

Nº 179005

Cartas geotécnicas

Alessandra Cristina Corsi

*Palestra apresentada on-line
apresentada na Prefeitura de Mogi das
Cruzes, 10/06. 151 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

CARTAS GEOTÉCNICAS

Alessandra C. Corsi – Pesquisadora, geóloga

Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental

Área de Negócios Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente

ESTRUTURA DA AULA

6/10/2024

- Definições
- Cartas geotécnicas aplicadas a obras
- Cartas geotécnicas convencionais
- Cartas geotécnicas de planejamento territorial
- Lei 12.608/2012
- Cartas de Suscetibilidade
- Cartas de Risco
- Cartas de Perigo



[Definições

- Suscetibilidade: pode ser sintetizada como a predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico.
- Ameaça: que corresponde ao fenômeno ou processo do meio físico cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação aos elementos expostos (pessoas, edificações, infraestrutura, bens materiais, serviços, recursos naturais). A caracterização da ameaça, existente ou potencial, não inclui qualquer tipo de previsão.



- Perigo: expressa uma condição com potencial para causar consequências negativas em um dado período ou intervalo de tempo. Na literatura internacional, encontra correspondência com o termo hazard e sua qualificação é por vezes denominada periculosidade ou perigosidade.
- Risco: corresponde a uma medida da ameaça e das consequências (financeiras, bens, vidas) que esta poderá causar num dado intervalo de tempo. A estimativa de risco integra as análises de perigo/perigosidade e de consequências, incluindo nesta última a vulnerabilidade dos elementos expostos.



- Vulnerabilidade: dos elementos expostos, representada por um fator denominado grau de perdas e danos, variável entre 0 (sem perdas e danos) e 1 (com perdas e danos totais).
- Aptidão à Urbanização: capacidade do terreno para suportar os diferentes usos e práticas da engenharia e urbanismo, com o mínimo de impacto possível e com o maior nível de segurança. Para as cartas deve-se considerar uma abordagem integrada dos diagnósticos dos eixos físico-ambiental, jurídico-legal e socioeconômico-organizativo das áreas alvos das análises.



- Cartas Geotécnicas
 - designar, de forma genérica, a representação, em mapas, das características do meio físico e os diferentes comportamentos dos terrenos de acordo com os tipos de ocupação e uso do solo (Canil et al., 2018).
 - No Brasil os primeiros trabalhos datam da década de 70, com produção mais intensa a partir dos anos 80 (Canil et al., 2018).



- Produtores: Universidade Federal do Rio de Janeiro, EE-USP São Carlos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade de Brasília, Instituto Geológico do Estado de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Estadual Paulista – Unesp (Rio Claro), Universidade Federal do ABC, CPRM e outros

- Uso:
 - Planejamento territorial, obras e gestão ambiental
- Consideram:
 - Processos do meio físico (susceptibilidade e riscos geológicos)
 - Processos tecnológicos (viabilidade de implantação dos empreendimentos)
- Tecnologias
 - Sistema de informações geográficas
 - Sensoriamento remoto

• Problemas

- Bases cartográficas inadequadas a escala de trabalho;
- Mapas temáticos em diversas escalas;
- Dimensão das áreas a serem mapeadas;
- Prazo para execução dos trabalhos.

Fonte: Canil et al. (2018)

Tipos de cartas geotécnicas



Processos do meio físico (susceptibilidade, perigo e risco)

Planejamento territorial/Obras/Gestão ambiental

Viabilidade para implantação de empreendimentos

Erosão

Deslizamento

Assoreamento

Inundação

Afundamento Cárstico

Colapso de solo

Afundamento de solo

Recalque de solo

Dinâmica costeira

Sismos

Aplicada à obras civis

Convencionais

Planejamento territorial

Susceptibilidade

Aptidão à urbanização

Risco

Geoambientais

Hidrovia

Rodovia

Ferrovia

Usos urbanos

Usos agrícolas

Barragem

Indústria

Porto

Mineração

Linhas de transmissão

-
- Primeiras cartas em escalas iguais ou menores que 1:50.000 e os autores chamavam de mapas geotécnicos e não de cartas, visto que na legenda interpretavam as unidades geológicas para avaliar a aptidão ao uso da terra.
 - Cartas pioneiras em escalas de detalhe – Carta Geotécnica dos Morros de Santos e São Vicente (1:5.000) e Carta Geotécnica de Ouro Preto (1:2.000).

Fonte: Canil et al. (2018)

	Tipo de Zoneamento				Nível de Zoneamento			Escala de mapas de aplicáveis
Objetivo	Inventário	Susceptibilidade	Perigo	Risco	Preliminar	Intermediário	Avançado	
ZONEAMENTO REGIONAL								
Informação	X	X			X			1:25.000
Consultivo	X	X	(X)		X	(X)		a 1:250.000
Estatutário	Não é recomendado							
ZONEAMENTO LOCAL								
Informação	X	X	X	(X)	X	(X)		1:5.000
Consultivo	(X)	X	X	X	X	X	X	a
Estatutário		(X)	X	(X)		X	X	1:25.000
ZONEAMENTO DE SÍTIO ESPECÍFICO								
Informação	Não é recomendado							1:5.000 a 1:1.000
Consultivo	Não é utilizado normalmente							
Estatutário		(X)	X	X		X	X	
Projeto		(X)	(X)	X		(X)	X	

Notas: X=Aplicável, (X)=Pode ser aplicável

Fonte: Macedo e Bressani (2013)

TABELA 2. Níveis de atividade requeridos para os níveis de zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco

Tipo de zoneamento		Zoneamento de Risco						
		Zoneamento de Perigo						
		Zoneamento de suscetibilidade						
		Mapeamento de Inventário						
Nível de zoneamento		Inventário de deslizamentos existentes	Caracterização de deslizamentos potenciais	Distância e velocidade de deslocamento	Avaliação de frequência	Probabilidade de espaço-temporal	Elementos de risco	Vulnerabilidade
	Preliminar	Básico ^{(1) (2)}	Básico ^{(1) (2)}	Básico ⁽¹⁾ Intermediário ⁽²⁾	Básico ^(1,2)	Básico ^(1,2)	Básico ^(1,2)	Básico ^(1,2)
	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Intermediário
	Avançado	Avançado	Avançado e Intermediário	Avançado e Intermediário	Avançado e Intermediário	Avançado	Avançado	Avançado e Intermediário

Observações:

(1) Para zoneamento qualitativo

(2) Para zoneamento quantitativo

(3) Veja a Seção 8 para a descrição dos níveis de entrada da informação, VIZ básico, intermediário, avançado.

Fonte: Macedo e Bressani (2013)

Descrição da escala	Variação indicativa das escalas	Exemplos de Aplicação do Zoneamento	Área Típica de Zoneamento
Pequena	<1:100.000	Inventários de deslizamentos e suscetibilidade para informar tomadores de decisões e público em geral.	> 10.000 km ²
Média	1:100.000 a 1:25.000	Inventário de deslizamentos e zoneamento de suscetibilidade para construções regionais, ou projetos de engenharia de grande porte. Mapeamento de perigo de nível preliminar para áreas locais.	1.000 - 10.000 km ²
Grande	1:25.000 a 1:5.000	Inventário de deslizamentos, zoneamento de perigo e suscetibilidade para áreas locais, zoneamento de perigo de nível intermediário e avançado para obras de desenvolvimento regional. Zoneamento de risco de nível preliminar a intermediário para áreas locais e estágios avançados de planejamento de projetos de engenharia de grande porte, estradas e ferrovias.	10 - 1.000 km ²
Detalhada	>5.000	Zoneamento de perigo e risco de nível intermediário e avançado para áreas locais e sítios específicos e para a fase de projeto da construção de estruturas de engenharia de grande porte, estradas e ferrovias.	Muitos hectares ou dezenas de km ²

Fonte: Macedo e Bressani (2013)

Produto	Escala de mapeamento	Processos geodinâmicos passíveis de identificação
Cartas de suscetibilidade	1:25.000 ou maior	Movimentos gravitacionais de massa, inundações/enchentes, corridas, erosões, assoreamento, processos costeiros, sismos induzidos
Cartas de aptidão à urbanização	1:10.000, 1:5.000 ou maior	Movimentos gravitacionais de massa translacionais, inundações/enchentes/alagamentos, corridas, erosões lineares de grande porte (ravinas), assoreamento, subsidências e colapsos, expansão dos terrenos, queda e rolamento de blocos rochosos, processos costeiros
Cartas de riscos geológicos	1:2.000 ou maior	Movimentos gravitacionais de massa translacionais, rotacionais, em cunha inundações/enchentes/alagamentos, corridas de lama e detritos, rastejos, erosões lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), solapamentos de margens, assoreamento, subsidências e colapsos, expansão dos terrenos, queda e rolamento de blocos rochosos, processos costeiros

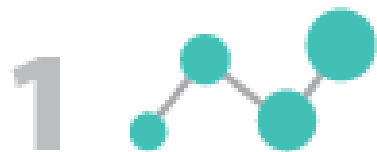
Fonte: Sobreira e Souza (2012)

Etapas/Procedimentos

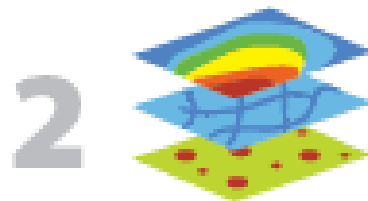
Produtos



Fonte: Canil et al. (2018)



1
coleta de dados e
informações sobre
o meio físico



2
elaboração e integração
de mapas temáticos
(geologia, geomorfologia, hidro-
logia, uso e ocupação do solo)



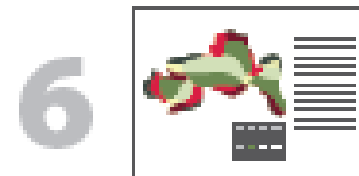
3
elaboração da carta
síntese preliminar
contém as unidades geotécnicas
identificadas e delimitadas



4
levantamentos de
campo e análises de
laboratório

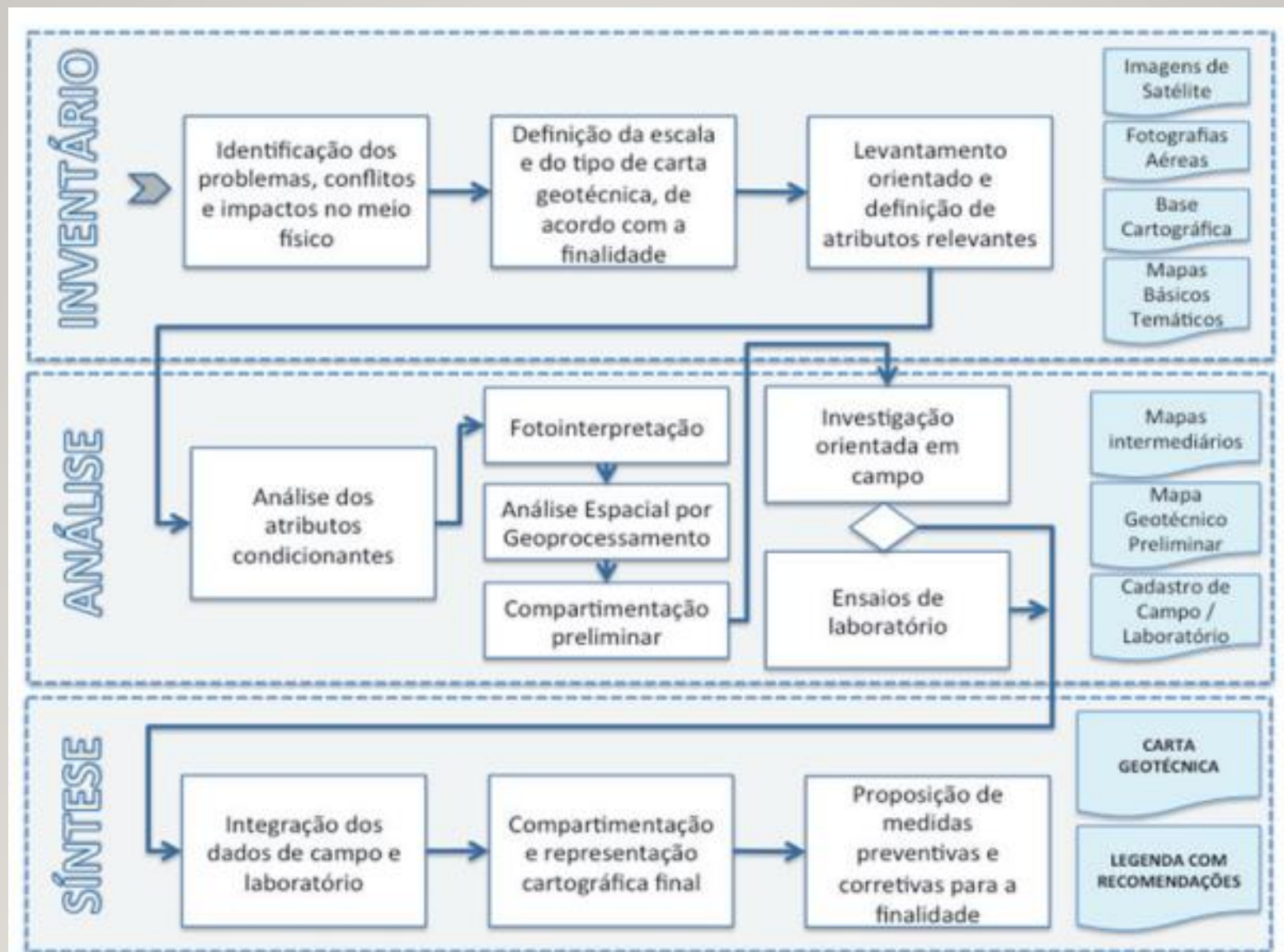


5
integração e discussão
dos resultados



6
edição e publicação da
carta geotécnica final
contém a carta síntese, o quadro-
legenda e o texto explicativo

Fonte: Bitar (2015)





Cartas geotécnicas aplicadas a obras cívicas

-
- Mapeamento dos parâmetros geológico-geotécnicos.
 - Valores das propriedades físicas, superficiais e de subsuperfície, do solo, rocha e água, que forneçam subsídios na avaliação do estado de alteração, grau de fraturamento, comportamento hidrogeológico e geomecânico, para cálculos do grau de risco e de fundação de uma obra, dentre outras questões.

***RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA
POTENCIALIDADE DE INSTABILIZAÇÕES NA SERRA DO MAR
NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA ANCHIETA-
IMIGRANTES***

OBJETIVOS

- Resgatar informações técnicas existentes sobre a Serra do Mar;
- Realizar novos estudos ao longo de uma faixa ao redor das rodovias
- Escalas - 1:10.000 e 1:5.000
- Caracterização das feições e dos condicionantes desencadeadores dos processos de instabilização de encosta
- Mapa de Suscetibilidade e de Perigo a Escorregamentos

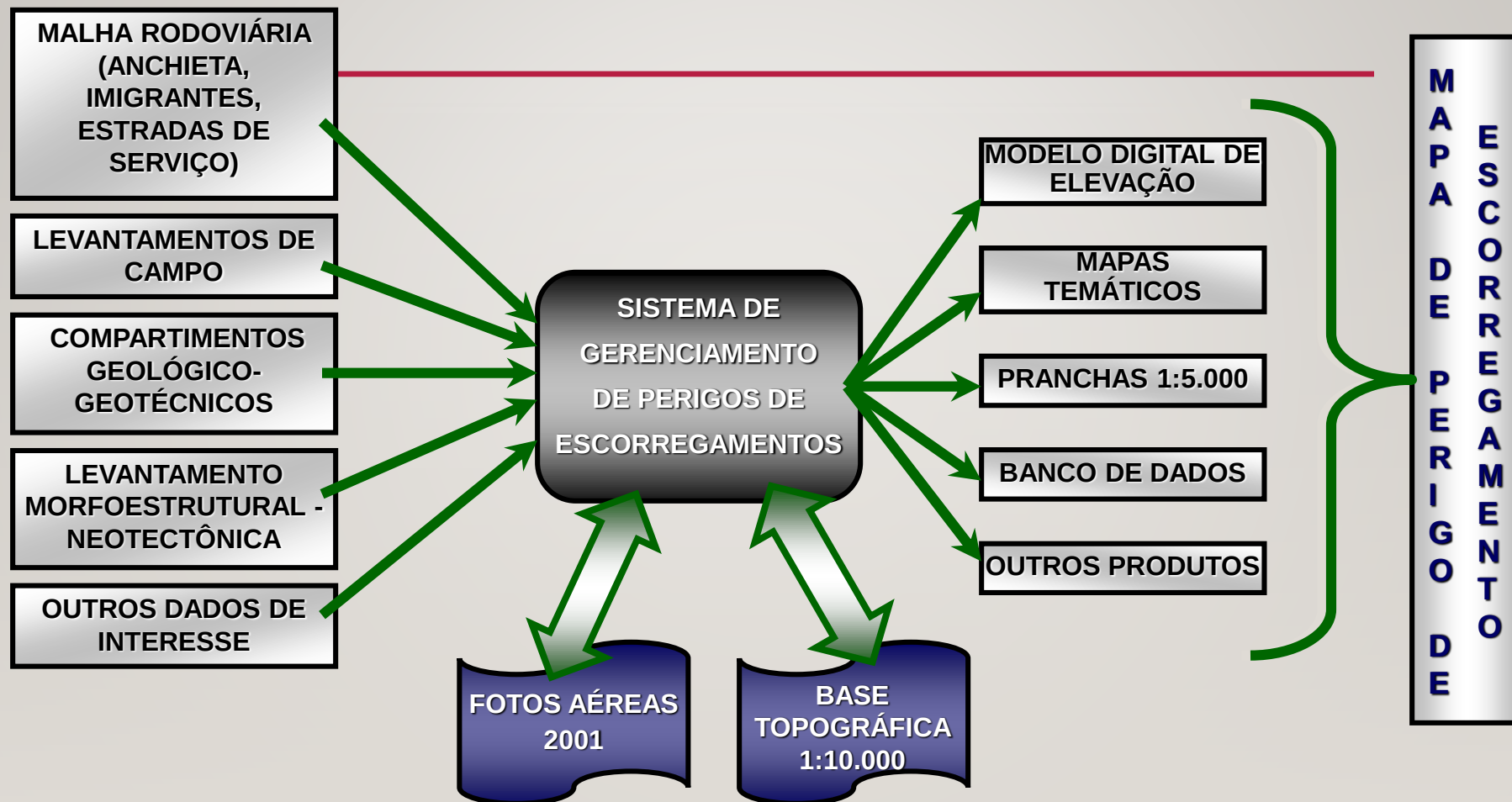
MAPAS INTERMEDIÁRIOS

Mapas gerados automaticamente em SIG	Mapas realizados com apoio de fotografias aéreas e trabalhos de campo (convertidos para o formato digital e incorporados ao sistema)
Modelo Digital de Elevação (MDE)	Mapa Geológico
Carta de Declividade	Mapa de Caracterização Geológico-Geotécnica
Mapa de Sentido do Mergulho das Vertentes	Mapa de Cicatrizes de Escorregamento
Mapa de Curvatura das Encostas	Mapa de Uso e Ocupação do Solo

PRODUTO FINAL

**Mapa de susceptibilidade a escorregamento ao longo do Sistema Anchieta-Imigrantes
Com indicação de áreas de maior perigo**

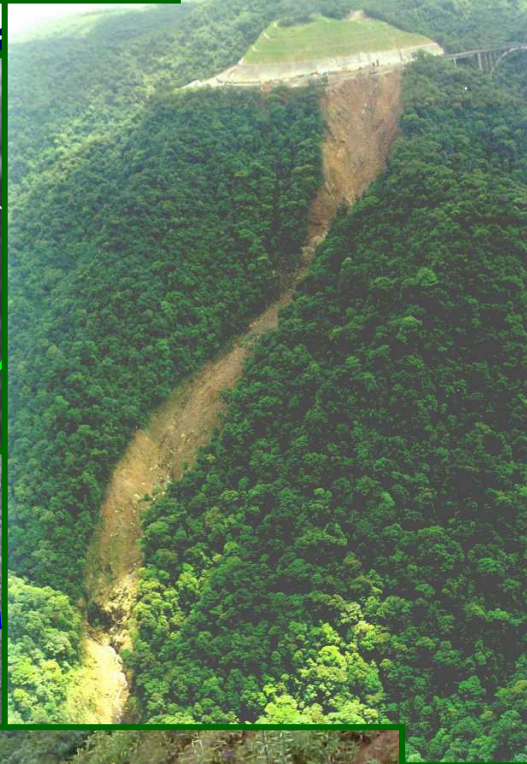
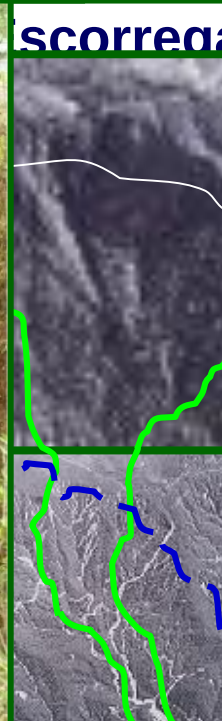
SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE PERIGO DE ESCORREGAMENTOS



