

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E
DE DESASTRES

INFORMAÇÕES DE ALERTA DE
CHEIAS E INUNDAÇÕES

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Pará
Município: Oriximiná
Estação Pluviométrica: Oriximiná
Código ANA: 00155000

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2017

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

**PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E
DE 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: Oriximiná

**Estação Pluviométrica: Oriximiná
Código: 00155000 (ANA)**

**BELÉM
2017**

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DE 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)

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

Copyright @ 2017 CPRM - Superintendência Regional de Belém
Avenida Dr. Freitas, 3645 - Bairro do Marco
Belém - PA – 66095-110
Telefone: (91) 3182-1300
Fax: (91) 3182-1349
<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: Oriximiná. Estação Pluviométrica: Oriximiná, Código 00155000. Catharina dos Prazeres Campos de Farias, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Belém, PA: CPRM, 2017.

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

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II – FARIAS, C.P.C. de, 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

Fernando Bezerra Coelho Filho

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Paulo Pedrosa

**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

Eduardo Jorge Ledsham

Conselheiros

Cassio Roberto Da Silva

Eduardo Carvalho Nepomuceno Alencar

Paulo Cesar Abrão

Telton Elber Correa

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Carlos Garcia Ferreira

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Administração e Finanças (Interino)

José Carlos Garcia Ferreira

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

Jânio Souza Nascimento
Superintendente

João Batista Marcelo de Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucia Travassos da Rosa Costa
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Tomaz de Aquino M Lobato
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Cícero Vieira de Meneses
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Jorge Pimentel

Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Achiles Monteiro (In memorian)

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder-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

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 Gestão de Riscos e de 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 Oriximiná onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Oriximiná, código 00155000 (ANA).

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Oriximiná.

O município de Oriximiná está localizado no Estado do Pará. O município possui uma área aproximada de 107.000 km², dos quais apenas 10,26 km² são de área urbanizada, estando a sede do município localizada a uma altitude aproximada de 46 metros. A população de Oriximiná, segundo IBGE (2010), é de 62.794 habitantes.

A estação Oriximiná, código 00155000, está localizada na Latitude 1°45'35"S e Longitude 55°51'41"O. Está inserida na sub-bacia 16, sub-bacia dos rios Amazonas, Trombetas e outros, especificamente na sub-bacia do rio Trombetas, afluente da margem esquerda do rio Amazonas.

A estação pluviométrica localiza-se na sede do município de Oriximiná. Esta estação encontra-se em operação desde 1969 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1969 a 2016. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro padrão DNAEE, operado pela CPRM.

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

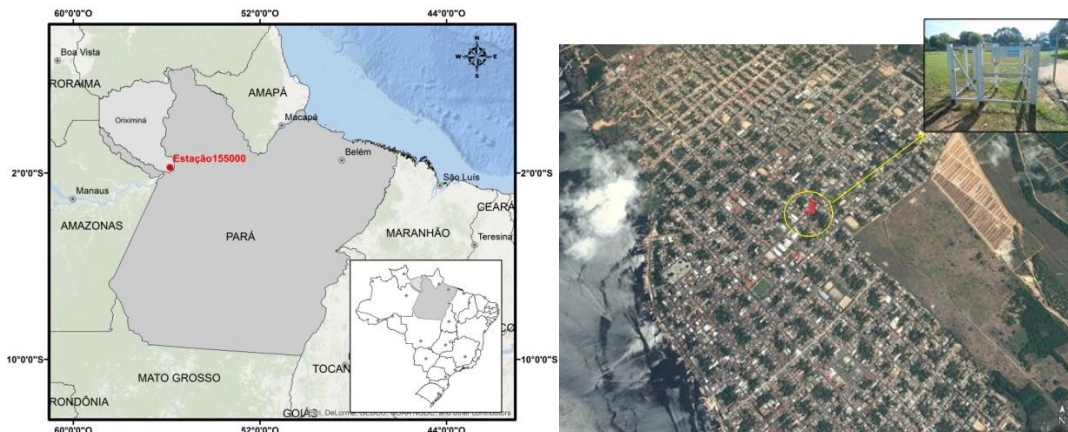


Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica

Fonte: (GOOGLE, 2017)

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 Oriximiná, código 00155000, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), 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 Pinto (2013) para a estação Arapari, no município de Alenquer, distante 163 km da estação de Oriximiná. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam do Anexo II.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

