,9	17/02/1985	38,1	03/01/1982	32,8	09/09/1984	27,5
05/01/1989	8,8	17/06/1982	13,4	15/05/1984	15,4	29/01/1986	32,4	07/02/1982	24,5	10/02/1985	27,9
05/01/1989	8,6	13/01/1983	17	17/10/1984	16,6	02/02/1986	23,5	28/02/1983	42,3	17/02/1985	47
03/03/1990	9,41	01/02/1983	14,1	21/11/1984	16,7	02/01/1987	34,8	21/11/1984	26,2	26/12/1986	31,8
03/03/1990	9,2	02/12/1988	17,2	09/04/1985	18,2	17/02/1987	31,5	10/11/1986	32,6	02/01/1987	42,1

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
13/12/1975	40,6	17/12/1974	35,2	13/12/1975	41,0	17/12/1974	50,5	13/11/1974	64,5	13/11/1974	86,8
12/03/1976	34,5	13/12/1975	39,9	14/08/1976	63,5	01/02/1976	64,5	17/12/1974	99,3	17/12/1974	60,6
14/08/1976	31,7	22/01/1976	48,2	01/02/1977	40,6	11/03/1976	61,3	13/12/1975	60,6	13/12/1975	65,3
08/03/1981	33,5	01/02/1977	44,1	07/01/1978	38,7	06/04/1979	72,9	07/01/1976	54,1	07/01/1976	58,9
10/11/1981	30,3	02/10/1977	33,8	01/02/1978	40,6	26/02/1980	47,0	16/01/1976	56,9	16/01/1976	70,5
17/02/1985	37,4	07/01/1978	34,0	31/10/1979	65,5	15/01/1981	71,8	07/01/1978	70,5	31/12/1980	70,3
04/03/1985	41,6	01/02/1978	49,7	12/12/1979	44,1	23/03/1982	41,0	14/02/1978	53,0	15/01/1981	58,6
09/04/1985	32,8	26/07/1979	33,5	31/12/1980	36,0	17/06/1982	44,1	06/04/1979	51,3	10/11/1981	80,7
29/01/1986	64,7	31/10/1979	41,6	08/03/1981	43,7	15/12/1982	44,4	05/10/1979	119,5	03/01/1982	56,1
10/11/1986	44,8	12/12/1979	37,9	03/10/1981	39,1	13/01/1983	70,5	23/12/1979	51,3	20/11/1982	127,7
05/12/1986	49,7	31/12/1980	36,0	10/11/1981	39,0	21/11/1984	43,8	31/12/1980	87,6	02/02/1983	67,8
11/04/1987	37,4	15/01/1981	68,2	10/03/1982	38,9	18/12/1984	47,6	15/01/1981	50,9	28/02/1983	118,5
13/04/1988	46,3	08/03/1981	43,3	13/01/1983	71,0	10/02/1985	86,0	08/03/1981	58,2	20/04/1984	58,2
02/12/1988	45,9	10/11/1981	66,0	01/02/1983	45,3	17/02/1985	42,0	03/01/1982	66,0	09/09/1984	66,2
05/01/1989	35,2	17/06/1982	34,2	15/05/1984	59,5	29/01/1986	44,3	07/02/1982	48,2	10/02/1985	62,4
05/01/1989	63,6	13/01/1983	40,5	17/10/1984	44,8	02/02/1986	48,2	28/02/1983	52,1	17/02/1985	64,3
03/03/1990	36,5	01/02/1983	55,9	21/11/1984	44,5	02/01/1987	41,1	21/11/1984	66,3	26/12/1986	74,6
03/03/1990	36,2	02/12/1988	52,2	09/04/1985	53,0	17/02/1987	49,1	10/11/1986	72,5	02/01/1987	95,5

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral 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 Recife

Av. Sul, 2.291 - Afogados
Recife - PE - CEP: 50770-011
Tel.: 81 3316-1400 - Fax: 81 3316-1403

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



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA