

**EQUAÇÕES DE CHUVAS**

Equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) adotadas para Cachoeira Paulista, a partir dos dados da Estação Pluviométrica Fazenda Santa Clara (Ex-Bocaina), Códigos 02244010 (ANA) e D1-012 (DAEE).

$$10\text{min} \leq t \leq 1 \text{ h}$$

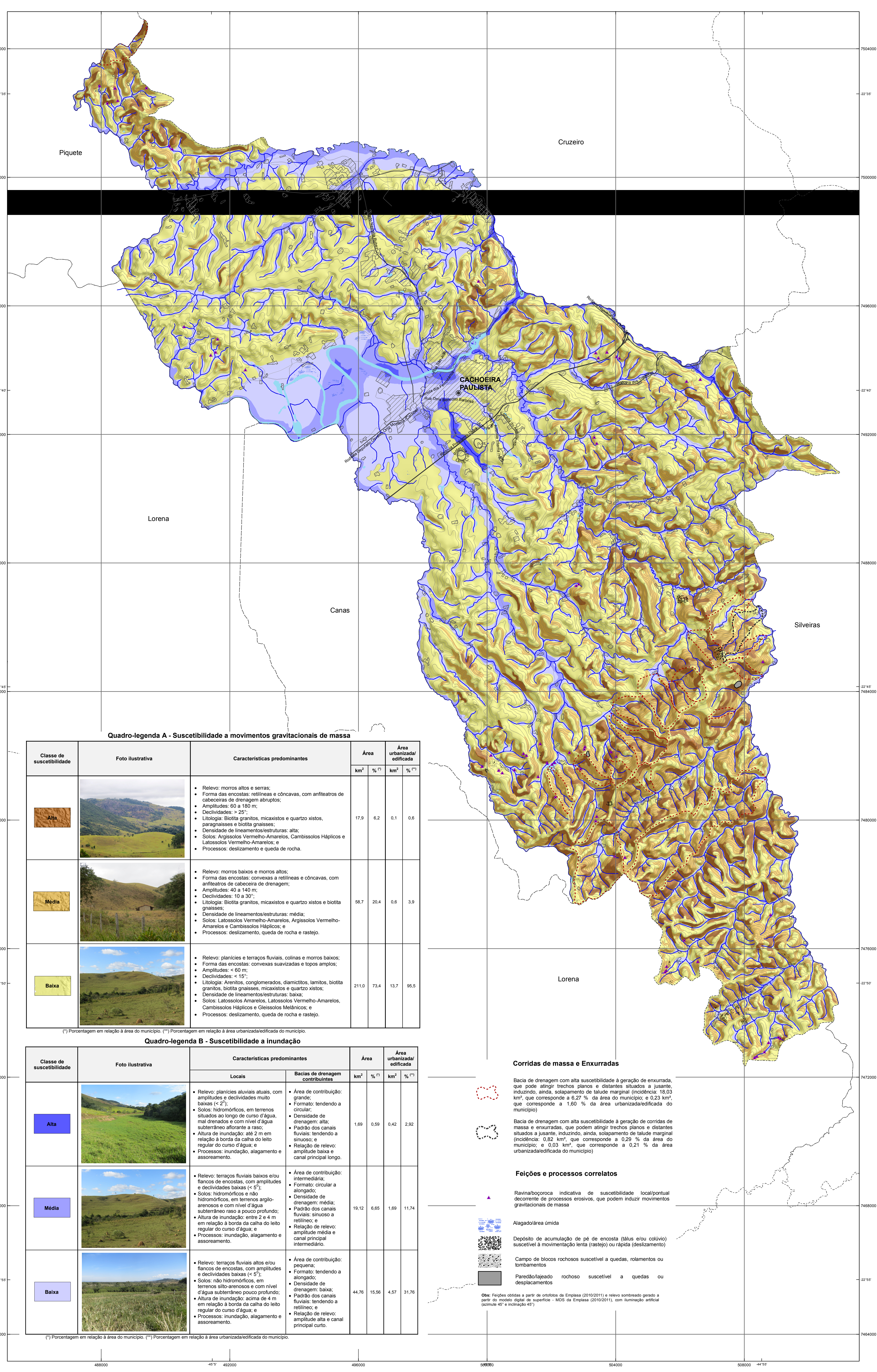
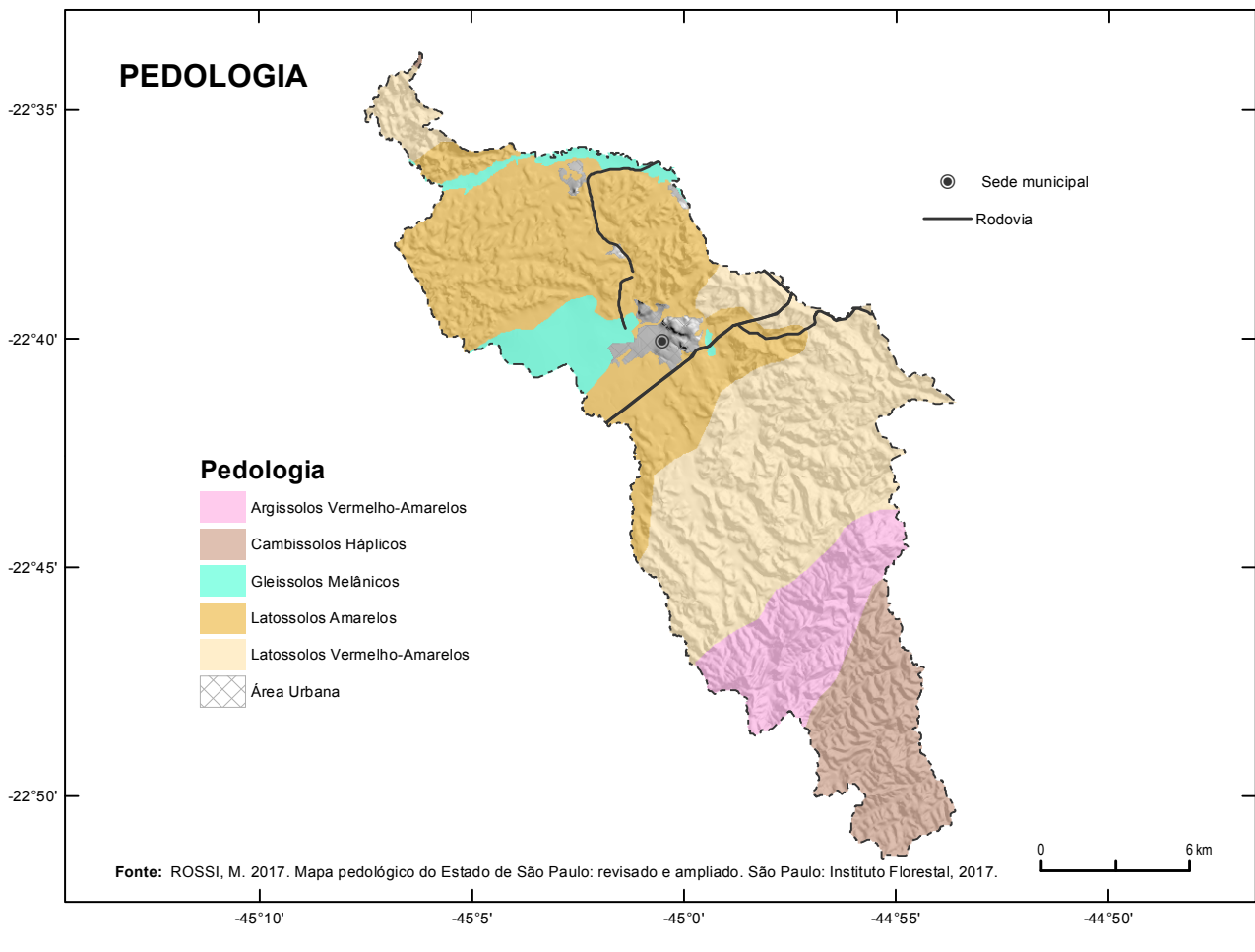
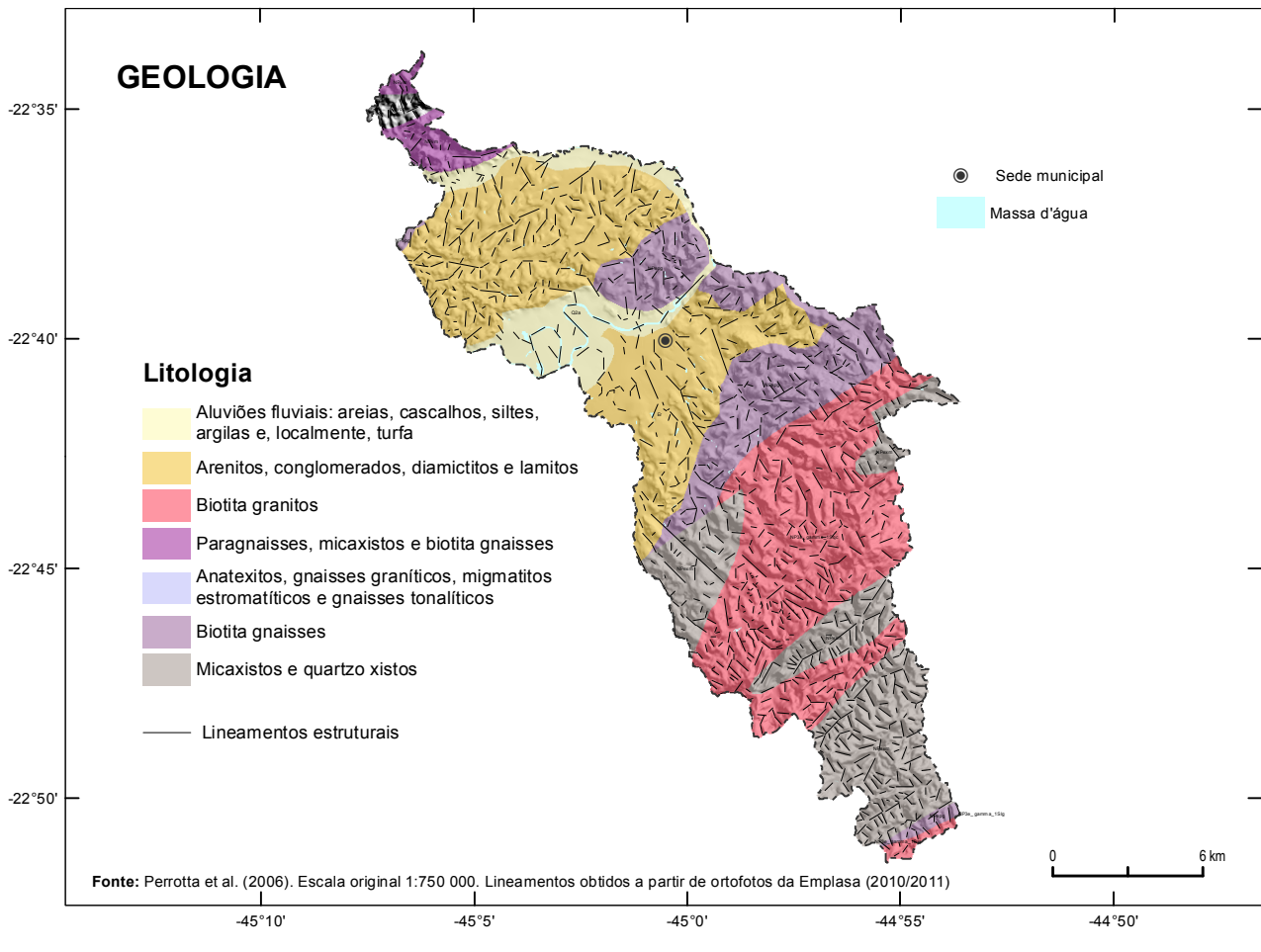
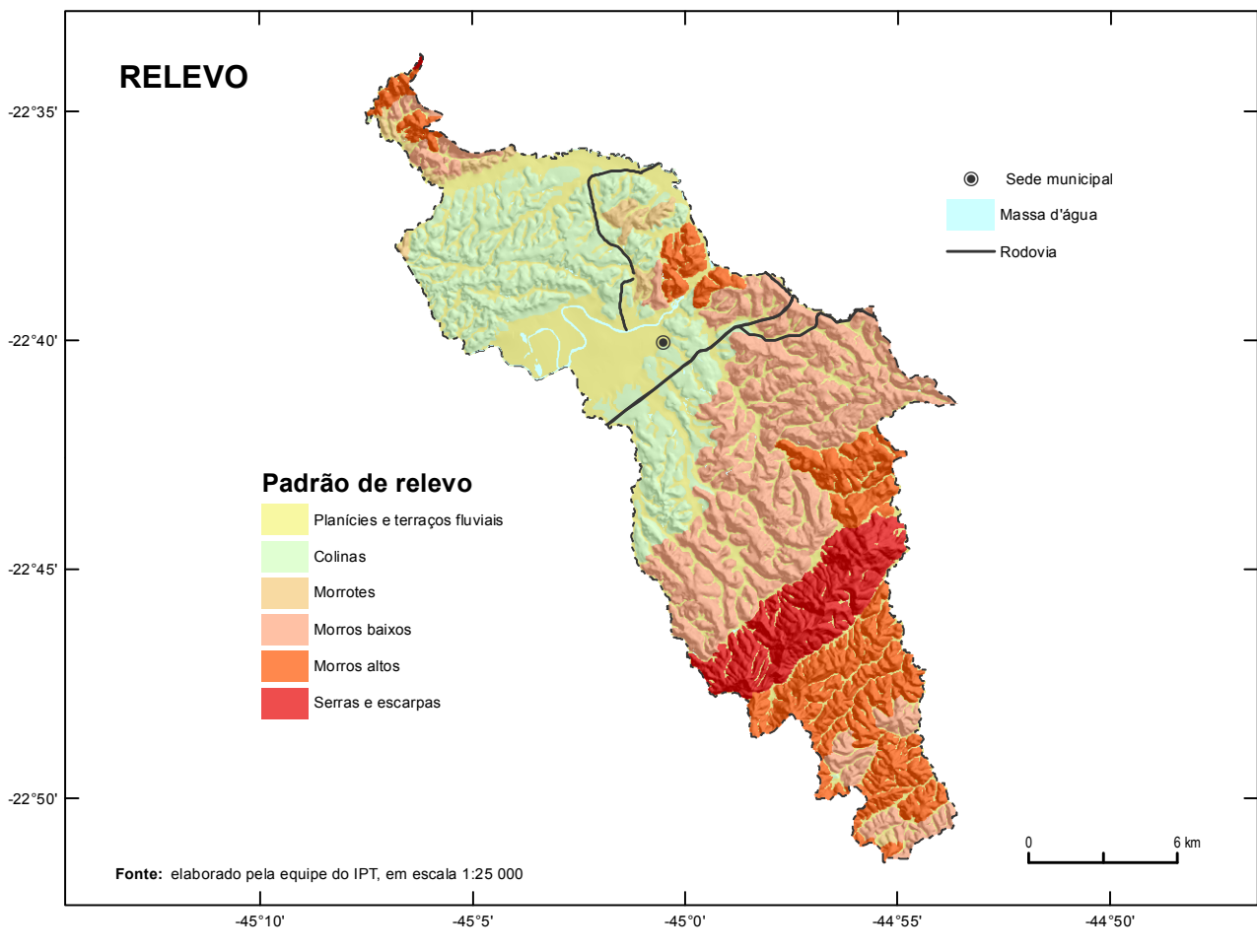
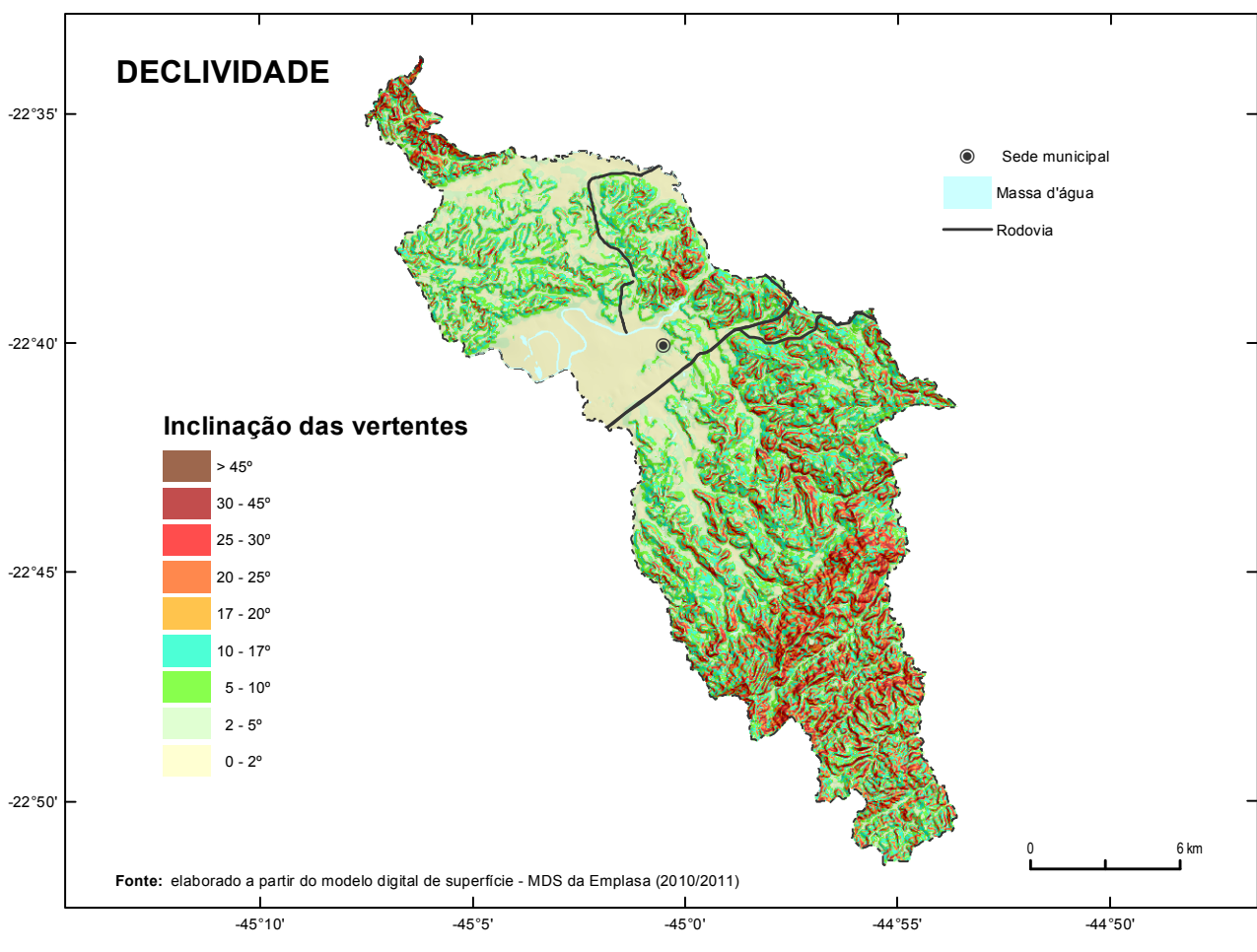
$$i = \left[ \left[ (4,4214 \ln(T) + 15,4102) \cdot \ln(t + (0,4/60)) \right] + 12,2424 \ln(T) + 42,3408 \right] / t$$

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

$$i = \left[ \left[ (1,6051 \ln(T) + 5,5720) \cdot \ln(t + (-49/60)) \right] + 15,0013 \ln(T) + 51,8836 \right] / t$$

Onde:  
*i* é a intensidade da chuva (mm/h)  
*T* é o tempo de retorno (anos)  
*t* é a duração da precipitação (minutos)

As equações são válidas para tempo de retorno de até 100 anos.



**INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT**

**CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOMÉDICAS - CTGeo**

**EQUIPE TÉCNICA**

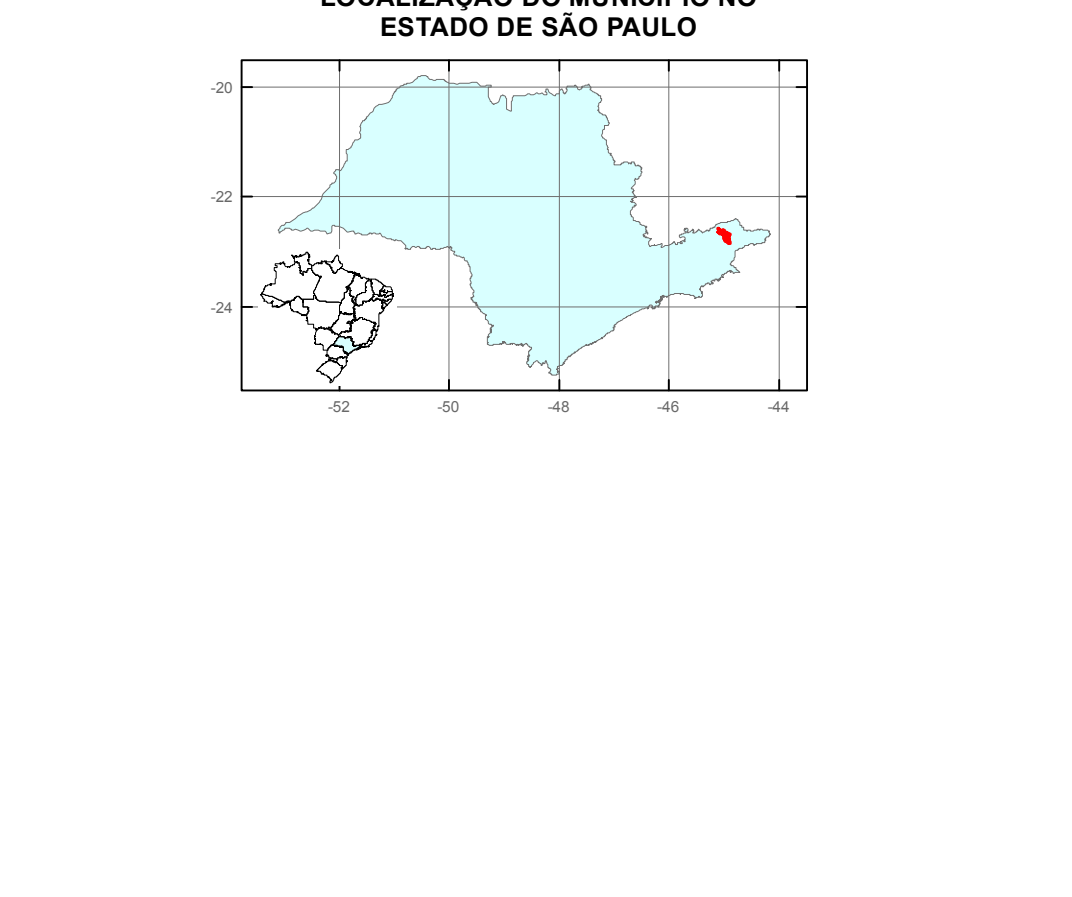
**Coordenação**  
 Omar Yazbeck Blar  
 Sofia Julia Alves Macaco Campos  
 Ana Carolina Melo Cavani Monteiro

**Execução**  
 Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geomédica  
 Ana Carolina Melo Cavani Monteiro  
 Antonio Gonçalves Filho  
 Antonio José Carli Baladeiro  
 Caio Pompeu Cavallini  
 Carlos Otaviano Luiz de Freitas  
 Carlos Rabelo de Carvalho Gamba  
 Deborah Teresi  
 Fabiano Luiz Stehler  
 Fernando Fernandez  
 Guilherme de Paula Santos Cortez  
 José da Silva  
 Luiz Gustavo Faciov  
 Maria Cristina Jacinto de Almeida  
 Nádia Frangairio Correa  
 Nivaldo Fraioli  
 Omar Yazbeck Blar  
 Priscilla Hamelini  
 Sofia Julia Alves Macaco Campos

**Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais**  
 Agostinho Tadeash Ogura  
 Alessandra Cristina Corcu  
 José Carlos Cardoso  
 Marcelo Fischer Gramani