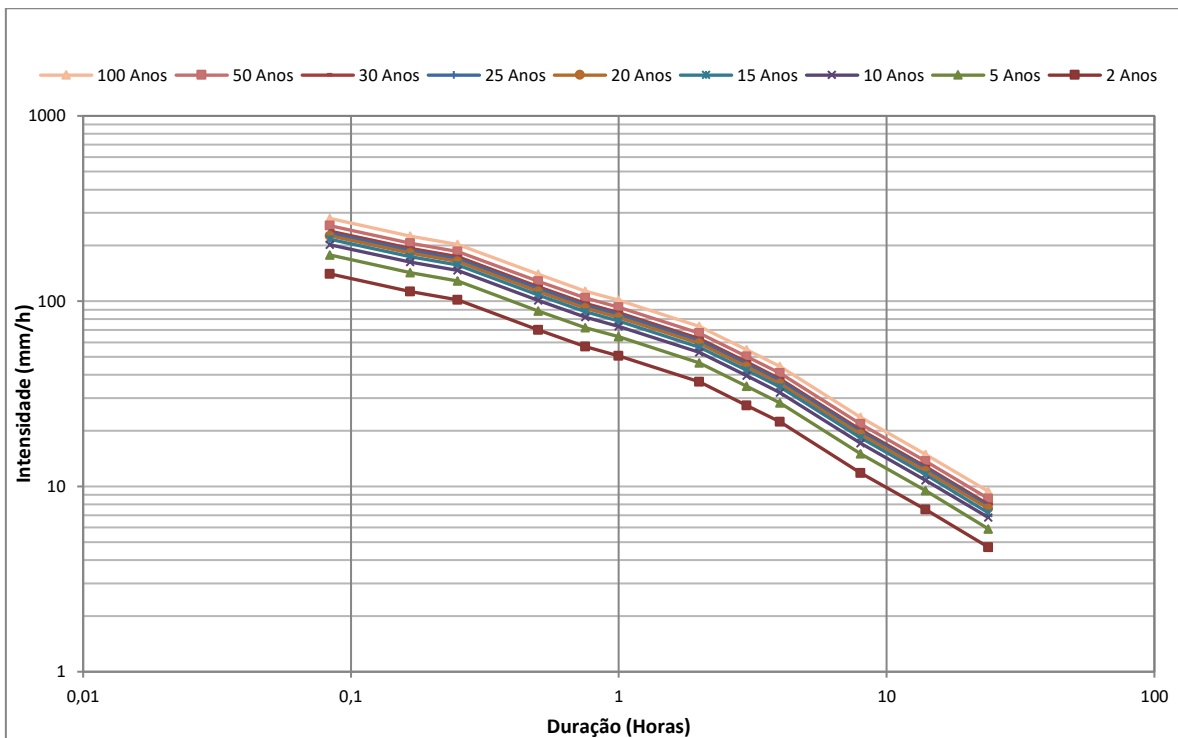


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-freqüência

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 Oriximiná, para durações de 5 minutos a 1 hora os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 671,2 ; b = 0,1632 ; c = 7,9 \text{ e } d = 0,6271;$$

$$i = \frac{671,2T^{0,1632}}{(t+7,9)^{0,6271}} \quad (02)$$

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 2463,0 ; b = 0,1725 ; c = 32,7 \text{ e } d = 0,8633 ;$$

$$i = \frac{2463,0T^{0,1725}}{(t+32,7)^{0,8633}} \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempos de retorno 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	151,2	175,6	196,6	210,1	220,2	228,3	235,2	246,5	255,7	263,4	273,2	281,4	286,3
10 Minutos	123,1	143,0	160,1	171,1	179,3	185,9	191,5	200,7	208,2	214,5	222,4	229,2	233,1
15 Minutos	105,5	122,5	137,2	146,6	153,6	159,3	164,1	172,0	178,4	183,8	190,6	196,4	199,8
30 Minutos	76,9	89,3	100,0	106,9	112,0	116,2	119,7	125,4	130,1	134,0	139,0	143,2	145,6
45 Minutos	62,4	72,5	81,1	86,7	90,9	94,2	97,1	101,7	105,5	108,7	112,7	116,1	118,2
1 HORA	53,4	62,0	69,4	74,1	77,7	80,6	83,0	87,0	90,2	93,0	96,4	99,3	101,0
2 HORAS	36,1	42,3	47,7	51,2	53,8	55,9	57,7	60,6	63,0	65,0	67,5	69,7	71,0
3 HORAS	27,2	31,8	35,8	38,4	40,4	42,0	43,3	45,5	47,3	48,8	50,7	52,4	53,3
4 HORAS	21,9	25,7	28,9	31,0	32,6	33,9	35,0	36,7	38,2	39,4	40,9	42,3	43,0
8 HORAS	12,7	14,9	16,8	18,0	18,9	19,6	20,3	21,3	22,1	22,8	23,7	24,5	24,9
14 HORAS	8,0	9,4	10,6	11,4	11,9	12,4	12,8	13,5	14,0	14,4	15,0	15,5	15,8
24 HORAS	5,1	6,0	6,7	7,2	7,6	7,9	8,2	8,6	8,9	9,2	9,5	9,9	10,0