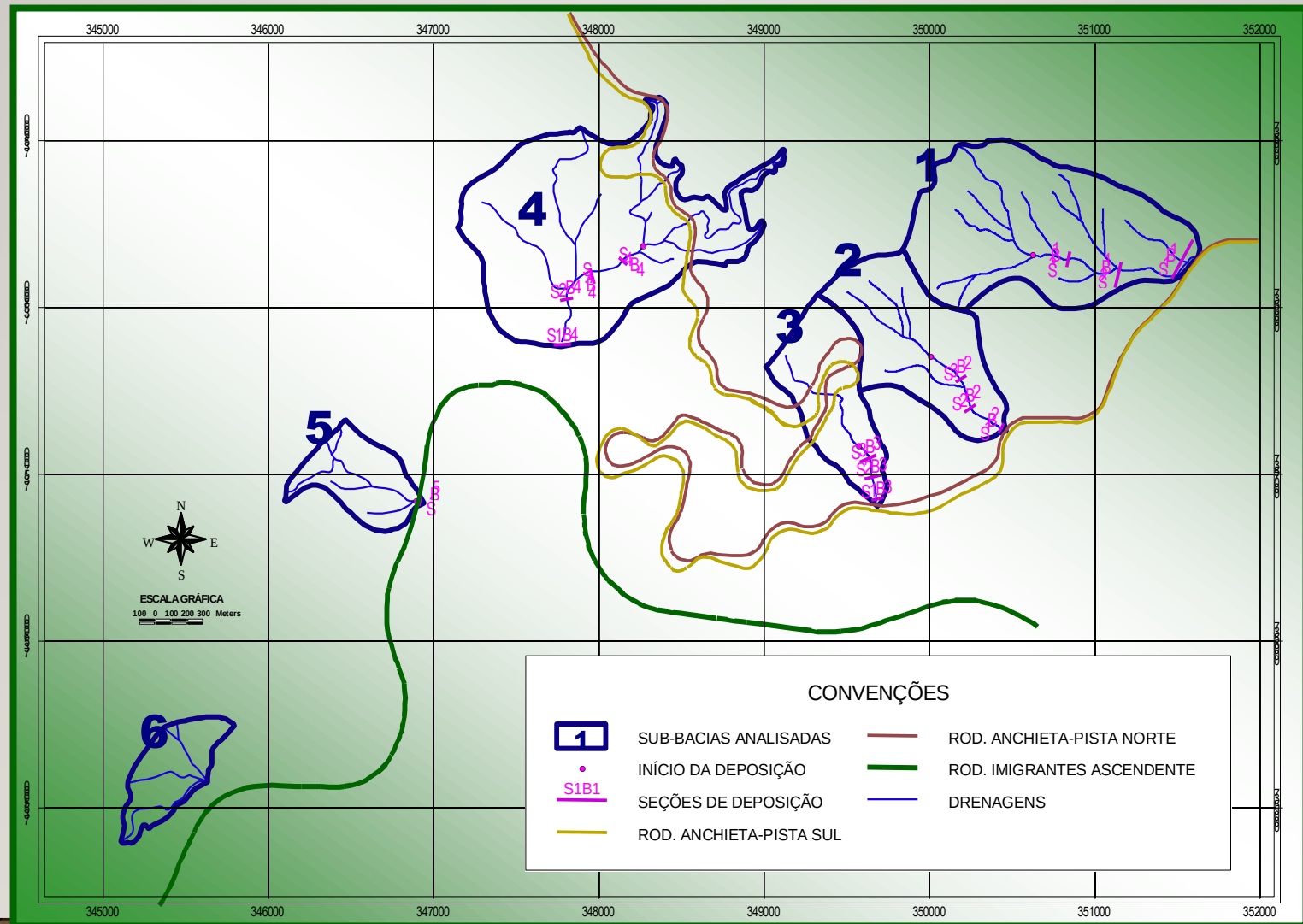
Escorregamentos Estruturados Profundos

Escorregamentos

Escorregamentos Rasos



ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE GERAÇÃO DE CORRIDAS DE MASSA



ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE GERAÇÃO DE CORRIDAS DE MASSA

DEPOSIÇÃO DE DETRITOS DA CORRIDA NO RIO PILÕES



CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS TALUDES E ENTORNO DAS RODOVIAS

	CLASSES		ESPESSURAS DO PERFIL DE SOLO	
1	1	< 0,5 m	Solos superficiais muito pouco espessos, Não ultrapassando 0,5 m	
2	2	0,5 a 2,0 m	Solos com espessuras entre 0,5 e 2,0 m	
3	3	> 2,0 m	Solos com espessuras maiores que 2 m	

(modificado de IPT, 1984)

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS TALUDES E ENTORNO DAS RODOVIAS

Classes de Maciços

Boa

Média

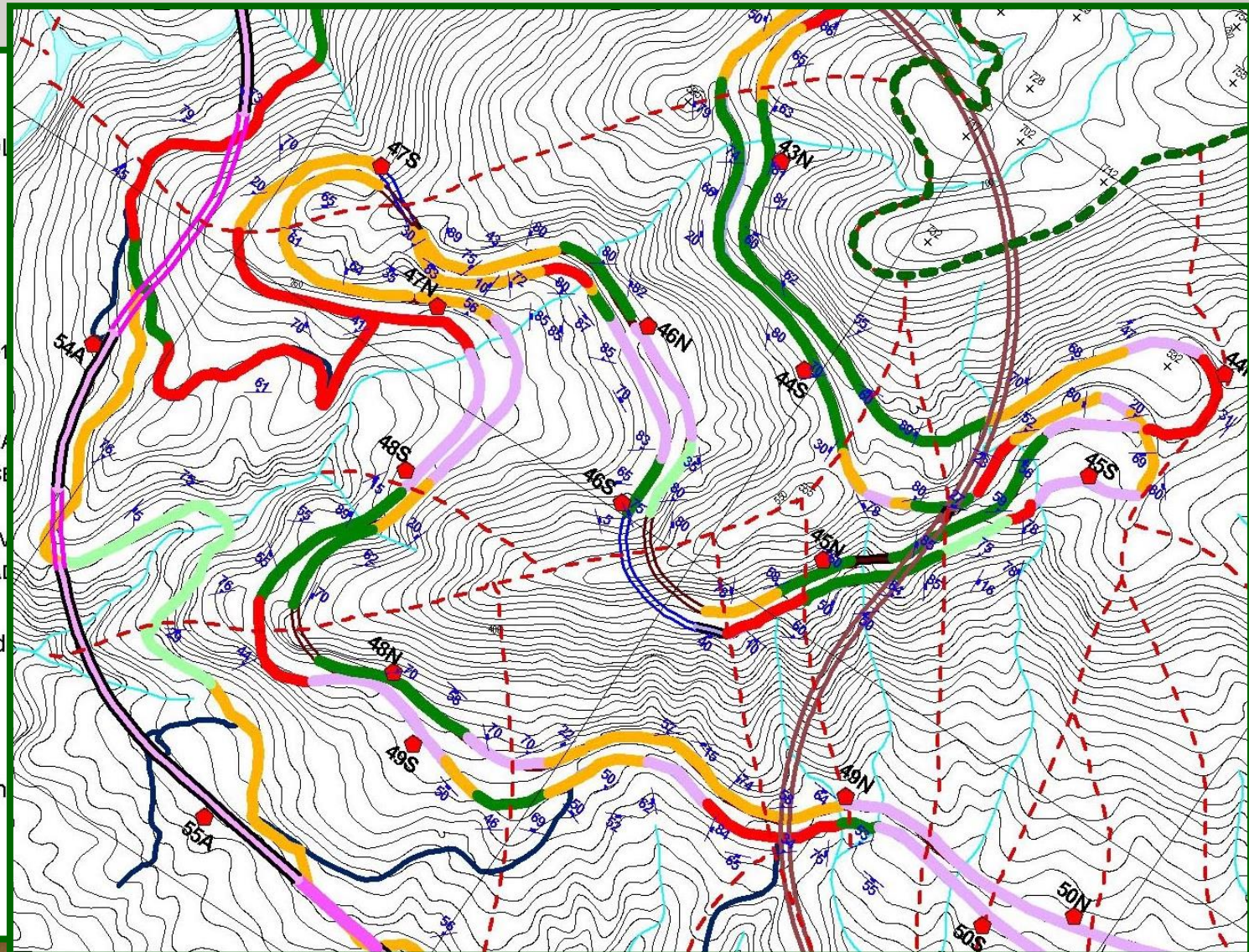
Ruim

Muito Ruim

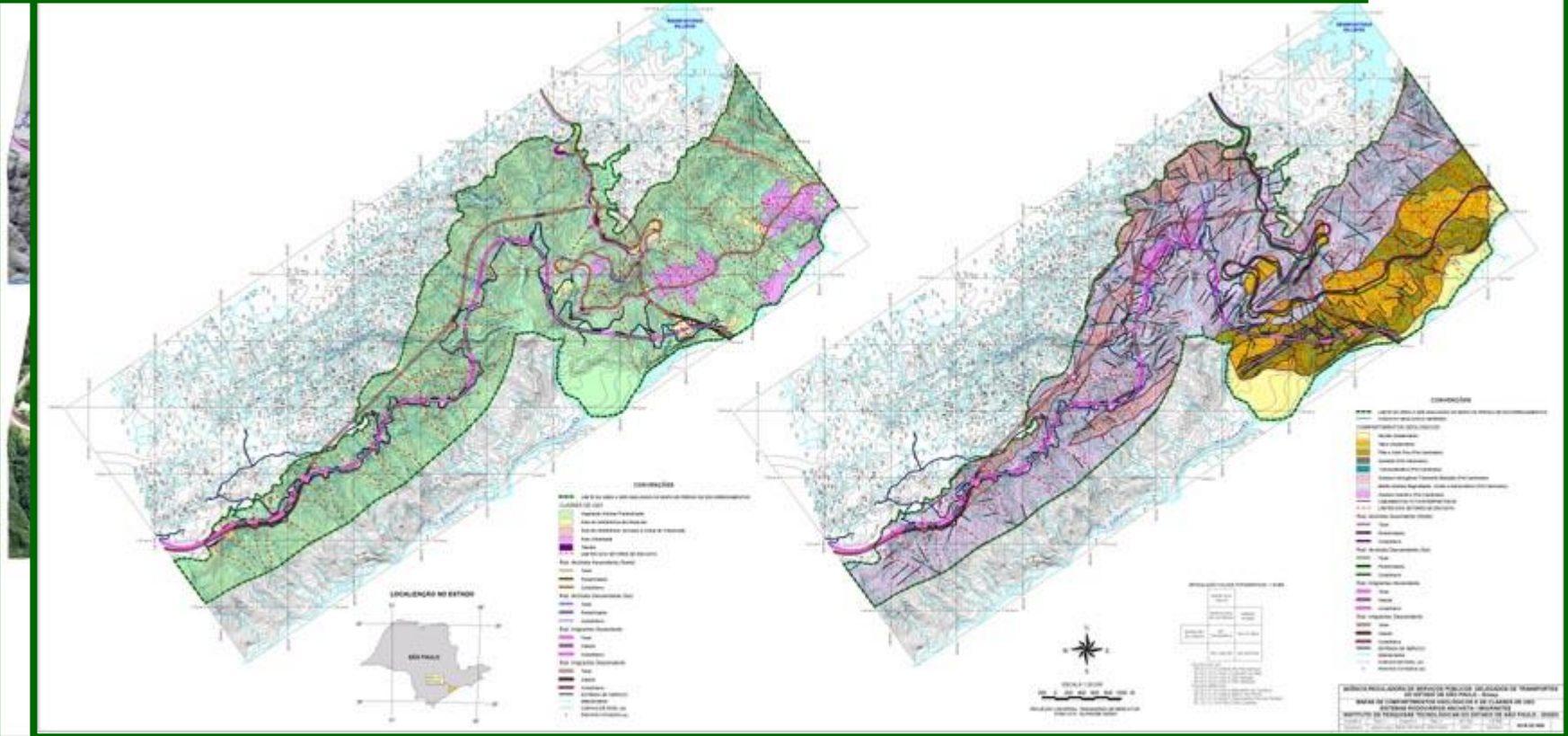
CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS TALUDES E ENTORNO DAS RODOVIAS

CLASSIFICAÇÃO GEOTÉCNICA

- Boa
- Média
- Ruim
- Muito Ruim
- Tálus
- 45 FOLIAÇÃO $S_n + 1$
- 8 FRATURAS
- LIMITE DA ÁREA
- LIMITES DOS SE
- DRENAGENS
- CURVAS DE NÍV
- x PONTOS COTA
- PLACAS KM
- Rod. Imigrantes Ascend
 - Túnel
 - Viaduto/Ponte
 - Corte/Aterro
- Rod. Imigrantes Descen
 - Túnel
 - Viaduto
 - Corte/Aterro



Mapas de Compartimentos Geológicos e de Classes de Uso Sistema Anchieta/Imigrantes



CONVENÇÕES

1

SETORES DE PERIGO DE ESCORREGAMENTOS

SUSCETIBILIDADE A ESCORREGAMENTOS



BAIXA (Freq. Relativa = 1)



MÉDIA (Freq. Relativa = 2)



ALTA (Freq. Relativa = 3)



MUITO ALTA (Freq. Relativa = 4)



MOVIMENTO DE TÁLUS



LOCAIS QUE PODEM SER AFETADOS POR CORRIDAS DE M

CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA COM RELAÇÃO



Boa



Média



Ruim



Muito Ruim



Tálus



PRANCHAS 1:5.000



LIMITES DOS SETORES DE ENCOSTA



DRENAGENS



CURVAS DE NÍVEL (m)



PONTOS COTADOS (m)



PLACAS KM

Rod. Imigrantes Ascendente



Túnel



Viaduto/Ponte



Corte/Aterro

Rod. Imigrantes Descendente



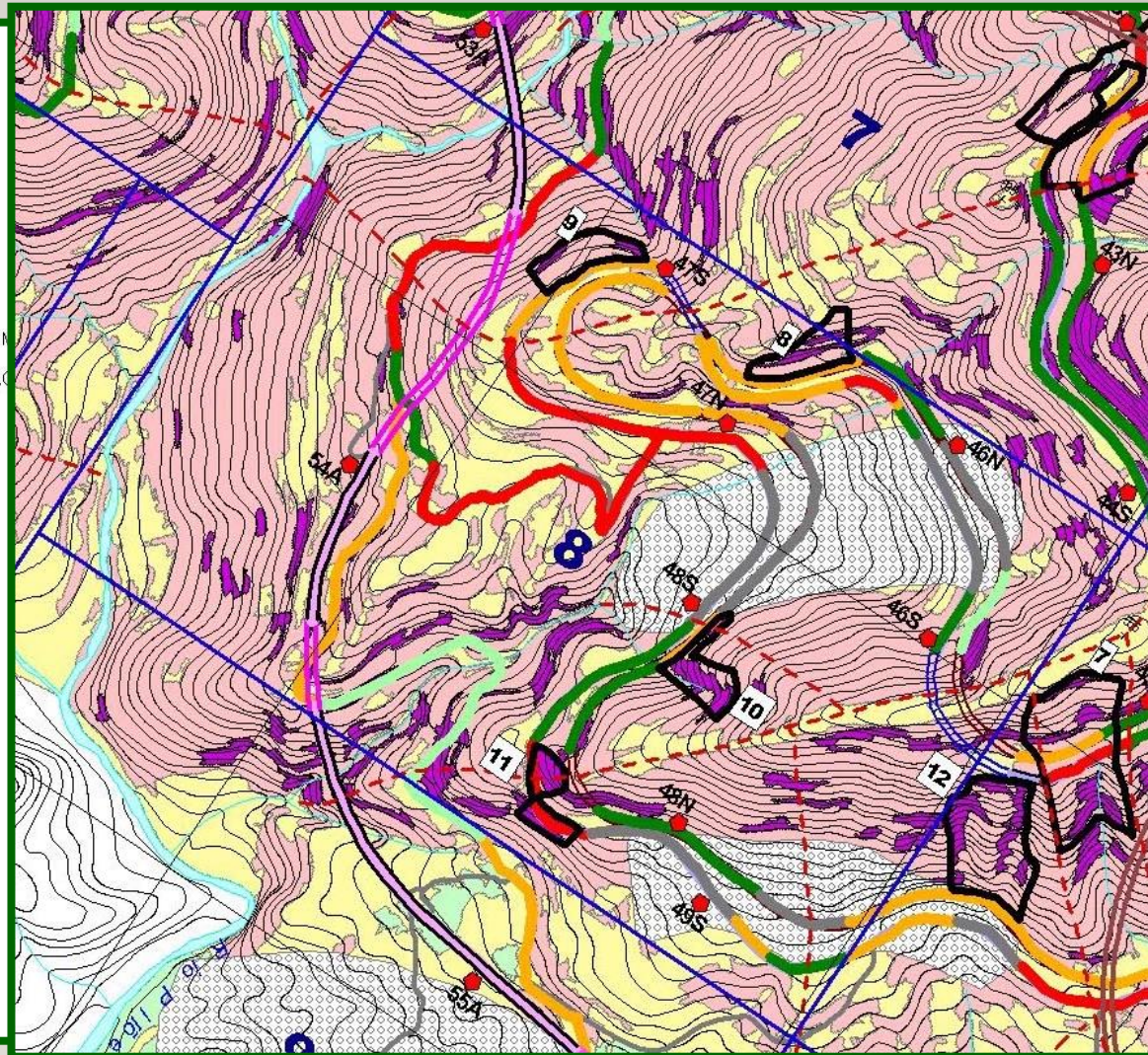
Túnel



Viaduto



Corte/Aterro



[Cartas geotécnicas convencionais

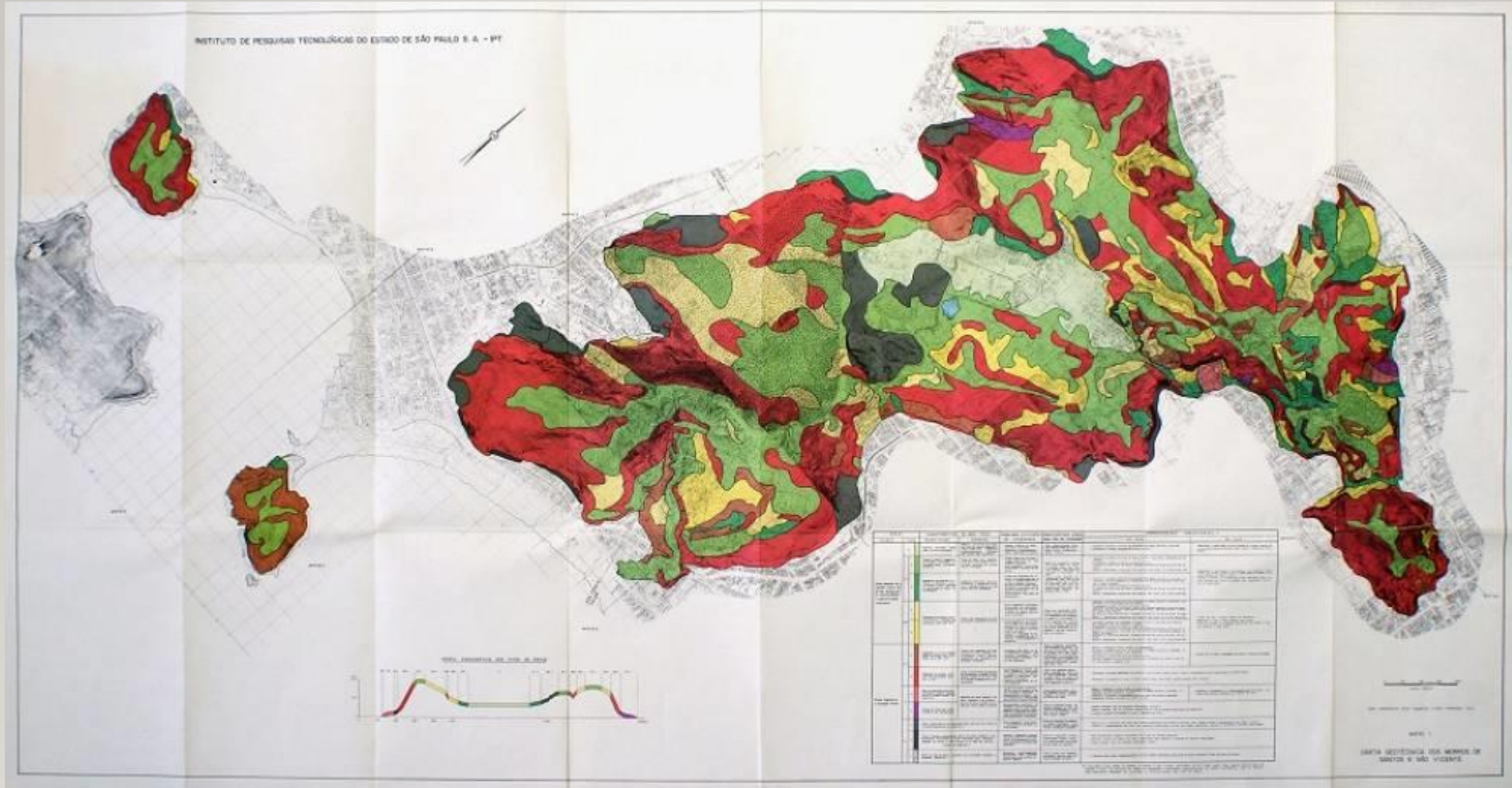
-
- Produtos cartográficos retratam a distribuição dos diferentes tipos de rochas e solos, considerando suas características mecânicas e hidráulicas no contexto do meio físico (formas do relevo, geodinâmica externa, uso e ocupação do solo).
 - Objetivam definir as limitações, potencialidades e necessidades de intervenções para a consolidação do uso urbano e rural.