**CENTRO DE TECNOLOGIAS DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA - CT-OBRA**  
 Seção de Obras  
 Assessoria Gonçalves Siqueira

**LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO NO ESTADO DE SÃO PAULO**



**Quadro-legend A - Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa**

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área		Área urbanizada/edificada	
			km <sup>2</sup>	% (*)	km <sup>2</sup>	% (**)
Alta		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: morros altos e serras;</li> <li>Forma das encostas: retílineas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos;</li> <li>Amplitudes: 60 a 180 m;</li> <li>Declividades: &gt; 25°;</li> <li>Litologia: Biotita granitos, micaxistos e quartzo xistos, paragneissais e biotita gnaisses;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: alta;</li> <li>Solos: Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Hápticos e Latossolos Vermelho-Amarelos; e</li> <li>Processos: deslizamento e queda de rocha.</li> </ul>	17,9	6,2	0,1	0,8
Média		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: morros baixos e morros altos;</li> <li>Forma das encostas: corvexas a retílineas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem;</li> <li>Amplitudes: 40 a 140 m;</li> <li>Declividades: 10 a 30°;</li> <li>Litologia: Biotita granitos, micaxistos e quartzo xistos e biotita gnaisses;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: média;</li> <li>Solos: Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Hápticos; e</li> <li>Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.</li> </ul>	58,7	20,4	0,6	3,9
Baixa		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: planícies e terraços fluviais, colinas e morros baixos;</li> <li>Forma das encostas: corvexas suavizadas e topos amplos;</li> <li>Amplitudes: &lt; 80 m;</li> <li>Declividades: &lt; 15°;</li> <li>Litologia: Arenitos, conglomerados, diamictitos, lamitos, biotita granitos, biotita gnaisses, micaxistos e quartzo xistos;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: baixa;</li> <li>Solos: Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Hápticos e Gleysolos Melânicos; e</li> <li>Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.</li> </ul>	211,0	73,4	13,7	95,5

**Quadro-legend B - Suscetibilidade a inundação**

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km <sup>2</sup>	% (*)	km <sup>2</sup>	% (**)
Alta		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: planícies aluviais atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (&lt; 2°);</li> <li>Formato: tendendo a circular;</li> <li>Densidade de drenagem: alta;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso;</li> <li>Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: grande;</li> <li>Formato: circular a alongado;</li> <li>Densidade de drenagem: alta;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retílineo;</li> <li>Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.</li> </ul>	1,59	0,59	0,42	2,92
Média		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: terraços fluviais baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (&lt; 5°);</li> <li>Solos: hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterráneo raso a pouco profundo;</li> <li>Altura de inundação: entre 2 e 4 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e</li> <li>Processos: inundação, alagamento e assoreamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: intermediária;</li> <li>Formato: circular a alongado;</li> <li>Densidade de drenagem: média;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retílineo;</li> <li>Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.</li> </ul>	19,12	6,65	1,69	11,74
Baixa		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: terraços fluviais altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades altas (&gt; 5°);</li> <li>Solos: não hidromórficos, em terrenos silo-arenosos e com nível d'água subterráneo pouco profundo;</li> <li>Altura de inundação: acima de 4 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e</li> <li>Processos: inundação, alagamento e assoreamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: pequena;</li> <li>Formato: tendendo a alongado;</li> <li>Densidade de drenagem: baixa;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: tendendo a retílineo; e</li> <li>Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.</li> </ul>	44,78	15,58	4,57	31,78

**Corridas de massa e Enurradas**

Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de enurrada que pode atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, sobrepimento de talude marginal (incidência: 18,03 km<sup>2</sup>, que corresponde a 6,27 % da área do município; e 0,23 km<sup>2</sup>, que corresponde a 1,00 % da área urbanizada/edificada do município).

Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de corridas de massa e enurradas, que podem atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, sobrepimento de talude marginal (incidência: 0,82 km<sup>2</sup>, que corresponde a 0,29 % da área do município; e 0,03 km<sup>2</sup>, que corresponde a 0,21 % da área urbanizada/edificada do município).

**Felções e processos correlatos**

Ravinamento indicativo de suscetibilidade local/pontual decorrente de processos erosivos, que podem induzir movimentos gravitacionais de massa.