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	12,6	14,6	16,4	17,5	18,3	19,0	19,6	20,5	21,3	21,9	22,8	23,5	23,9
10 Minutos	20,5	23,8	26,7	28,5	29,9	31,0	31,9	33,5	34,7	35,7	37,1	38,2	38,9
15 Minutos	26,4	30,6	34,3	36,6	38,4	39,8	41,0	43,0	44,6	45,9	47,6	49,1	49,9
30 Minutos	38,5	44,7	50,0	53,4	56,0	58,1	59,8	62,7	65,0	67,0	69,5	71,6	72,8
45 Minutos	46,8	54,4	60,9	65,0	68,1	70,7	72,8	76,3	79,1	81,5	84,6	87,1	88,6
1 HORA	53,4	62,0	69,4	74,1	77,7	80,6	83,0	87,0	90,2	93,0	96,4	99,3	101,0
2 HORAS	72,3	84,7	95,4	102,3	107,6	111,8	115,3	121,2	126,0	130,0	135,1	139,4	142,0
3 HORAS	81,5	95,4	107,5	115,3	121,2	125,9	130,0	136,6	141,9	146,5	152,2	157,1	160,0
4 HORAS	87,6	102,7	115,7	124,1	130,4	135,5	139,8	146,9	152,7	157,6	163,8	169,0	172,1
8 HORAS	101,6	119,0	134,2	143,9	151,2	157,1	162,2	170,4	177,1	182,8	189,9	196,0	199,6
14 HORAS	112,4	131,6	148,3	159,1	167,2	173,7	179,3	188,4	195,8	202,1	210,0	216,7	220,7
24 HORAS	122,6	143,6	161,9	173,6	182,4	189,6	195,6	205,6	213,7	220,5	229,1	236,5	240,8

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Oriximiná, foi registrada uma chuva de 70 mm com duração de 30 minutos. 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, 70 mm dividido por 0,5h é igual a 140 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{140 (30 + 7,9)^{0,6271}}{671,2} \right]^{1/0,1632} = 79 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 79 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,3%, ou

$$P(i \geq 140 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{79} 100 = 1,3\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH). *Base de dados*. Disponível em: <<http://www2.snirh.gov.br/home/>>. Acesso em: abr. 2017.

GOOGLE EARTH. Estação pluviométrica de Oriximiná. Disponível em: <http://www.google.com/earth>. Acesso em: abr.2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/LQQ>. Acesso em: abr.2017.

PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações intensidade-duração-frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. Belo Horizonte: CPRM, mar. 2013.

WESCHENFELDER, A.B.; PICKBRENNER, K. e PINTO, E. J. A. *Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência: município Alenquer, estação pluviográfica Arapari, código 00154000 e estação pluviométrica Alenquer, código 00154003*. Porto Alegre: CPRM, 2015. 19p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados– Altura de Chuva diária (mm)

Máximo por Ano Hidrológico (01/Out a 30/Set)

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
29/03/69	121,0
01/03/70	105,0
08/05/71	76,5
08/03/73	86,3
21/10/73	84,0
18/04/75	93,9
13/04/76	181,6
28/09/77	70,4
06/05/78	75,7
31/01/81	99,7
06/01/82	161,6
08/03/83	61,2
13/03/84	120,3
09/05/95	127,9
02/05/98	73,2
09/01/99	144,5
03/03/00	137,6
28/03/01	85,0
14/01/02	70,5
29/04/03	111,6
25/02/04	88,4
08/01/06	137,3
22/04/07	78,8
04/02/08	101,2
26/05/09	85,8
27/02/10	119,4
31/10/11	112,9
10/04/13	88,5
02/03/14	100,3
18/04/15	126,3
28/03/16	91,5

ANEXO II

As razões entre as alturas de chuvas de diferentes durações obtidas a partir das relações IDF estabelecidas por Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2015) para o município de Alenquer/PA.

Relação 24h/1dia: 1,13

Relação 14h/24h	Relação 8h/24h	Relação 4h/24h	Relação 3h/24h	Relação 2h/24h	Relação 1h/24h
0,93	0,84	0,79	0,73	0,65	0,45

Relação 45 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 10 min/1h	Relação 5 min/1h
0,84	0,69	0,50	0,37	0,23

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa Gestão de Riscos e de 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 Belém

Av. Dr. Freitas, 3.645 - Bairro do Marco
Belém - PA - CEP: 66095-110
Tel.: 91 3182-1300 - Fax: 91 3182-1349

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