Fonte: Canil et al. (2018)

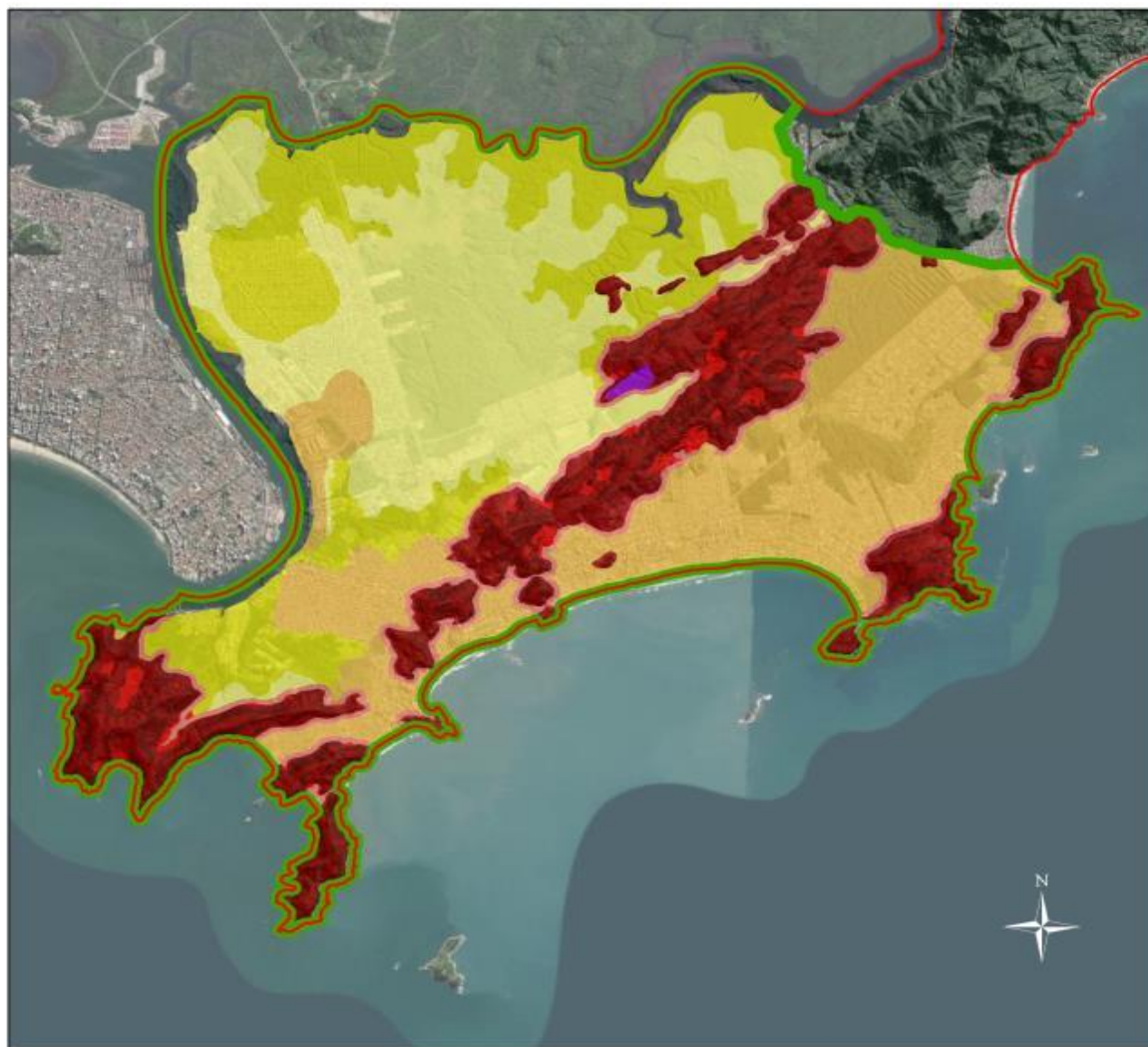
-
- Caracterização do meio físico: geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, dados de chuva, cadastro dos escorregamentos.
 - Caracterização do uso e ocupação, unidades de conservação .
 - Interação da ocupação e o meio físico.

Fonte: Canil et al. (2018)

Carta Geotécnica dos Morros de Santos



Carta Geotécnica do município do Guarujá



Localização da Área de Estudo



Legenda

- I - sedimentos de mangue
- II - sedimentos flúvio-lagunares e de baía
- III - sedimentos marinhos
- IV - faixas de sopé de encostas
- V - depósitos detríticos e alveolares
- VI - encostas com declividades
- VII - encostas com declividades acima de 60%
- Rochedo
- Terraplenagem
- Guarujá
- Área de estudo

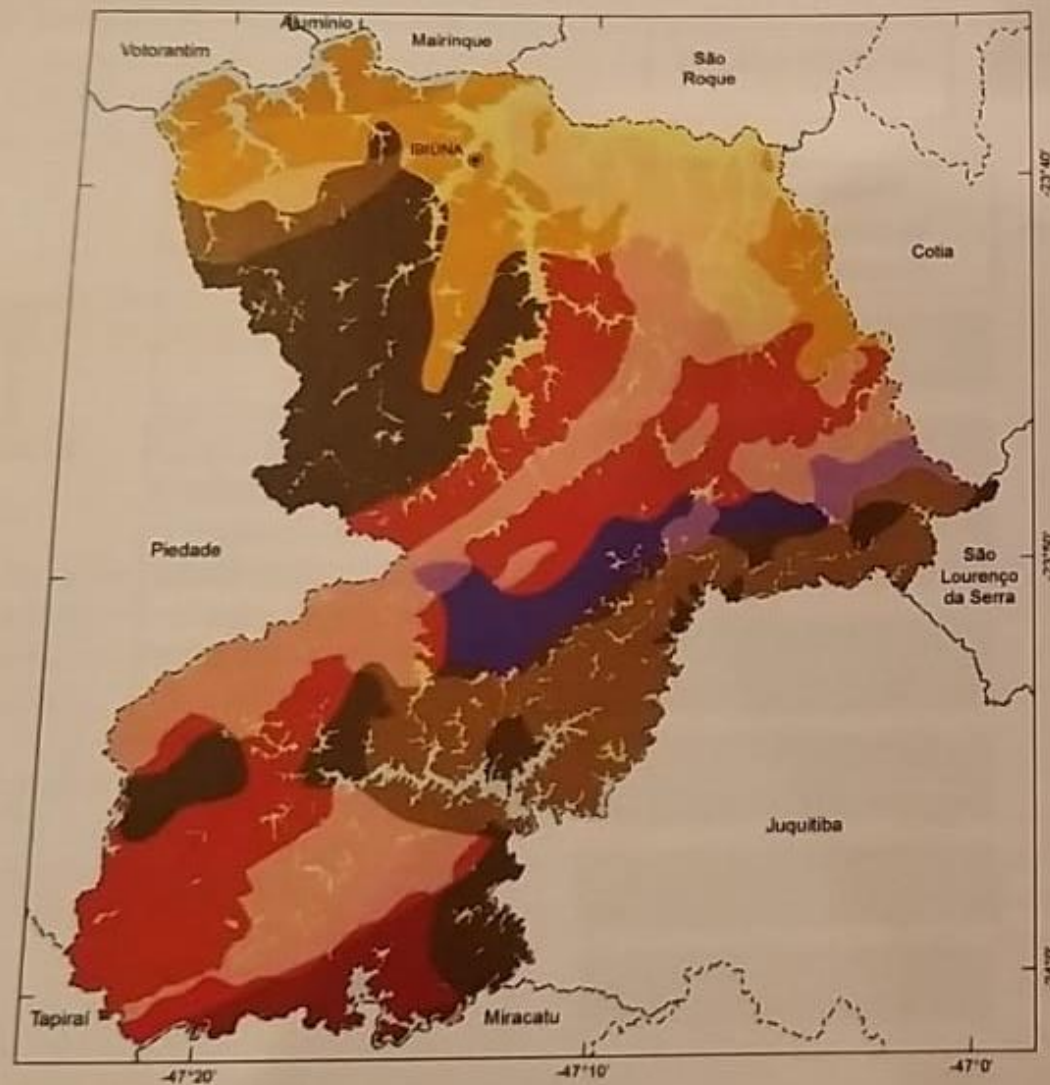
Fonte dos dados:
- Limites municipais: Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM, 2003)
- Imagem (Esri/ArcGis)
- Carta Geotécnica (IPT/IG, 1989)

0 3,6 km

[Carta geotécnica de planejamento territorial

- Constituem aquelas que apresentam elementos do meio físico e dos modos de ocupação do solo de uma determinada área, os quais interagem com os demais dados socioeconômicos e políticos, permitindo avaliação adequada no estabelecimento e implantação de metas e ações de desenvolvimento do território e no seu monitoramento.
- Considera: meios físico e antrópico, legislação ambiental e potencialidades para o uso e ocupação.

Fonte: Canil et al. (2018)



LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO NO ESTADO DE SÃO PAULO



Convenções Cartográficas

- Sede municipal
- Limite municipal
- Corpo d'água

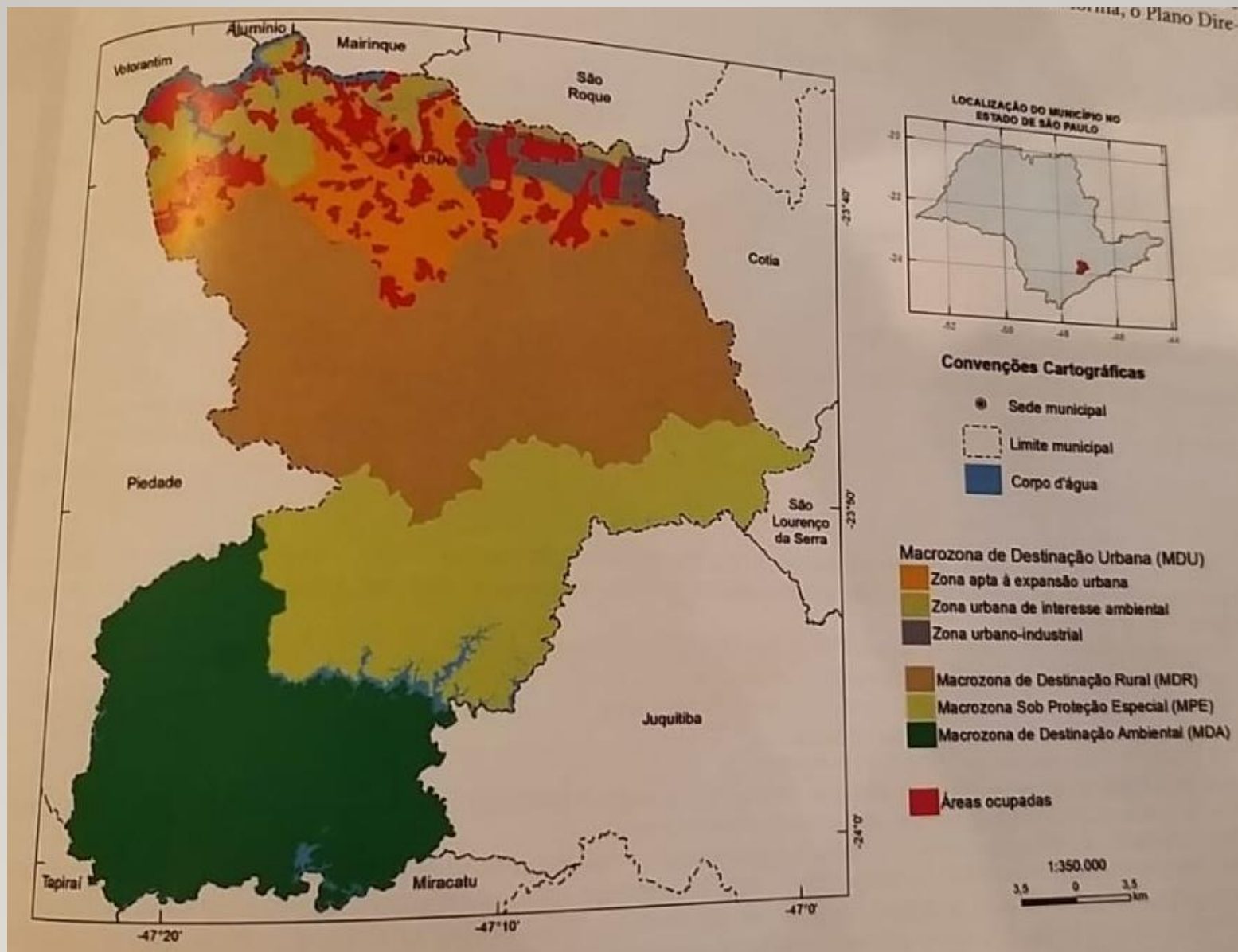
Legenda Simplificada

Unidade 1	Unidade 4a
Unidade 2a	Unidade 4b
Unidade 2b	Unidade 5a
Unidade 2c	Unidade 5b
Unidade 3a	Unidade 6a
Unidade 3b	Unidade 6b

1:350,000

3.5 0 3.5 km

Fonte: IPT (2015)



Fonte: IPT (2015)

[Lei n° 12.608/2012

-
- Estabeleceu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC).
 - Alterou o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001) – estabelecendo que os municípios que possuem áreas suscetíveis a processos geológicos ou hidrológicos que podem gerar desastres naturais devem elaborar o Plano Diretor.
 - Lei Lehmann (Lei nº 6.769/1979) – parcelamento do solo – estabeleceu que os municípios com áreas suscetíveis novos parcelamentos do solo devem atender aos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização.

Fonte: Bitar (2015)

Requisitos básicos estabelecidos pela PNPDEC aos municípios

I

Mapeamento das áreas suscetíveis a processos geológicos ou hidrológicos consubstanciado em uma carta geotécnica de suscetibilidade (dirigida a áreas ocupadas e não ocupadas) na qual os terrenos são classificados em distintos graus ou classes (ex: baixa, média e alta) quanto à propensão a processos do meio físico que podem gerar desastres naturais.

II

Plano de contingência de proteção e defesa civil estabelecendo as ações, recursos e responsabilidades para prevenção de desastres naturais e gerenciamento de emergências.

III

Plano de obras e serviços geralmente na forma de um Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), que inclui necessariamente a elaboração de uma carta geotécnica de risco, em face dos processos atuantes no meio físico em áreas ocupadas, apontando os setores e as moradias que se encontram em situação de maior ou menor risco (ex: baixo, médio, alto e muito alto).

IV

Mecanismos de controle e fiscalização de áreas suscetíveis para evitar a edificação nesses locais, o que deve ser realizado com base na carta geotécnica de suscetibilidade, elaborada previamente (item I).

V

Carta geotécnica de aptidão à urbanização que deve garantir a segurança dos novos parcelamentos e o aproveitamento de agregados para a construção civil, particularmente em áreas urbanas ou de expansão urbana.

1



Carta de suscetibilidade

(implícita no requisito I)

Classifica os terrenos em distintos graus quanto à propensão a processos do meio físico que podem gerar desastres naturais (ex.: baixa, média e alta suscetibilidade a deslizamento ou inundação).

2

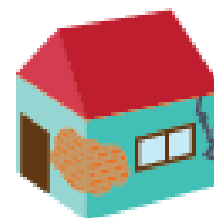


Carta de aptidão à urbanização

(explícita no requisito V)

Contém o resultado de uma avaliação dos perigos associados a processos do meio físico e as recomendações ao uso urbano do solo de acordo com as limitações e potencialidades de cada unidade geotécnica delimitada.

3



Carta de risco

(implícita no requisito III)

Resulta da análise de riscos, apontando setores e edificações em situação de maior ou menor risco (ex.: baixo, médio e alto risco a deslizamento ou inundação). Envolve avaliação de perigo, vulnerabilidade e consequências (perdas e danos).

Fonte: Bitar (2015)



1:25.000

Carta de suscetibilidade escala 1:25.000

Abrange a área total do município, incluindo zonas urbanas e rurais, bem como eventuais áreas de unidades de conservação da natureza incidentes no território.



1:10.000

Carta de aptidão à urbanização

escala 1:10.000 ou maior
Abrange áreas desocupadas ou com urbanização incipiente situadas dentro do perímetro urbano legal dos municípios, bem como no domínio da zona de expansão urbana prevista no Plano Diretor municipal, incluindo recomendações para o parcelamento do solo.



1:2.000

Carta de risco escala 1:2.000 ou maior

Abrange as áreas urbanizadas do município, como os distritos, bairros ou setores residenciais em que se verifica alta incidência de assentamentos precários.