Alagado/área úmida

Depósito de acumulação de pé de encosta (talus e/ou colúvio) suscetível à movimentação lenta (rastejo) ou rápida (deslizamento).

Campo de blocos rochosos suscetível a quedas, rolamentos ou tombamentos

Paredão/lajeado rochoso suscetível a quedas ou deslocamentos

Obs: Felções obtidas a partir de ortofoto de Enelisa (2010/2011) e relevo sombreado gerado a partir de modelo digital de superfície - MDS de Enelisa (2010/2011), com iluminação artificial (azimute 45° e inclinação 45°)

**Convenções Cartográficas**

- Sede municipal
- Limite municipal
- Área urbanizada/edificada
- Via pavimentada
- Via sem pavimentação
- Massa d'água
- Área sujeita a inundação
- Curso d'água
- Curva de nível (espessamento de 20 m)

**Nota 1:** Documento cartográfico cuja elaboração considera, entre outras referências, as diretrizes contidas no manual para zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco a deslizamento, publicado em 2008 pelo Comitê Técnico de Deslizamentos e Taludes Correlatos, das associações técnico-científicas intermunicipais de geologia de engenharia e engenharia geotécnica (ISSMGE, IAGG e ISRM - JTC-1) e traduzido em 2013 pelo IPT e ADMS. A carta em caráter informativo e a elaboração para uso exclusivo em atividades de planejamento e gestão do território, apontando-se áreas quanto ao desenvolvimento de processos do meio físico que podem ocasionar desastres naturais. As informações relativas ao zoneamento de suscetibilidade foram elaboradas com a escala 1:25.000, podendo eventualmente ser apresentadas em escalas menores. A utilização da carta pressupõe a consulta prévia ao documento técnico que a acompanha, denominado "Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, 1:25.000 - Nota Técnica Explicativa". O zoneamento apresentado é de nível básico e está fundamentado em fatores naturais predisponentes espacializados, obtidos por meio de correlação e tratamento de dados secundários disponíveis e validado em campo. As zonas apontadas não têm caráter definitivo e podem sofrer alterações durante o processo analítico. Não indica a trajetória e o tipo de alcance dos materiais mobilizados e tampouco a interação entre os processos. A classificação indica (alta, média, baixa) apenas áreas onde a propensão ao processo é maior ou menor em comparação a outras. Dentro das zonas pode haver áreas com classes distintas, mas sua identificação não é possível devido à escala da carta. Nota técnica: a transição entre as classes tende a se apresentar de modo mais gradual. Suscetibilidade baixa não significa que os processos não poderão se gerar em seu domínio, pois atividades humanas podem modificar sua dinâmica. A presença de feições associadas a processos pode alterar localmente a classe indicada. O zoneamento não pode ser utilizado para avaliar a estabilidade de taludes, bem como não se destina a ser empregado em escala que não seja a de origem, sendo que tais usos incorpóricos podem resultar em conclusões incorretas. Estudos mais detalhados em nível local são necessários, particularmente em áreas de suscetibilidade alta e média, podendo produzir limites distintos ante os apontados na carta. Nas áreas urbanizadas/edificadas, ressalta-se o fato de que as classes indicadas podem estar afetadas, para mais ou para menos, a depender do grau de influência da ocupação existente. A incidência de suscetibilidade alta em áreas urbanizadas pressupõe condições com potencial de risco maior e requer estudos específicos.

**Nota 2:** Documento cartográfico elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) no âmbito das atividades do Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PRN), estabelecido pelo Decreto Estadual nº 27.020/11 e coordenado pela Casa Militar/Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de São Paulo (CMILAR/CEDEC), em cooperação com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e apoio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo (SDECTI).

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

**MUNICÍPIO DE CACHOEIRA PAULISTA - SP**

1:50.000

0 2 km

PRODUTO TÉCNICO: TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS  
 Origem do quilômetro zero (km): Equador e Meridiano Central 45° W G.  
 Área e projeção: UTM, Datum: SIRGAS 2000, Escala: 1:50.000, Datum: SIRGAS 2000

NOVEMBRO 2018  
 Revisão 01 - Dezembro 2018

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**ipt**  
**CPRM**