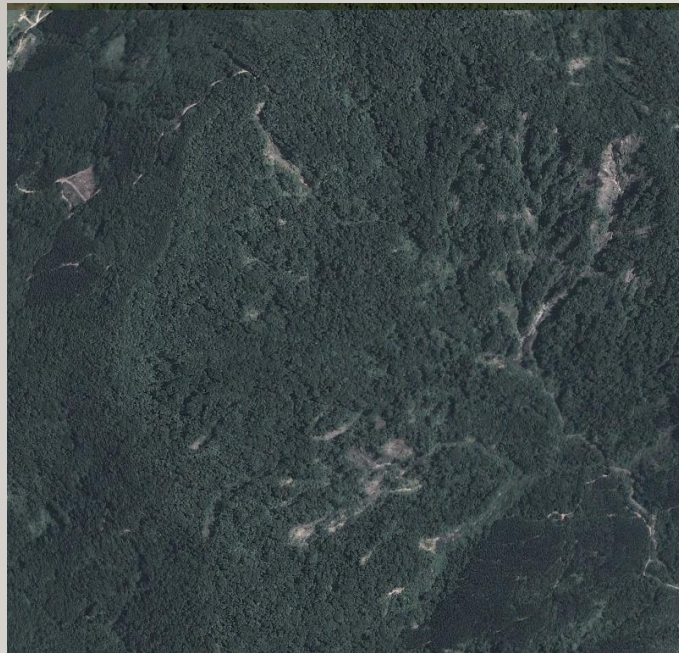
Fonte: Bitar (2015)



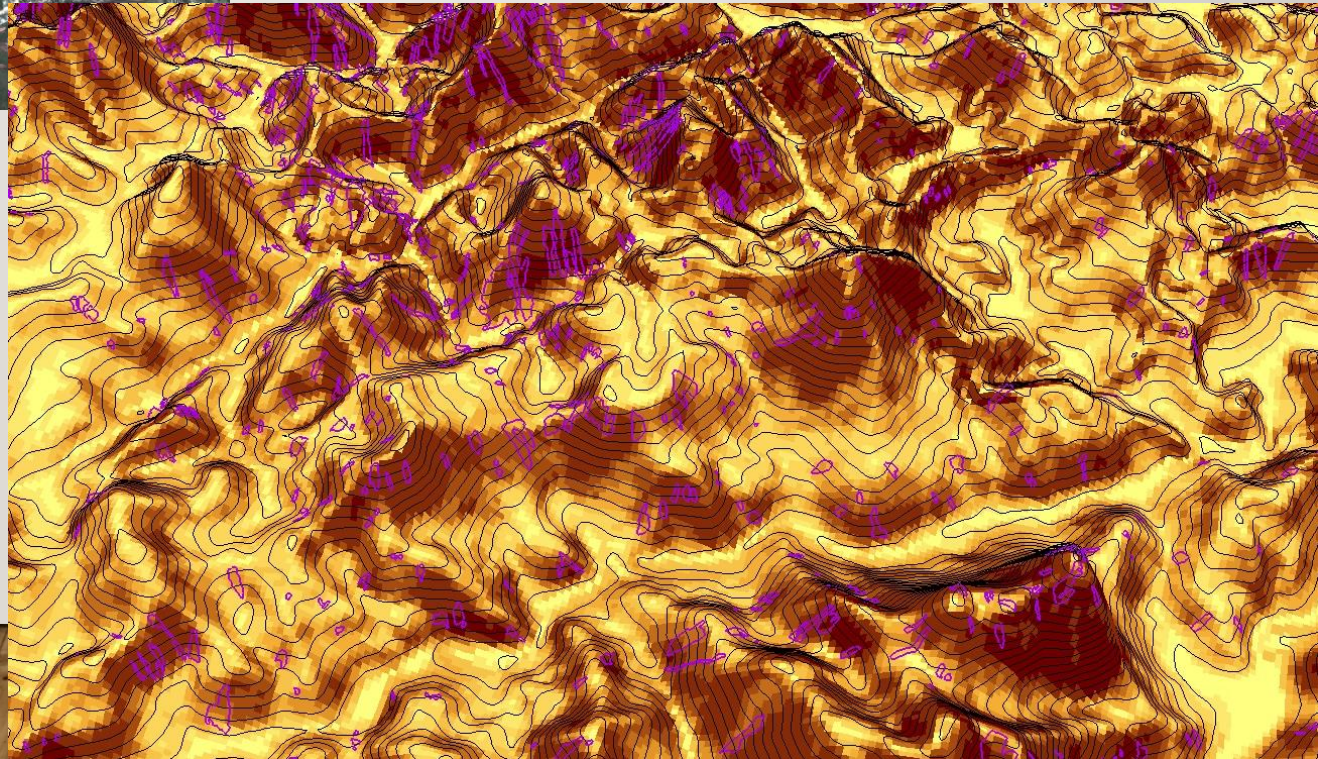
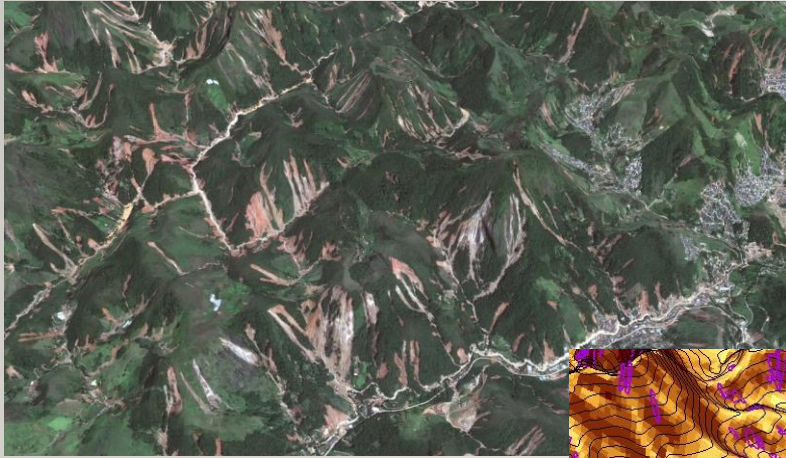
Cartas de suscetibilidade

-
- Os procedimentos para elaboração da Carta de Suscetibilidade tem sido constantemente aprofundados em função da Lei 12.608/2012.
 - A elaboração das cartas está sob a coordenação da CPRM.
 - Em 2013 o IPT estabeleceu uma parceria técnica com a CPRM para o desenvolvimento metodológico para elaboração das Cartas de Suscetibilidade.
 - A metodologia deveria ser replicável para todo o território nacional.
 - Escala 1:25.000.

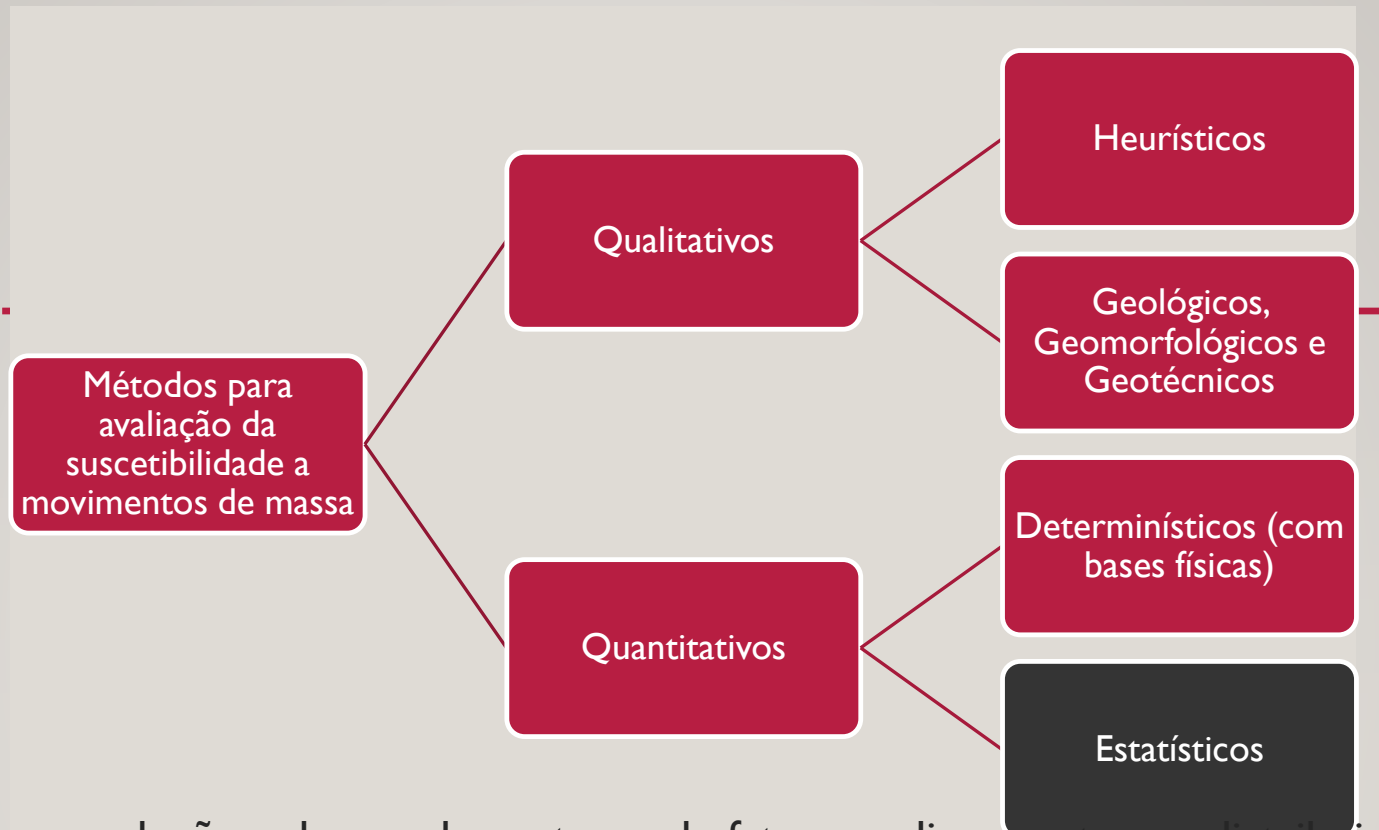
- Onde vão ocorrer os processos?



- Mapeamento da suscetibilidade: “o passado é um guia para o futuro” (Fell et al., 2008).



SELEÇÃO DO MÉTODO DE MAPEAMENTO



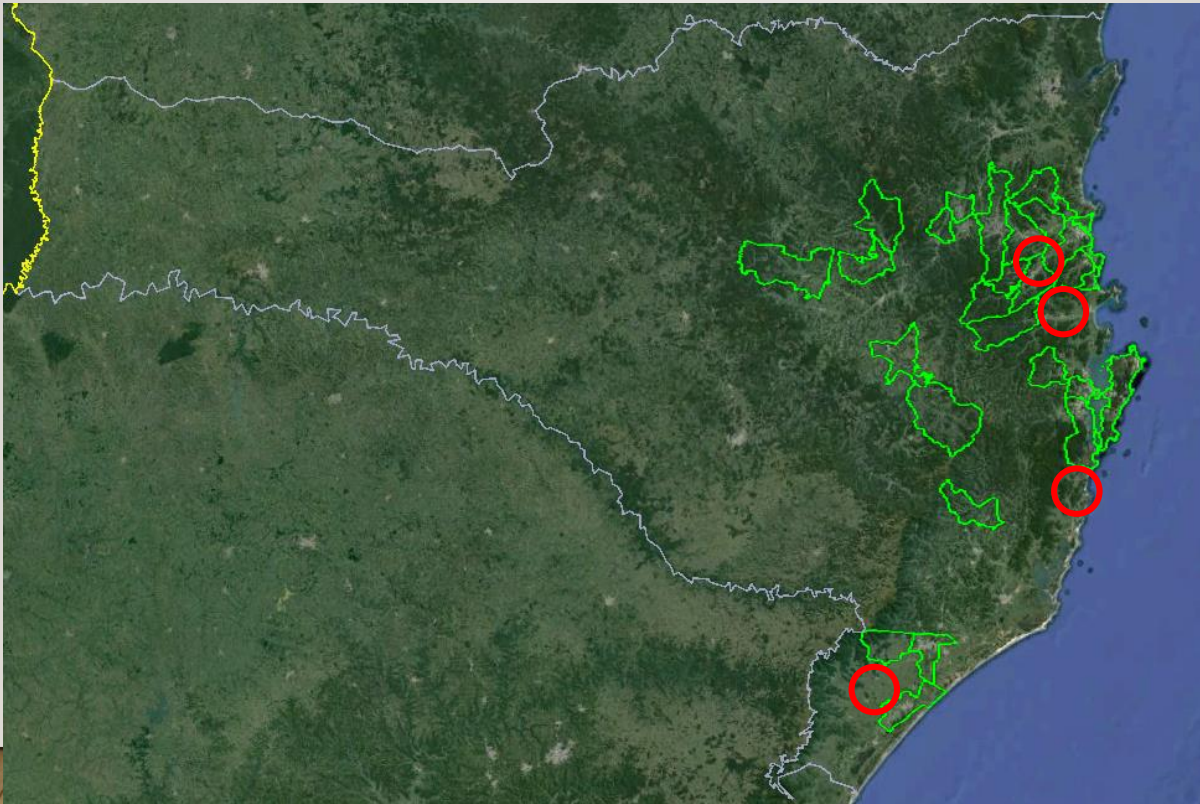
- Baseado nas relações observadas entre cada fator predisponente e a distribuição dos deslizamentos.
 - Escala de semi-detalhe (1:25.000);
 - Mapeamento objetivo / comparabilidade;
 - Possibilidade de replicação.

Procedimentos para mapeamento da suscetibilidade a deslizamentos

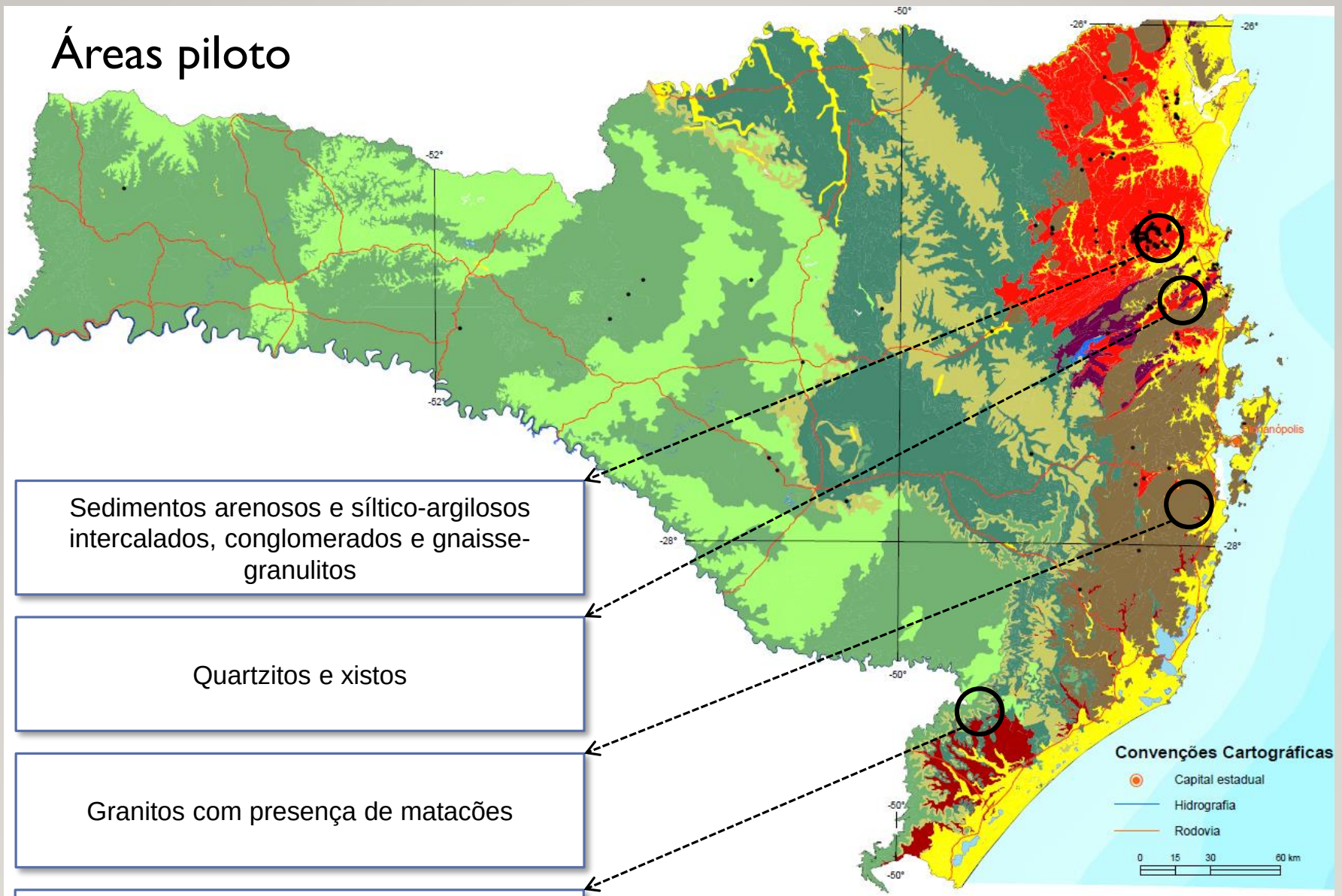


Áreas piloto

- Pelo menos uma área piloto por município mapeado.
- Os resultados obtidos na área piloto foram extrapolados para os municípios.
- Critérios para escolha das áreas piloto:
 - Grande número de cicatrizes de deslizamentos mapeáveis.
 - Semelhança com as unidades geológico-geomorfológicas dos municípios mapeados.



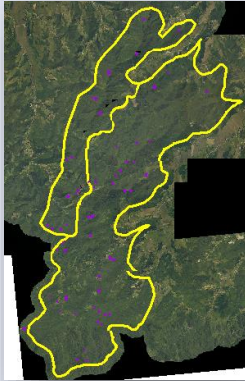
Áreas piloto



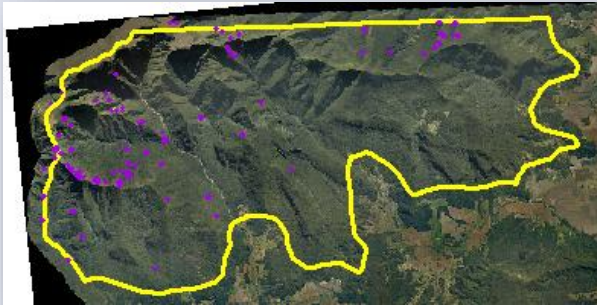
Áreas piloto

- Santa Catarina

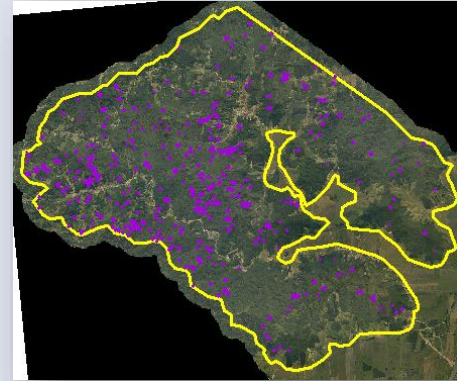
- Camboriú / Itajaí



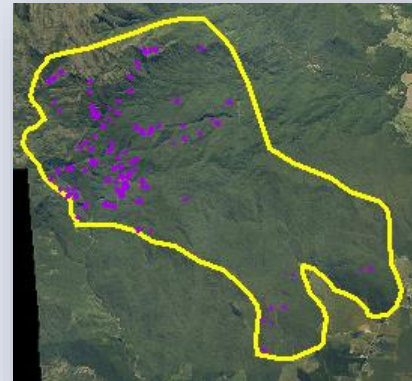
- Nova Veneza



- Ilhota



- Palhoça



Seleção dos parâmetros

- Alguns critérios para seleção dos parâmetros:
 - Influência comprovada nos movimentos de massa (bibliografia, experiência da equipe...);
 - Mensuração objetiva e relativamente rápida/fácil;
 - Parâmetros preferencialmente independentes.



(1)

- Muitos estudos;
- Limiares a partir dos quais a frequência de deslizamentos aumenta significativamente: 15°, 20°, 25°, 30° etc.

(3)

- Pouco explorado no Brasil;
- Ruptura da massa rochosa, diminuição da resistência.

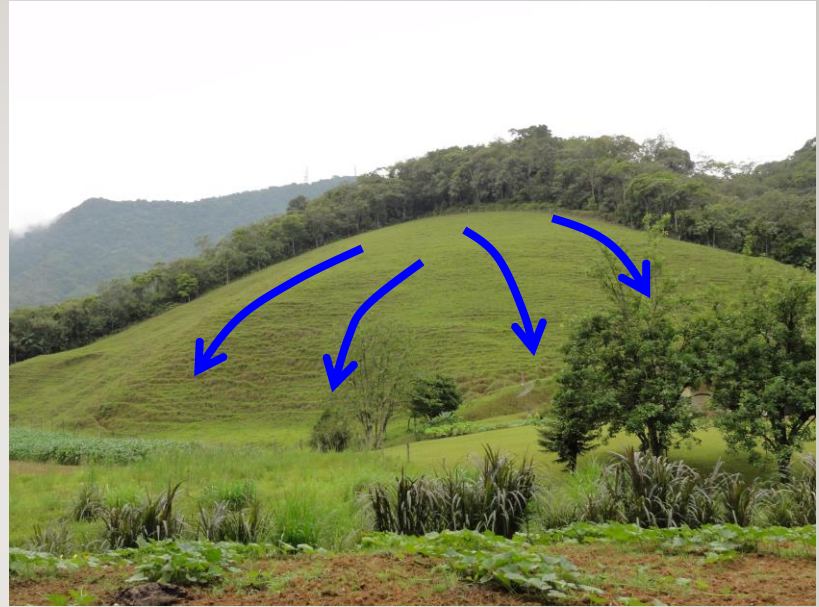
(2)

- Relativamente poucos estudos;
- Dinâmica dos fluxos hídricos nas encostas, convergência/divergência, saturação do solo.

Declividade

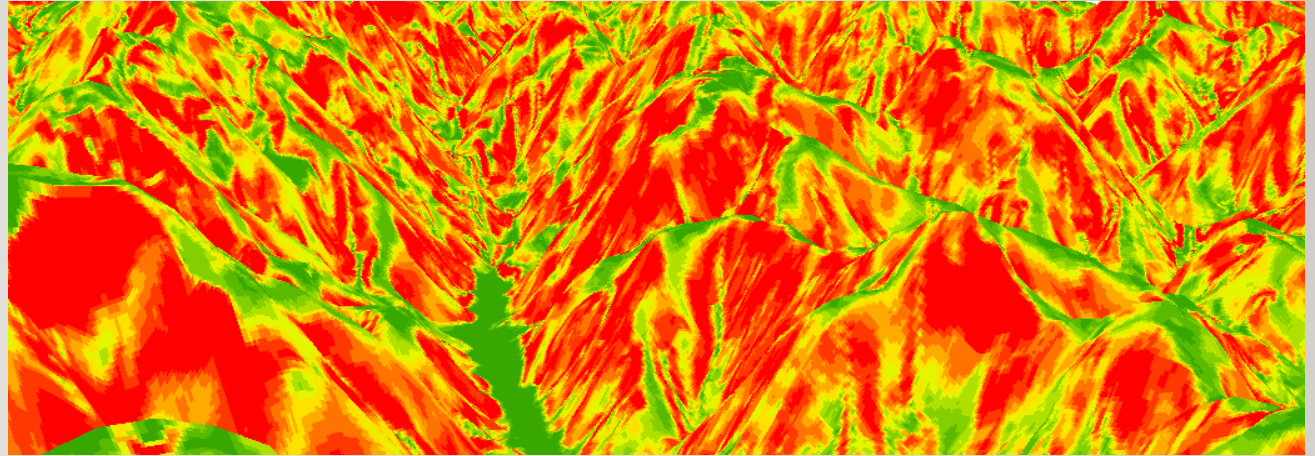


Curvatura

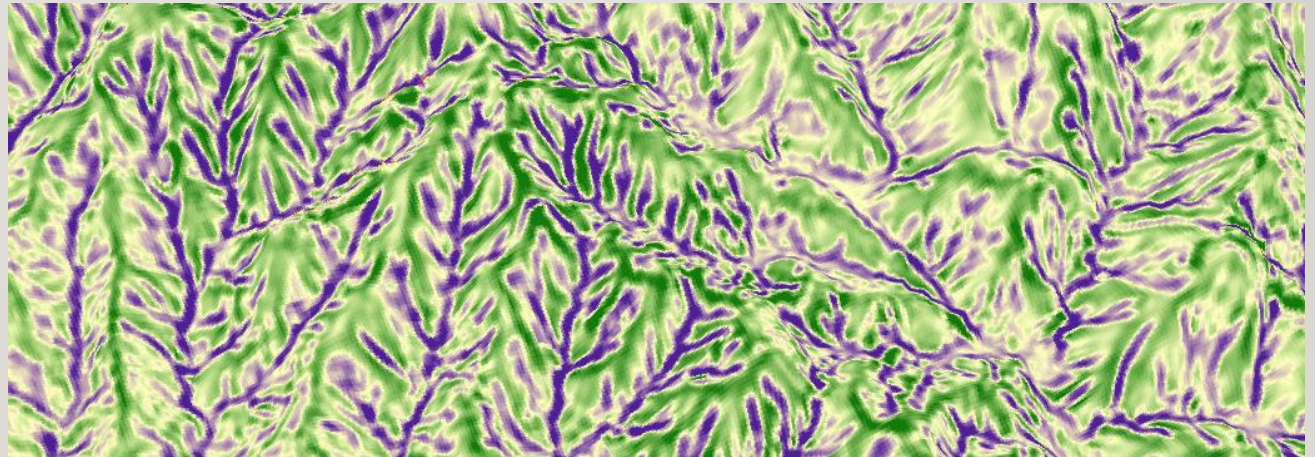


Mapeamento dos parâmetros

- Declividade

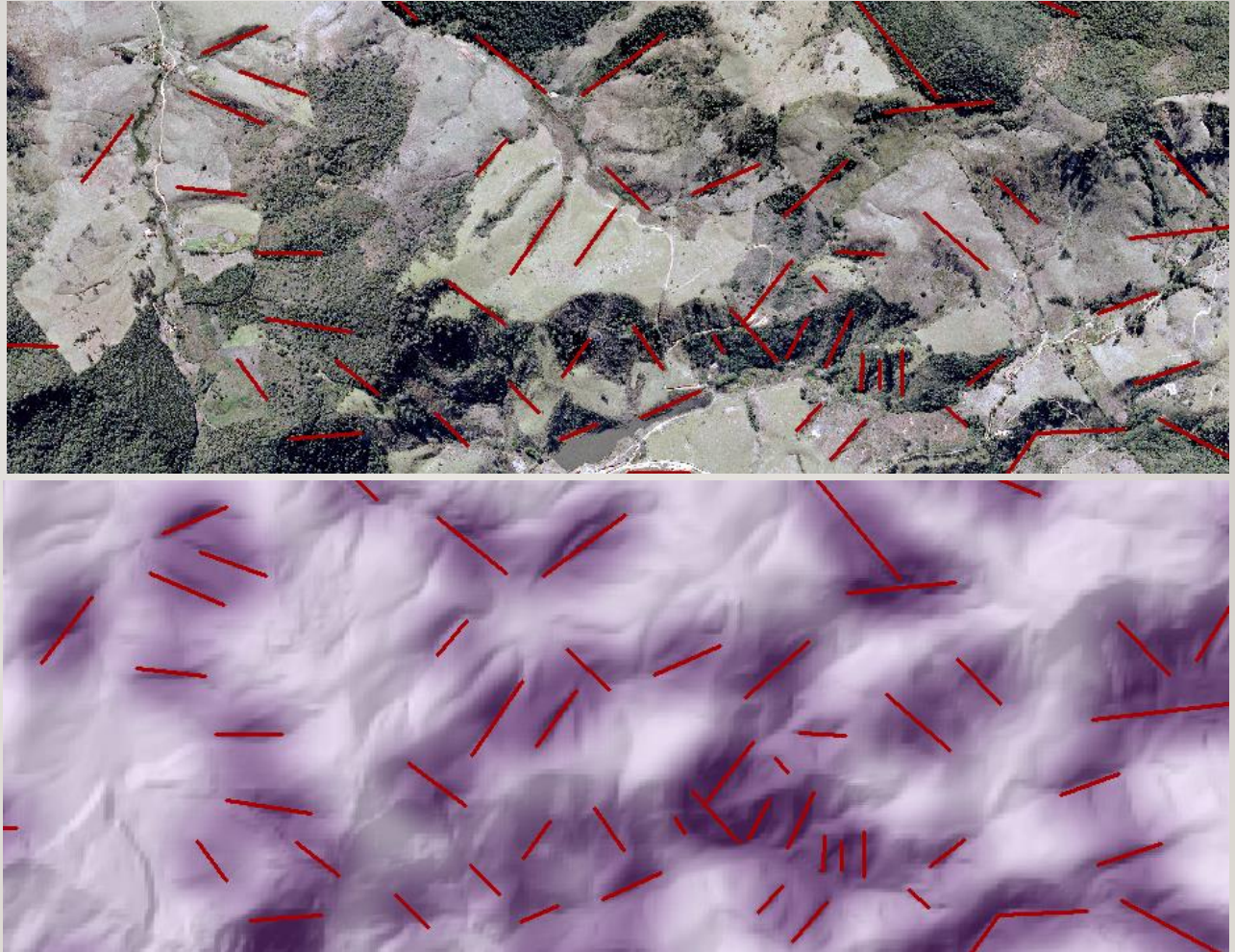


- Curvatura

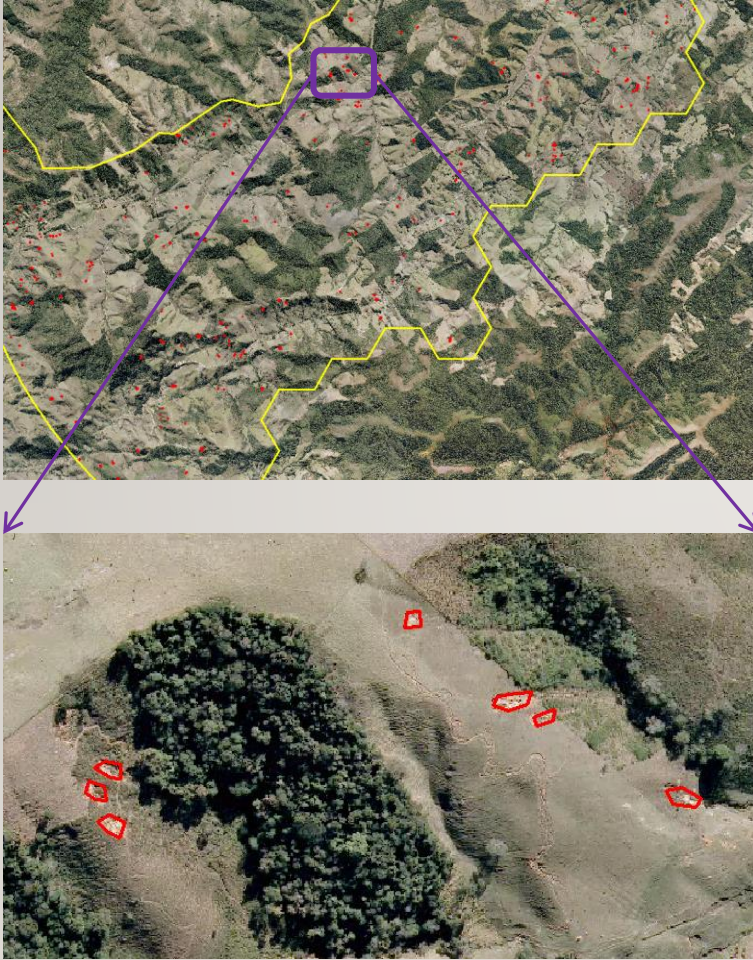


Mapeamento dos parâmetros

- Densidade de Lineamentos

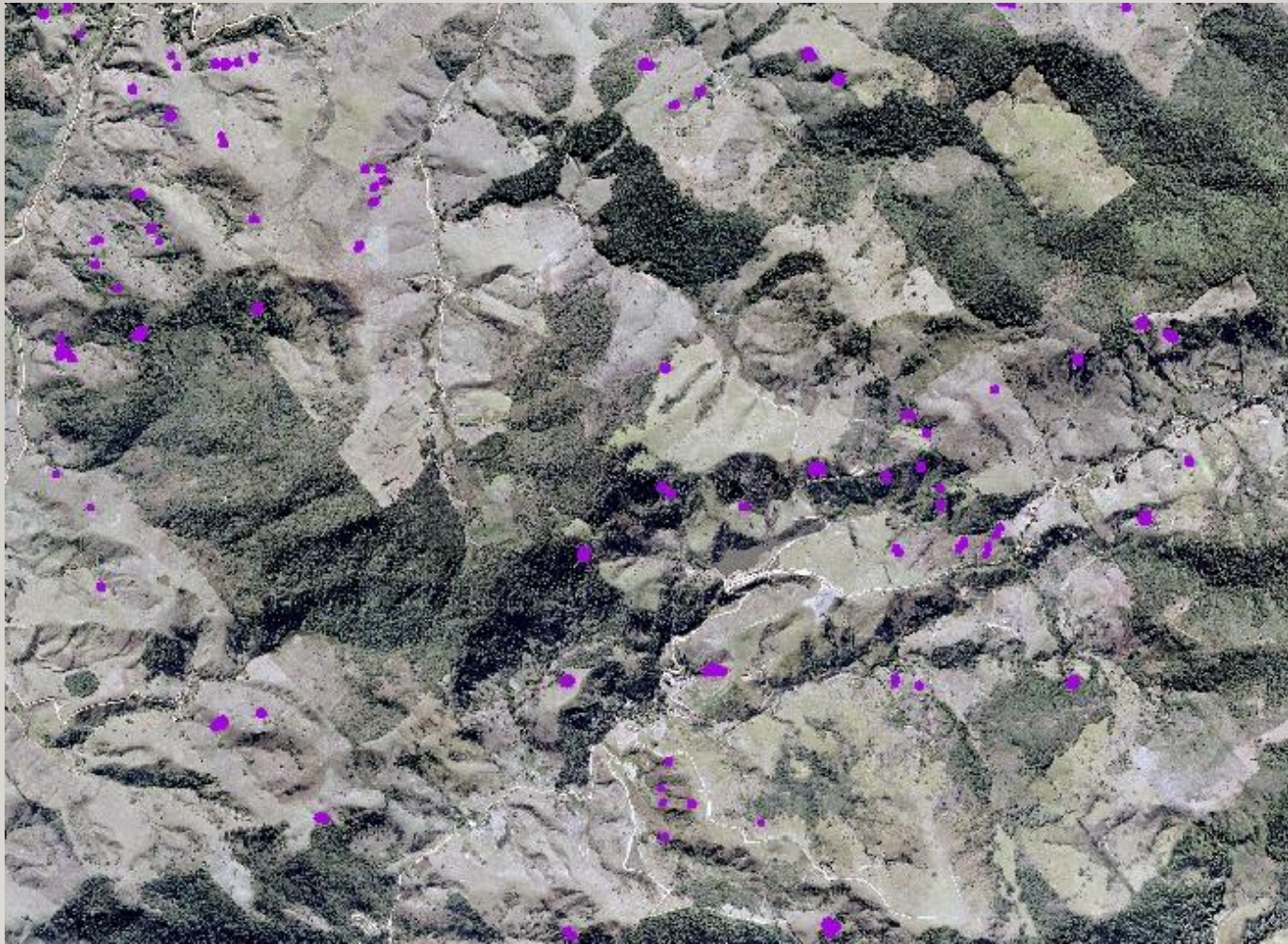


Mapeamento das cicatrizes

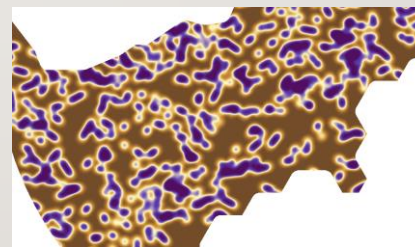
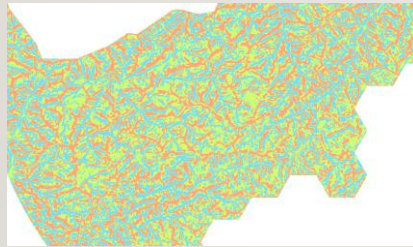
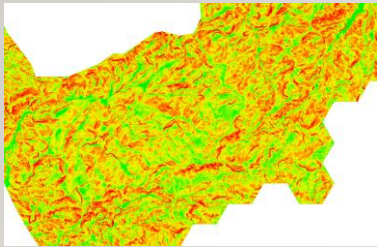
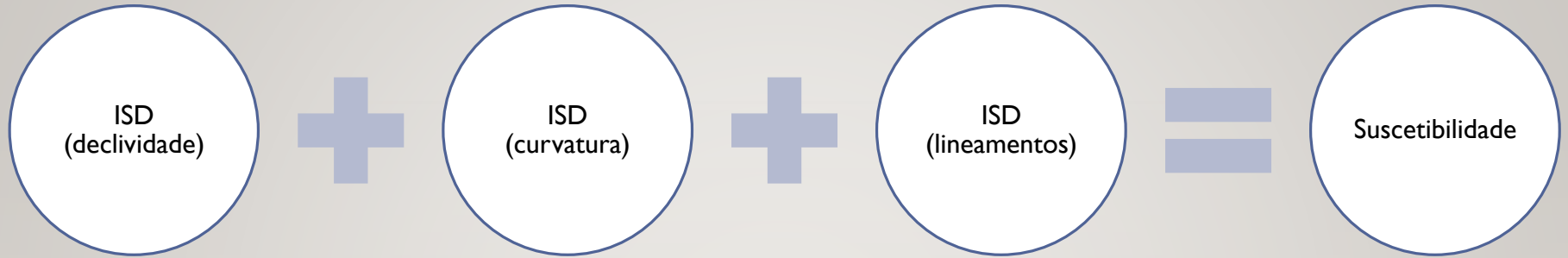


- Critérios:
 - As cicatrizes de deslizamentos foram mapeadas na forma de polígonos;
 - Não foram mapeadas cicatrizes com influência antrópica evidente, como deslizamentos em taludes de rodovias;

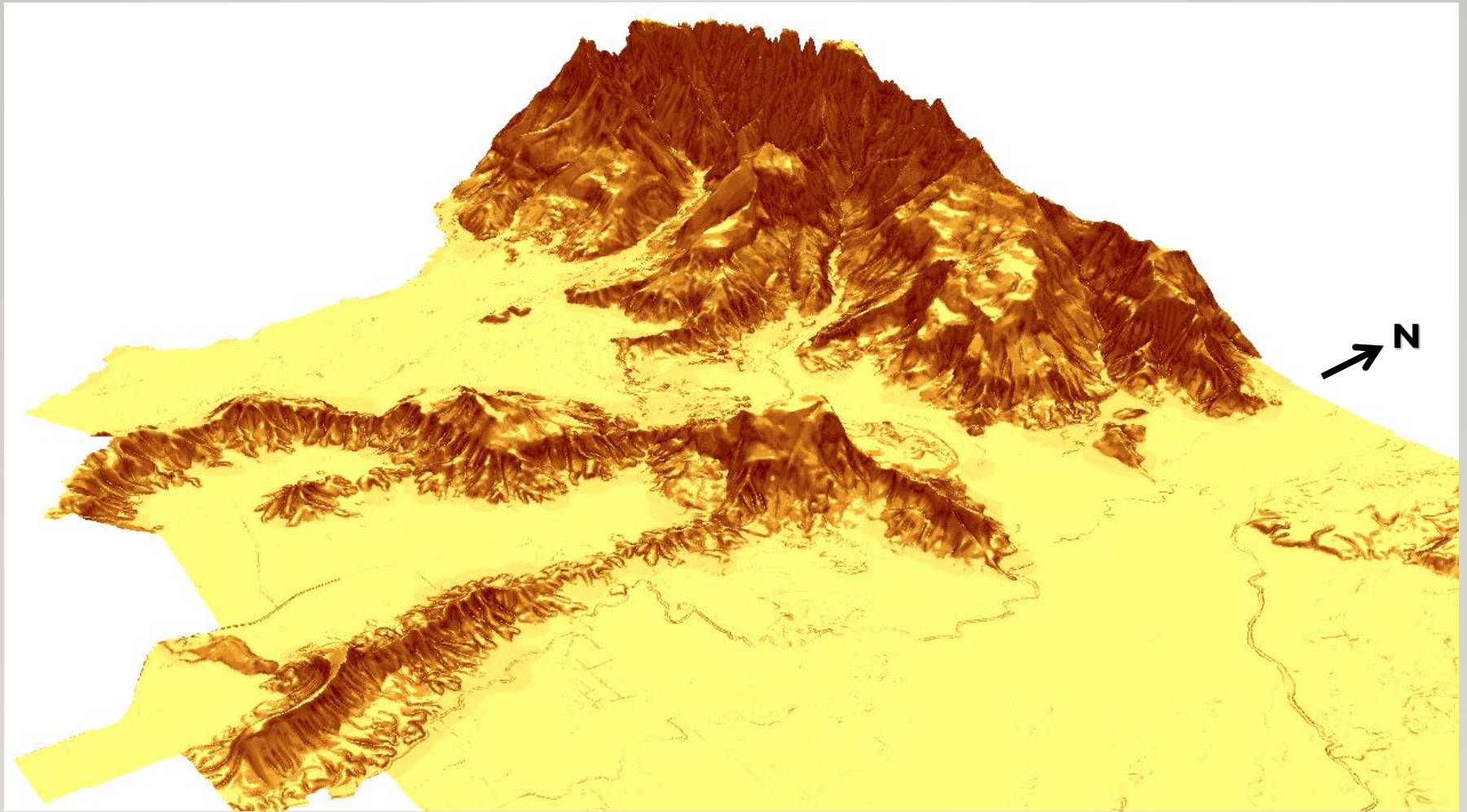
Mapeamento das cicatrizes



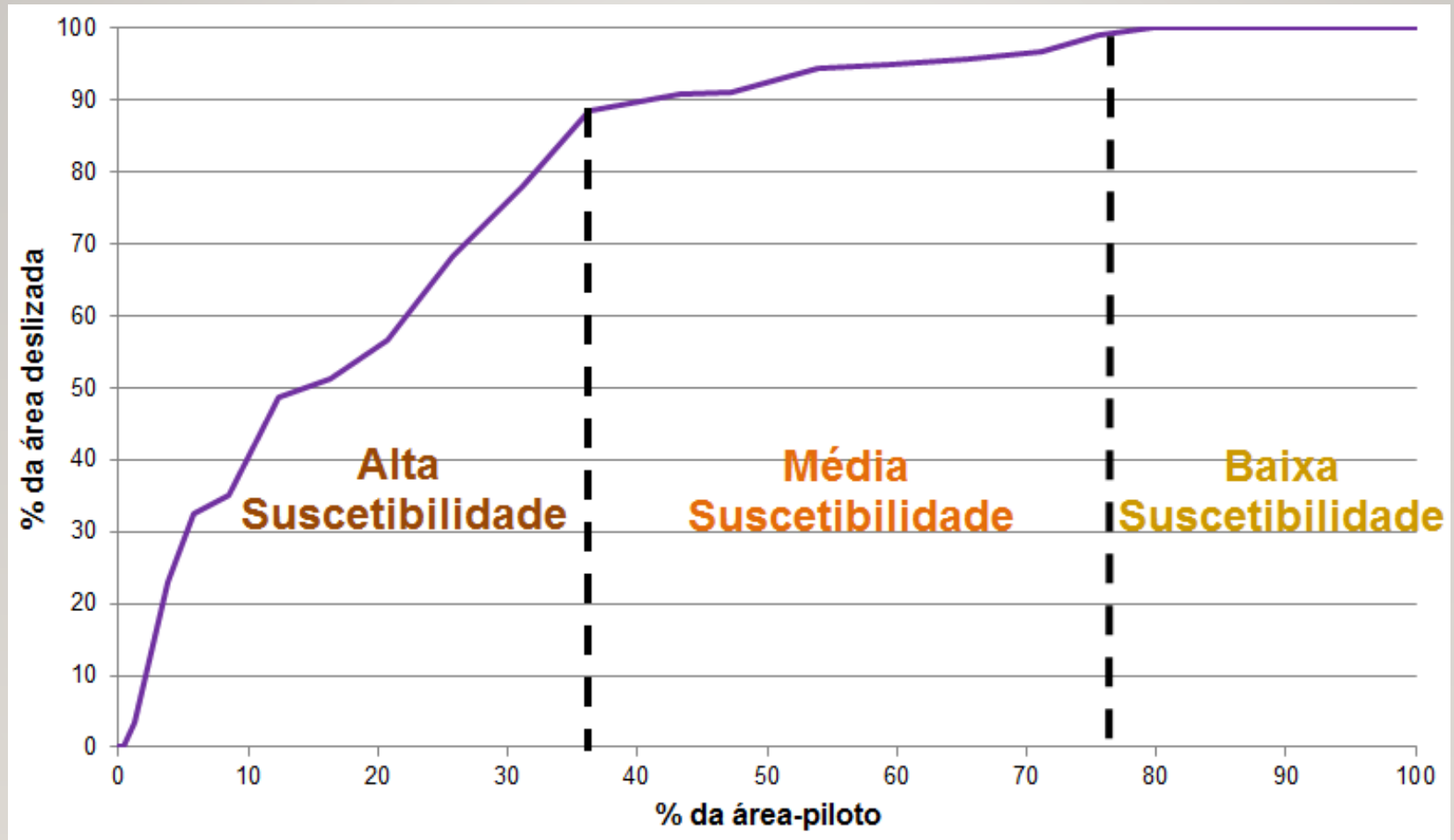
Índice de suscetibilidade a deslizamentos (ISD)



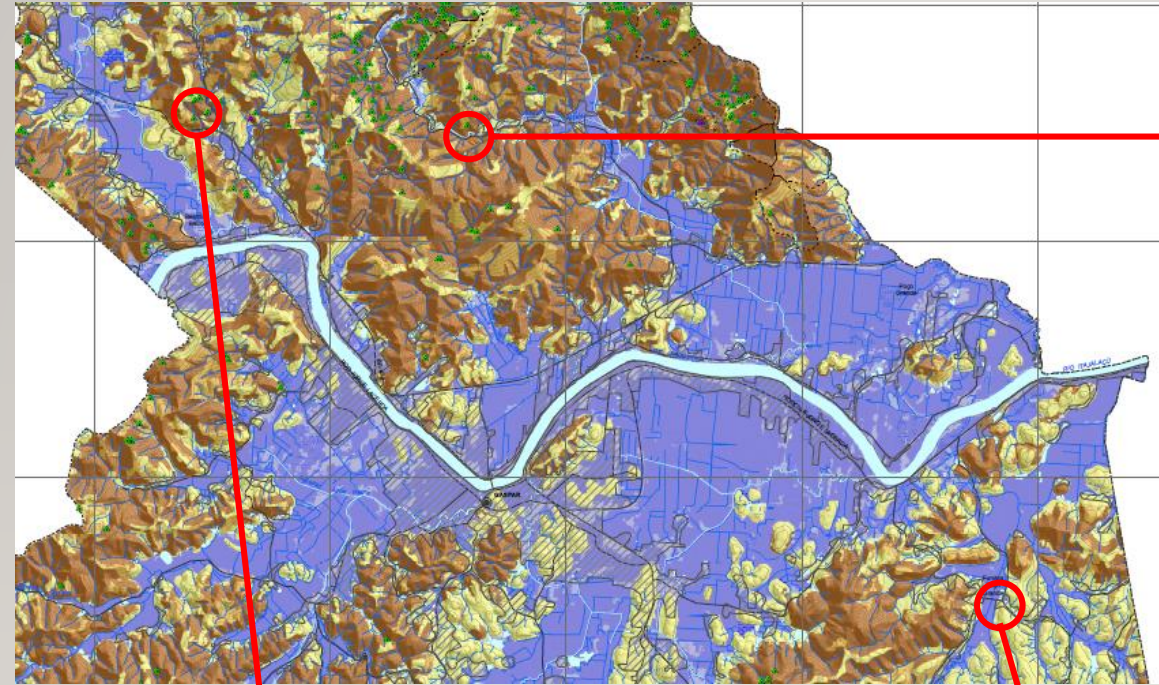
Nova Veneza



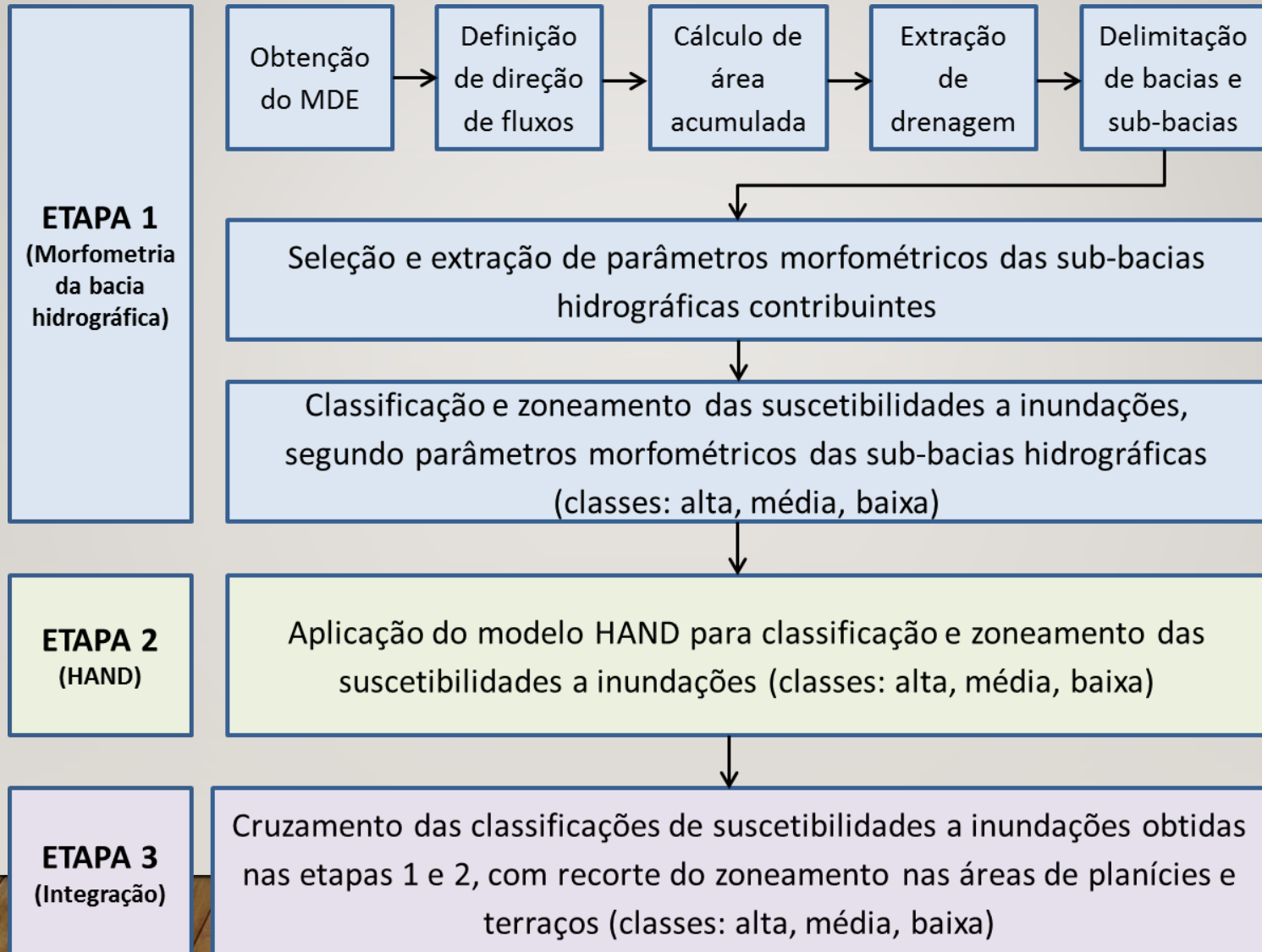
Classificação da suscetibilidade



Exemplos de resultados: Gaspar



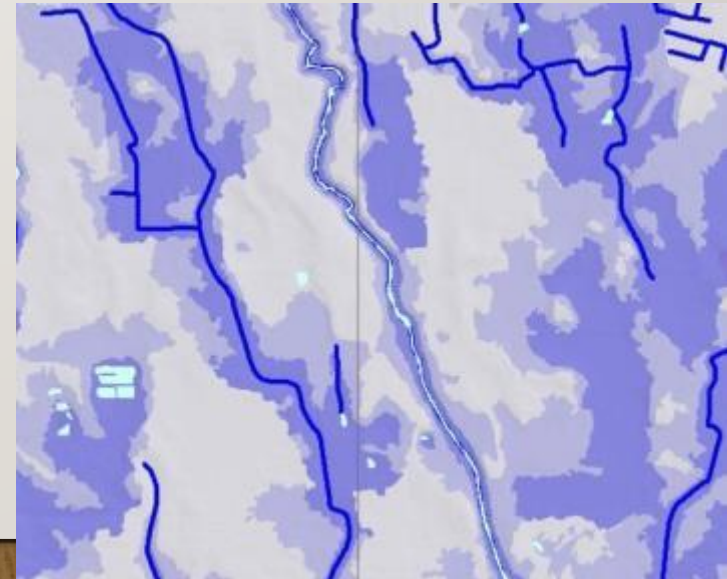
Inundações



Inundações

Etapa 3: integração dos resultados das duas etapas anteriores

1. Índices Morfométricos \ 2. Modelo HAND	2. Modelo HAND		
	Alta	Média	Baixa
Alta	Alta	Alta	Média
Média	Alta	Média	Baixa
Baixa	Média	Baixa	Baixa



Corridas de massa e enxurradas

Critérios para delimitação de áreas suscetíveis, segundo bacias de drenagem

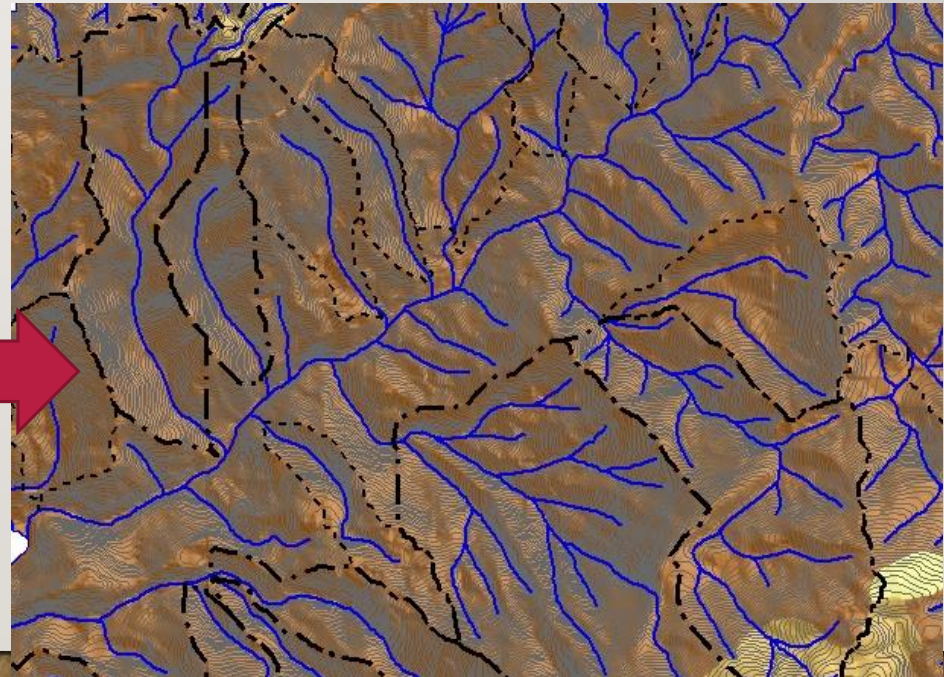
Kanji *et al.* (1997), Vieira *et al.* (1997), Gramani e Kanji (2000), Kanji *et al.* (2000), Ogura e Gramani (2000), Gramani e Kanji (2001), Kanji e Gramani (2001), Gramani (2001), Gramani e Augusto Filho (2004), Wilford (2004), Augusto Filho, Magalhães e Gramani (2005), Magalhães *et al.* (2005) e Fernandes (2013)

CORRIDAS DE MASSA

- Unidades de relevo serrano;
- Terrenos com alta suscetibilidade a deslizamentos;
- Amplitude > 500 metros;
- Bacias de drenagem com Área < 10 km²; e
- Índice de Melton (M), onde $M = \text{Amplitude} / \text{raiz quadrada da Área}$; que deve ser > 0,3).

ENXURRADAS

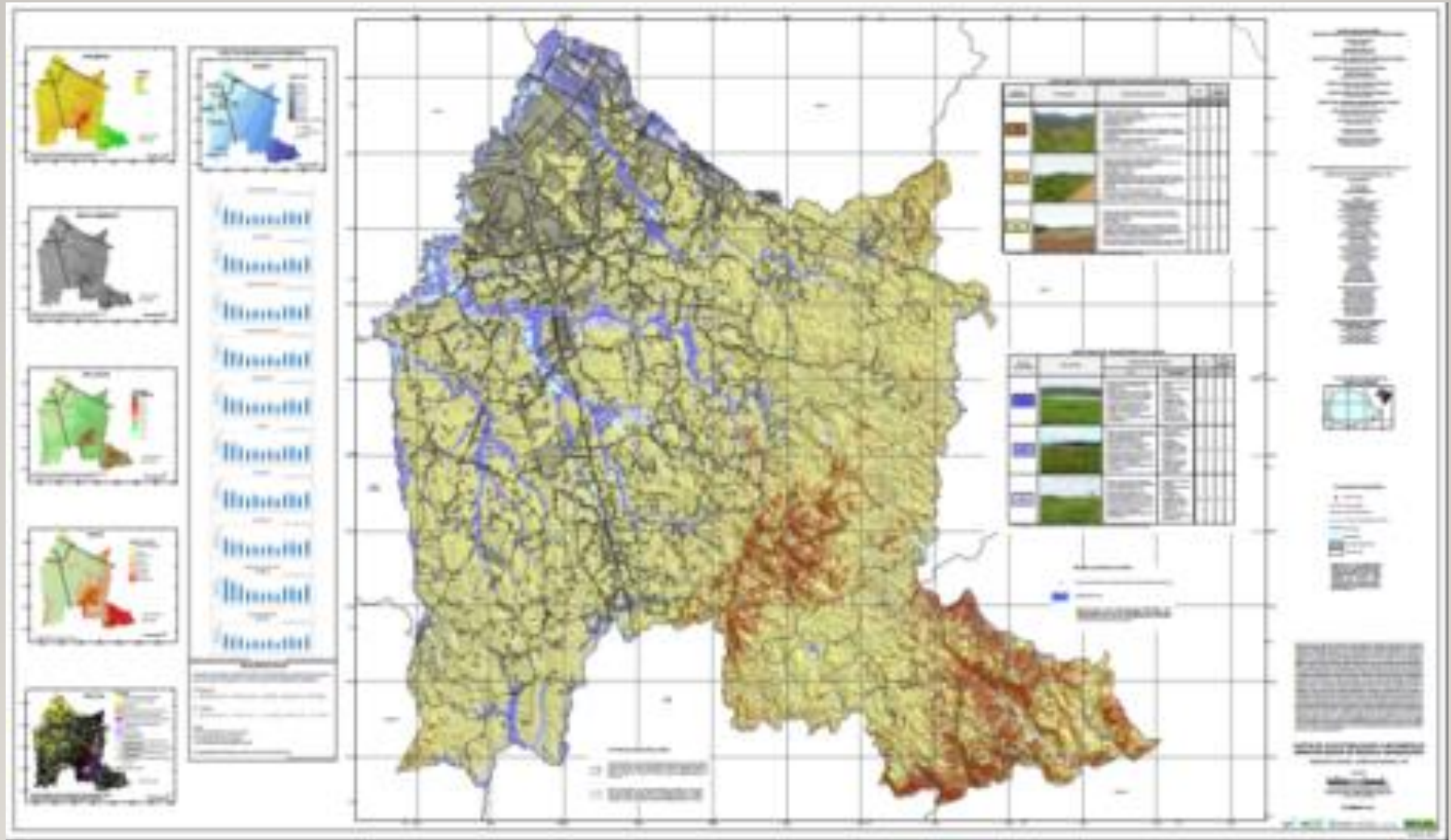
- Unidades de relevo serrano e/ou de morros altos;
- Amplitude > 300 metros;
- Bacias de drenagem com Área < 10 km².



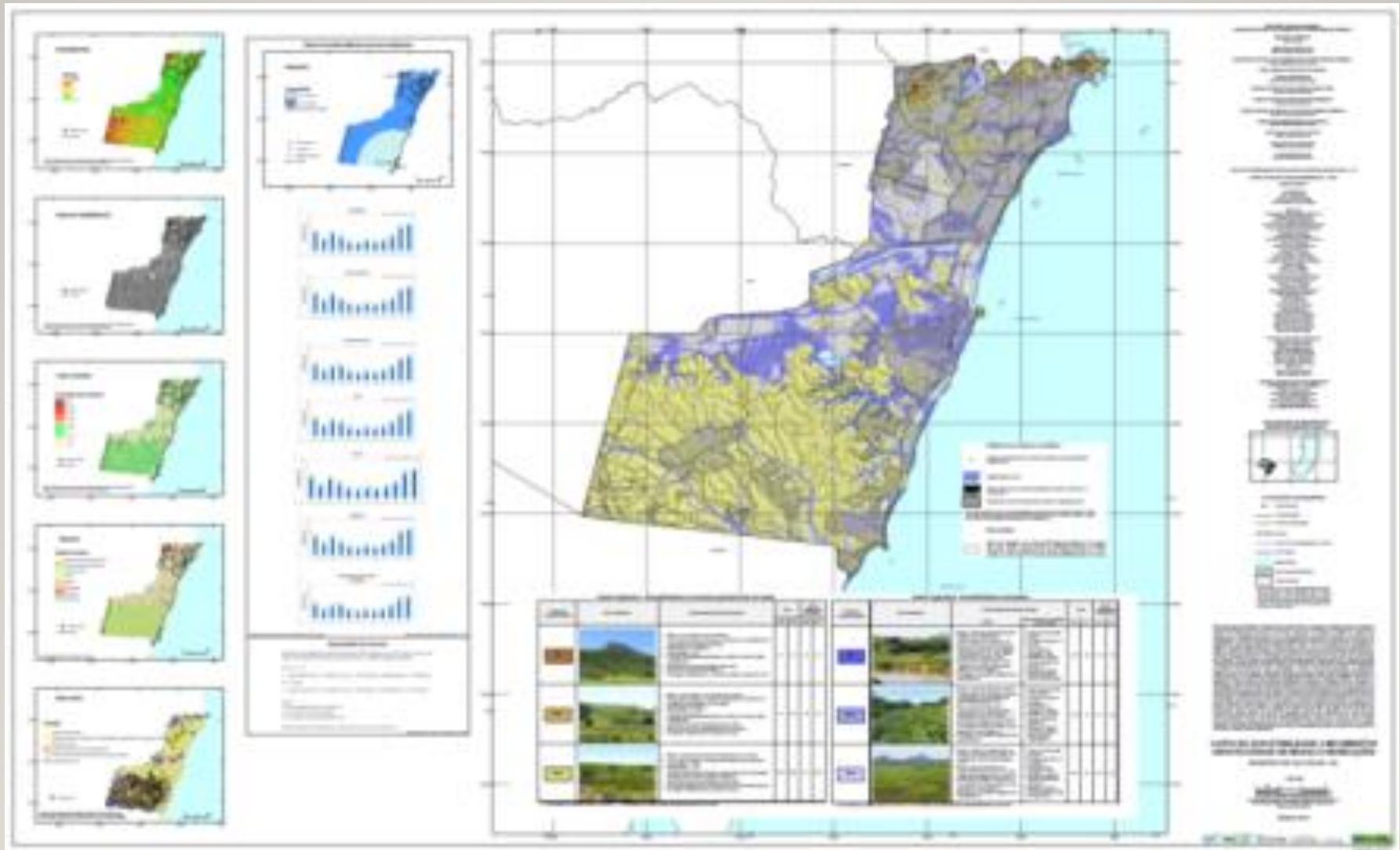
Informações gerais



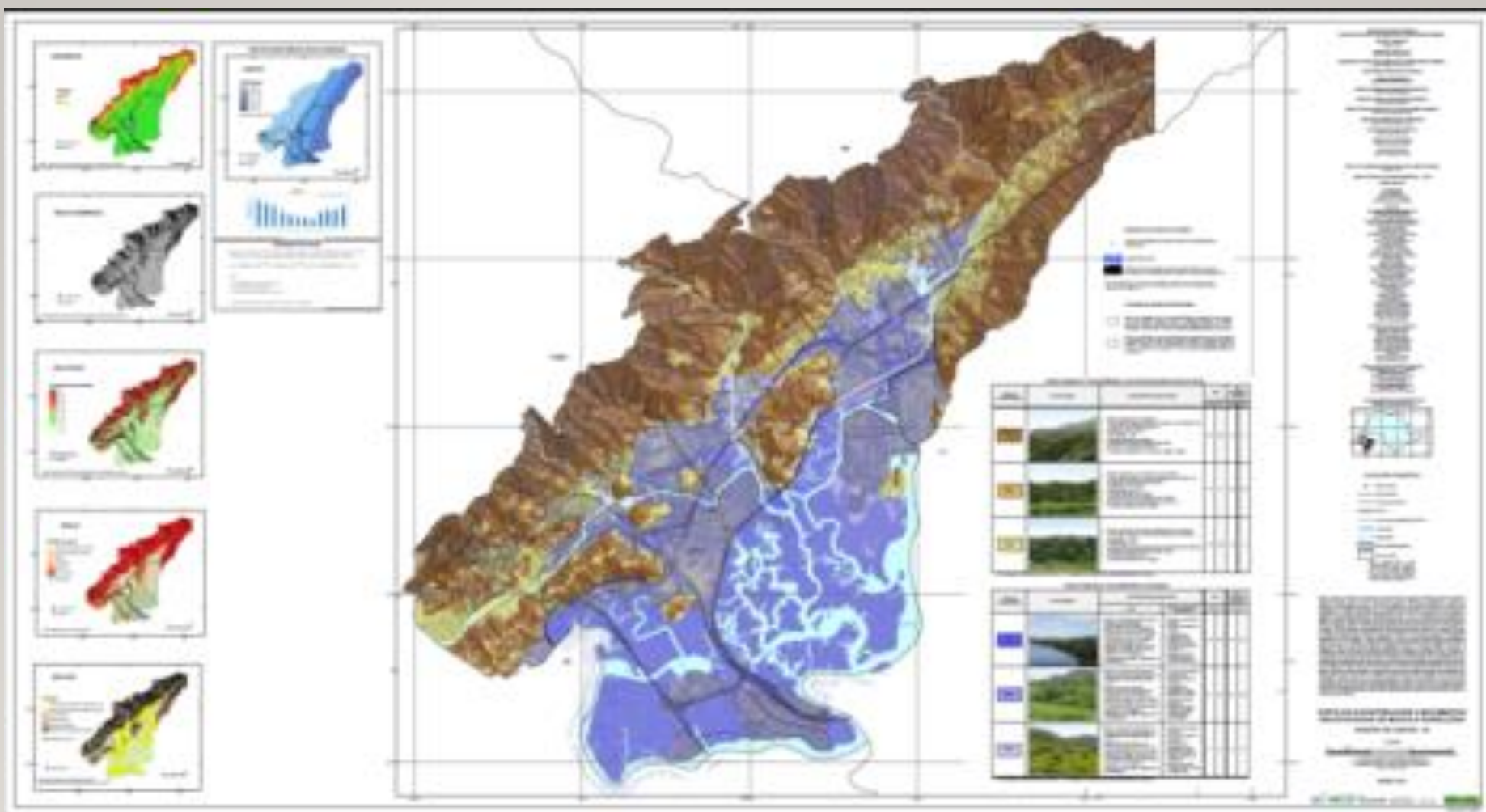
Carta síntese: comparabilidade



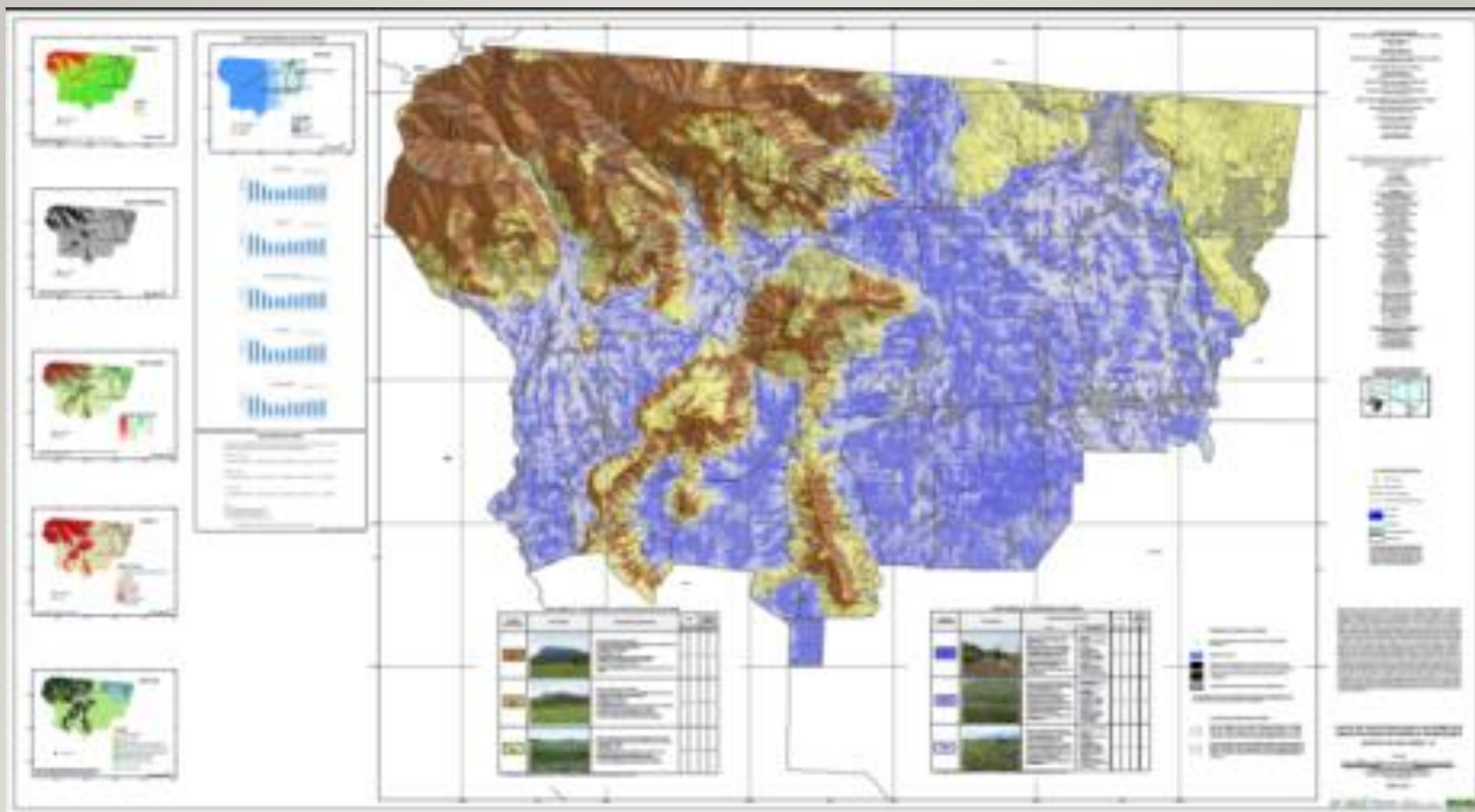
Carta síntese: comparabilidade



Carta síntese: comparabilidade



Carta síntese: comparabilidade



Classes e indicadores: deslizamentos

Quadro-legenda A - Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área		Área urbanizada/edificada	
			km ²	% (*)	km ²	% (**)
Alta		• Relevo: serras e morros altos; • Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; • Amplitudes: 50 a 500 m; • Declividades: > 25°; • Litologia: sedimentos arenosos e conglomerados, com intercalação de sedimentos silício-argilosos; • Densidade de lineamentos/estruturas: alta; • Solos: pouco evoluídos e rasos; e • Processos: deslizamento, corrida de massa, queda de rocha e rastejo.	94,9	37,5	0,8	7,6
Média		• Relevo: morros altos, morros baixos e morrotes; • Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; • Amplitudes: 30 a 100 m; • Declividades: 10 a 30°; • Litologia: gnaisses granulíticos ortoderivados com porções migmatíticas; • Densidade de lineamentos/estruturas: média; • Solos: evoluídos e moderadamente profundos; e • Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.	42,1	16,7	1,3	12,2
Baixa		• Relevo: planícies e terraços fluviais/marinhos e colinas; • Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; • Amplitudes: < 50 m; • Declividades: < 15°; • Litologia: cascalho, areia e argila de planícies aluvionares recentes; • Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; • Solos: aluviais/marinhos; evoluídos e profundos nas colinas; e • Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo.	115,9	45,8	8,6	80,2

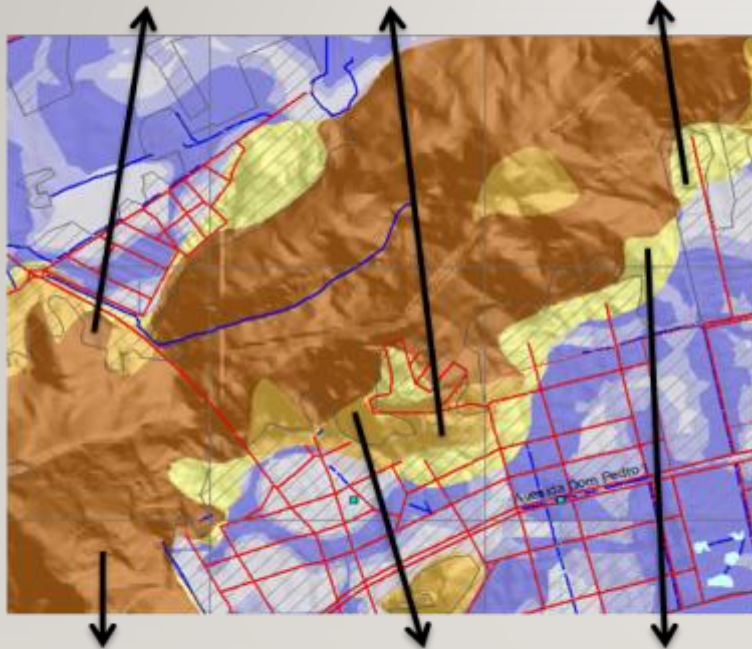
(*) Porcentagem em relação à área do município. (**) Porcentagem em relação à área urbanizada/edificada do município.

Diretrizes a desenvolver para Deslizamentos:

1. Área urbanizada em zona de **alta** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

2. Área urbanizada em zona de **média** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

3. Área urbanizada em zona de **baixa** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa



4. Área não urbanizada em zona de **alta** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

5. Área não urbanizada em zona de **média** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

6. Área não urbanizada em zona de **baixa** suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

1. Identificar perigos e estimar riscos ...;
2. Identificar perigos e, onde necessário, estimar riscos e elaborar carta de risco e plano de gerenciamento ...;
3. Avaliar influência da ocupação e, onde necessário, identificar perigos, estimar riscos e elaborar carta de risco e plano de gerenciamento ...;
4. Não ocupar ou, caso necessário, para usos não urbanos, ocupar mediante avaliação geotécnica, ...;
5. Ocupar mediante avaliação geotécnica, ...; e
6. Ocupar com medidas geotécnicas convencionais, ...

Classes e indicadores: inundações

Quadro-legenda B - Suscetibilidade a inundações

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km ²	% (*)	km ²	% (**)
Alta		- Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2°); - Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; - Altura de inundação: até 1,5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: grande; - Formato: tendendo a circular; - Densidade de drenagem: alta; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; e - Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.	60,4	23,9	2,5	23,4
Média		- Relevo: terraços fluviais/marinhas baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5°); - Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; - Altura de inundação: entre 1,5 e 2,5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: intermediária; - Formato: circular a alongado; - Densidade de drenagem: média; - Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.	17,2	6,8	1,4	13,1
Baixa		- Relevo: terraços fluviais/marinhas altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5°); - Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; - Altura de inundação: acima de 2,5 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: pequena; - Formato: tendendo a alongado; - Densidade de drenagem: baixa; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.	5,6	2,2	0,5	47

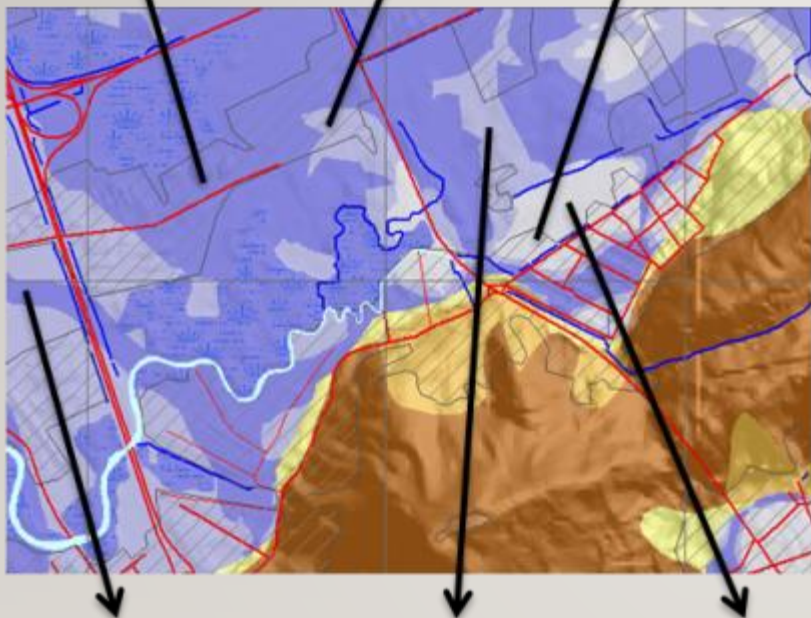
(*) Porcentagem em relação à área do município. (**) Porcentagem em relação à área urbanizada/edificada do município.

Diretrizes a desenvolver para Inundações:

1. Área urbanizada em zona de alta suscetibilidade a inundação

2. Área urbanizada em zona de média suscetibilidade a inundação

3. Área urbanizada em zona de baixa suscetibilidade a inundação



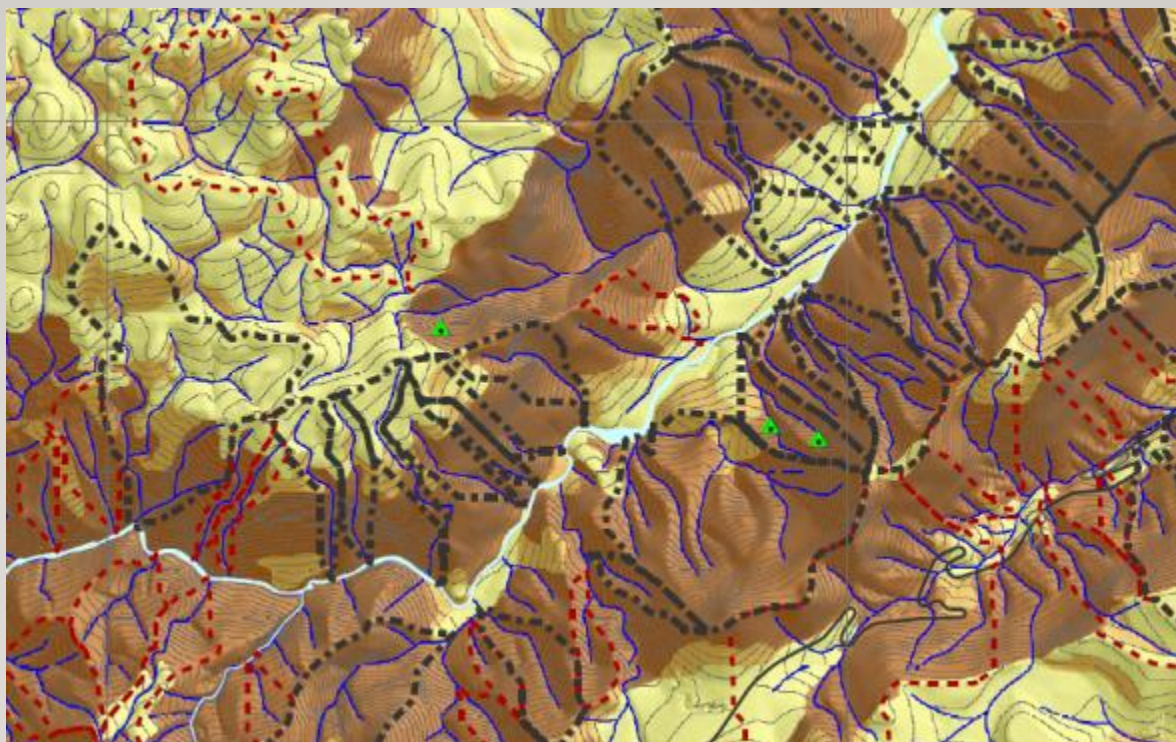
4. Área não urbanizada em zona de alta suscetibilidade a inundação

5. Área não urbanizada em zona de média suscetibilidade a inundação

6. Área não urbanizada em zona de baixa suscetibilidade a inundação

1. Identificar perigos e estimar riscos ...;
2. Identificar perigos e, onde necessário, estimar riscos ...;
3. Avaliar a influência da ocupação e, onde necessário, identificar perigos, estimar riscos ...;
4. Não ocupar ou, caso necessário, para usos não urbanos, ocupar somente com medidas fundamentadas em avaliação hidrológico-hidráulica ...;
5. Ocupar somente com medidas fundamentadas em avaliação hidrológico-hidráulica ...; e
6. Ocupar com medidas hidrológico-hidráulicas convencionais ...

Corridas de massa e enxurradas



Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de corrida de massa e enxurrada, que podem atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, solapamento de talude marginal (incide em 7,4% da área do município e 0,4% da área urbanizada/edificada do município)

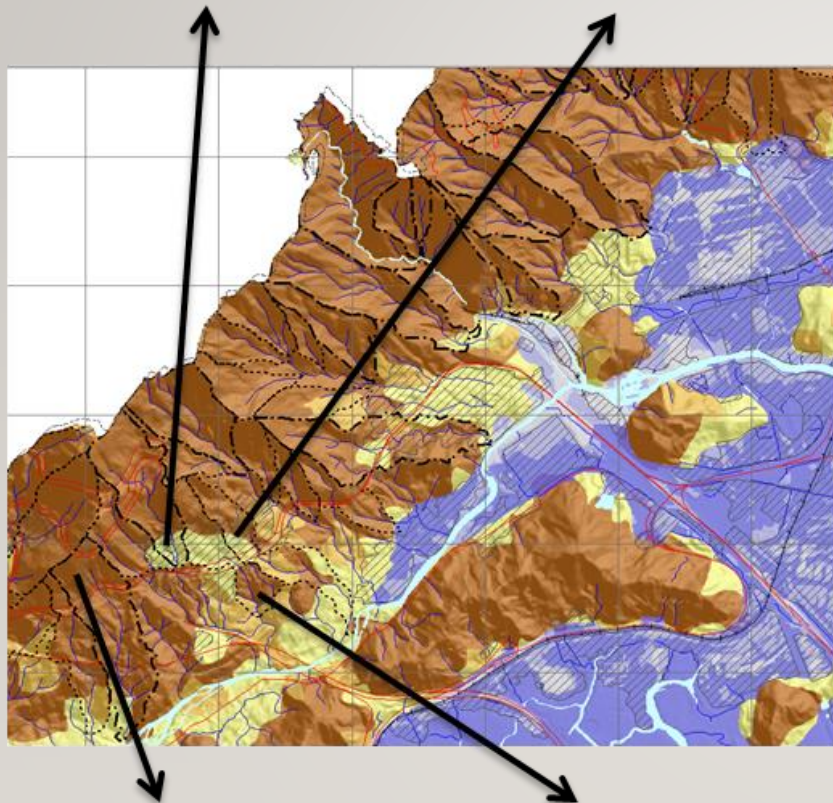


Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de enxurrada, que pode atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, solapamento de talude marginal (incide em 5,6% da área do município e 0,2% da área urbanizada/edificada do município)

Diretrizes a desenvolver para Corridas e Enxurradas:

1. Área urbanizada em bacia de drenagem suscetível a corridas de massa e enxurradas

2. Área urbanizada em bacia de drenagem suscetível a enxurradas



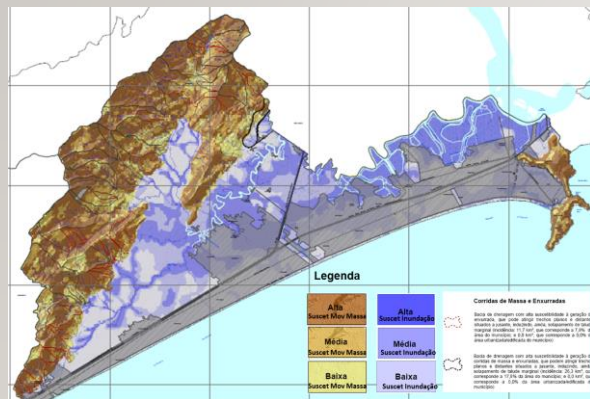
3. Área não urbanizada em bacia drenagem suscetíveis a corridas de massa e enxurradas

4. Área não urbanizada em bacia de drenagem suscetíveis a enxurradas

1 e 2 - Identificar perigos e estimar riscos na bacia de drenagem e em terrenos a jusante ...; e

3 e 4 - Realizar mapeamento detalhado do provável desenvolvimento dos processos na bacia de drenagem, incluindo terrenos a jusante ...

CARTA DE SUSCETIBILIDADE



ESCALA 1: 25.000

Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (Lei Lehmann)

- Subsídios à elaboração/revisão da Lei de parcelamento e uso do solo

Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade)

- Subsídios à elaboração/revisão do Macrozoneamento ou Perímetro urbano

Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002

- Subsídios aos Zoneamento ecológico-econômico - ZEE

**Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997
Lei Estadual 7.663/1991**

- Política Federal e Estadual de Recursos Hídricos: Planos de Bacia

Planos Municipais em geral

- Plano Municipal da Mata Atlântica, Área potencial de risco à ocupação, etc.

[Carta geotécnicas de aptidão à urbanização

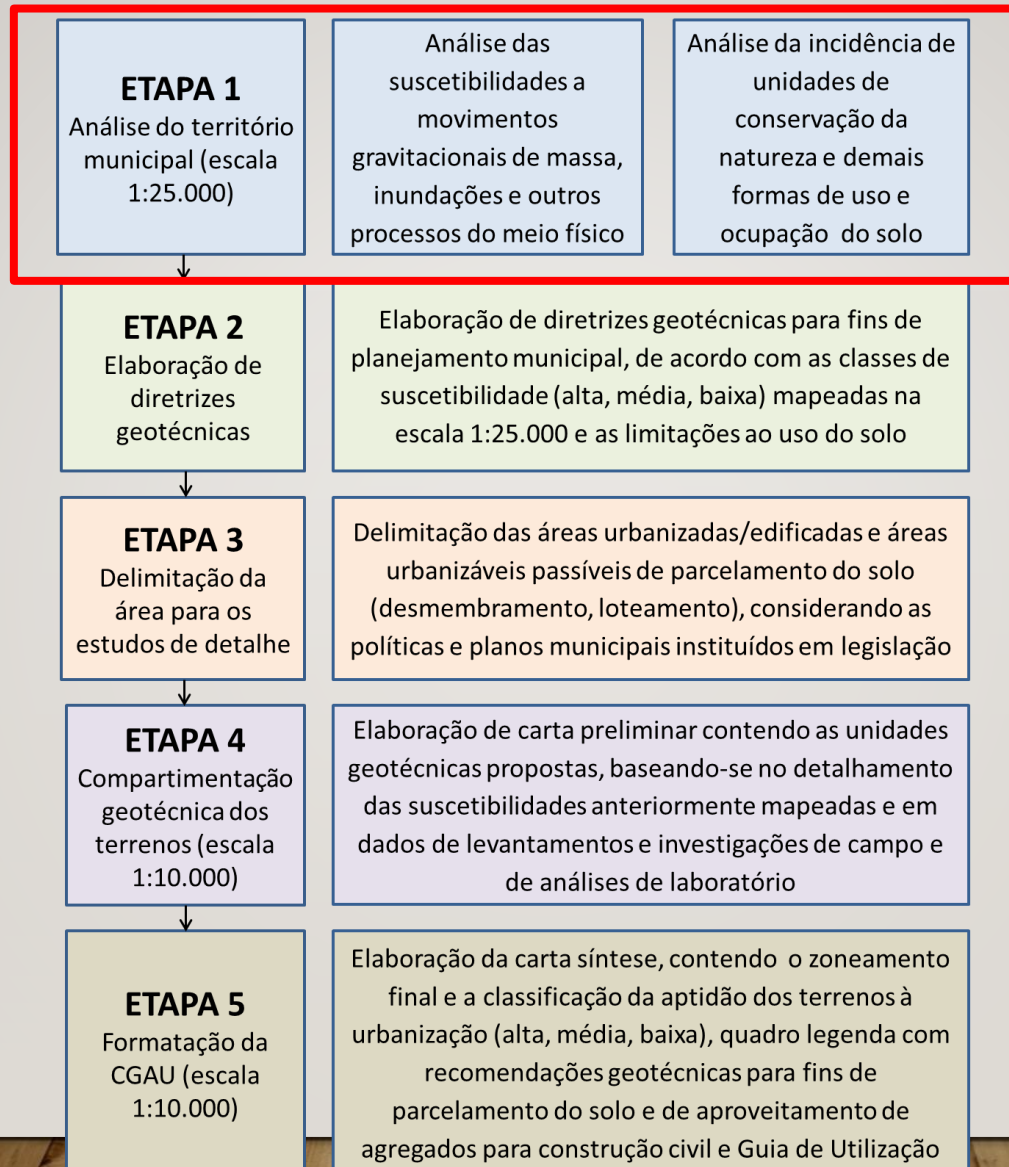
-
- Objetivo principal: dar suporte à indicação de áreas urbanas adequadas aos usos urbanos e ainda não ocupadas, existentes no interior do perímetro urbano ou em áreas de expansão urbana.

Fonte: Canil et al. (2018)

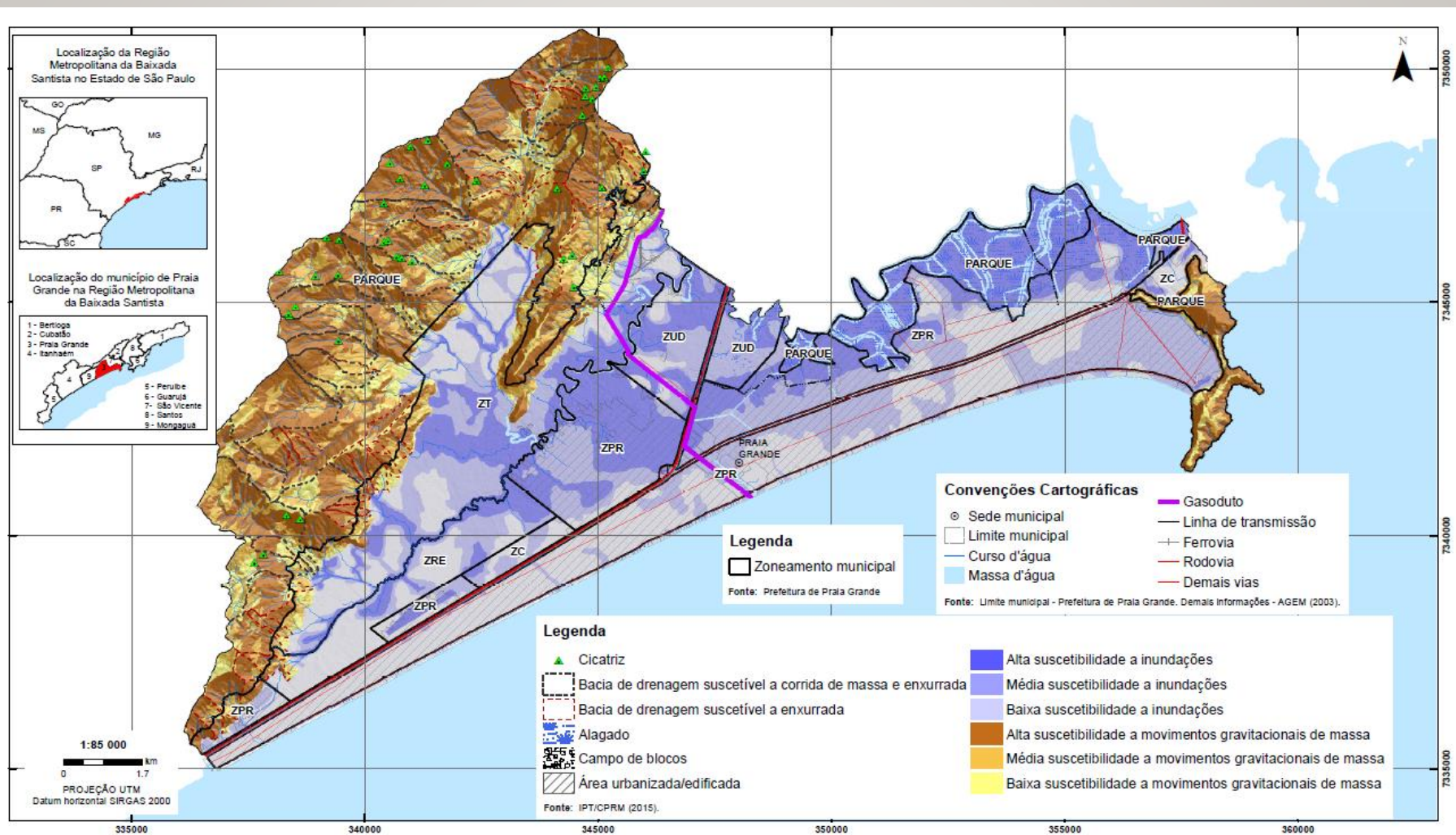
-
- Utiliza a área de expansão urbana definida no Plano Diretor. Caos não tenha a área definida a escolha se dará a partir das áreas com a menor suscetibilidade aos processos do meio físico relevantes (deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos).
 - Deve-se considerar as alterações dos processos pela ocupação existente.
 - Considera também as Unidades de Conservação (UCs) ou áreas igualmente protegidas por leis.

Fonte: Canil et al. (2018)

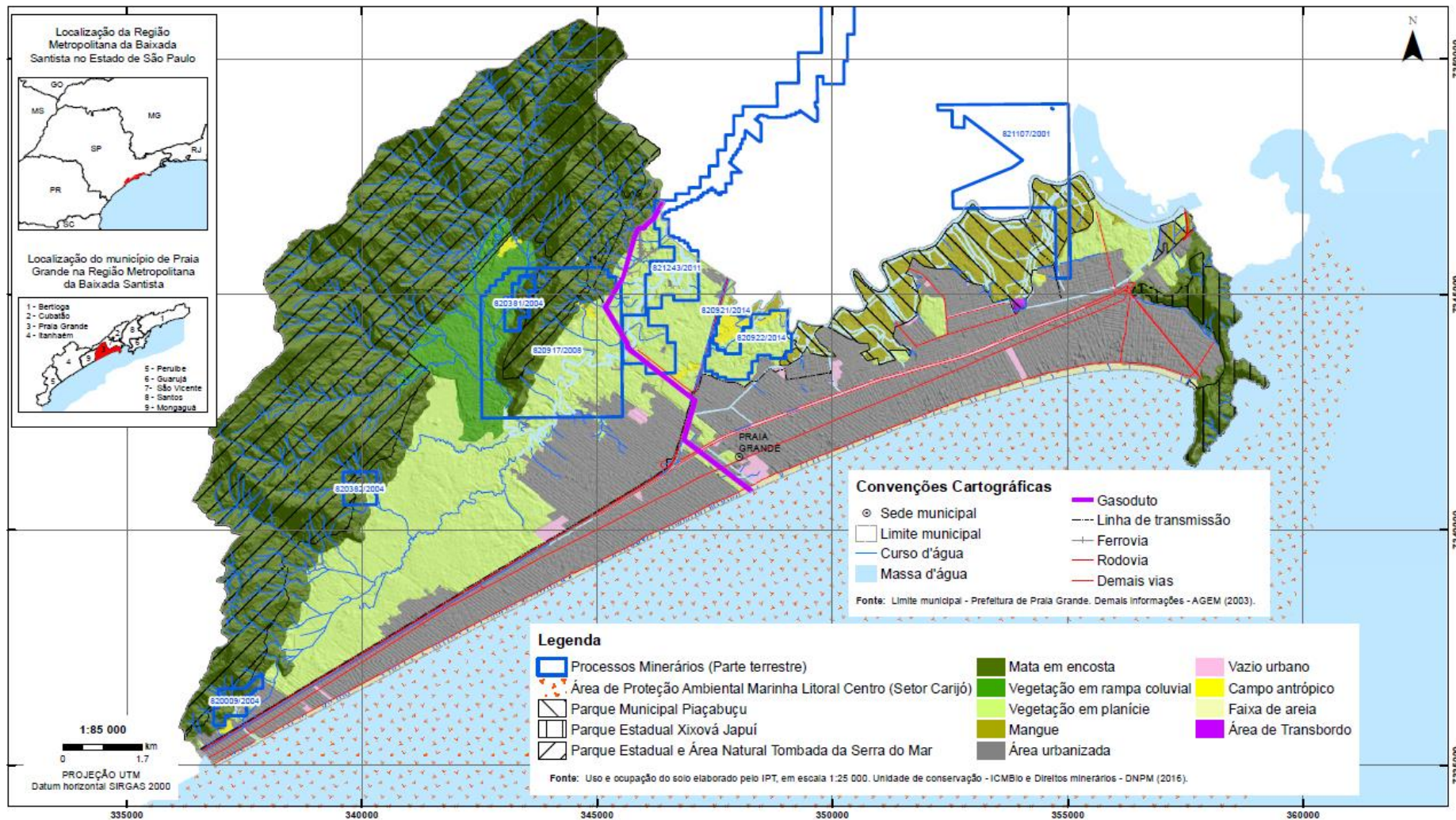
CGAU Praia Grande/SP: etapas e procedimentos

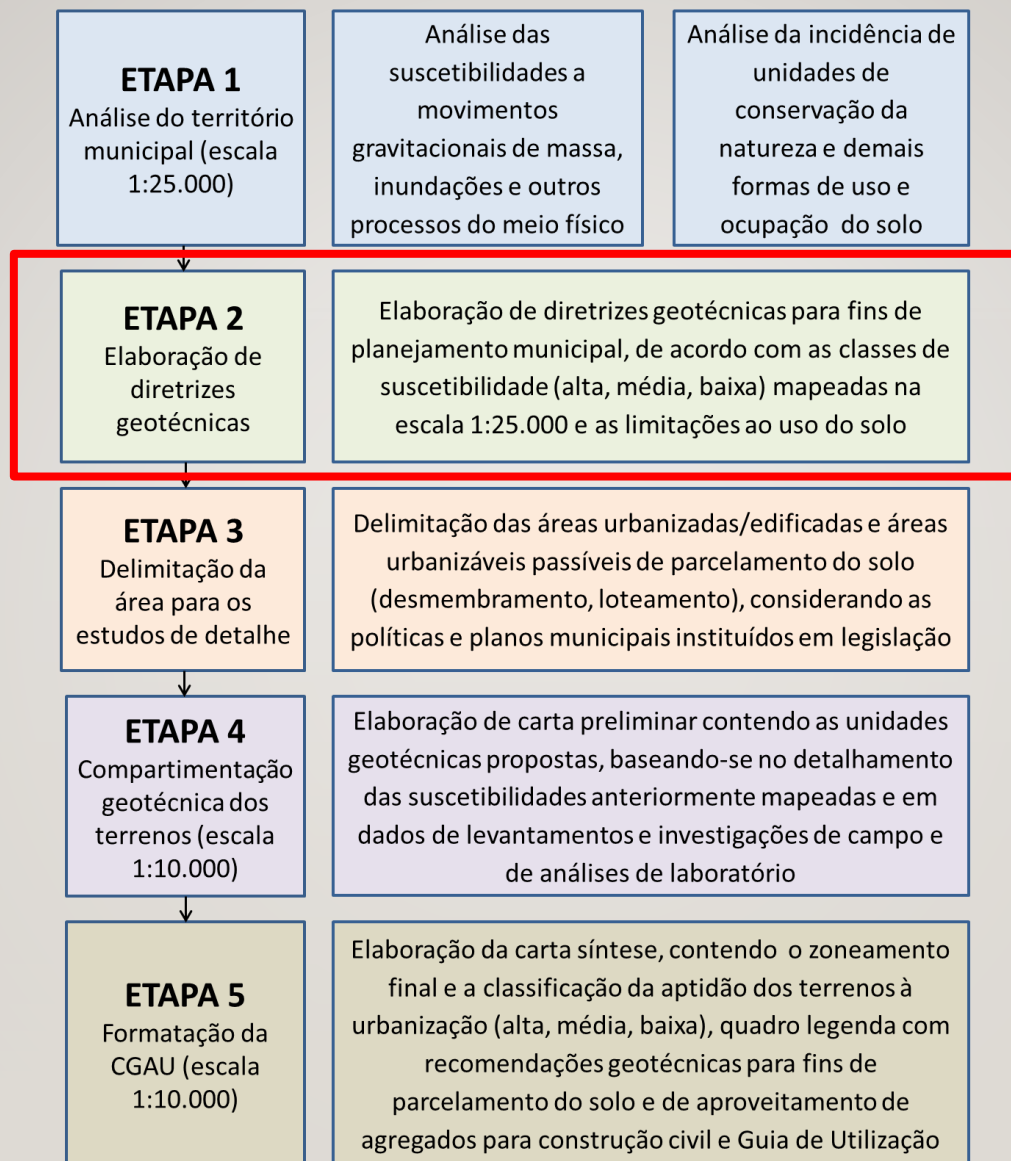


Zoneamento municipal vs. suscetibilidades



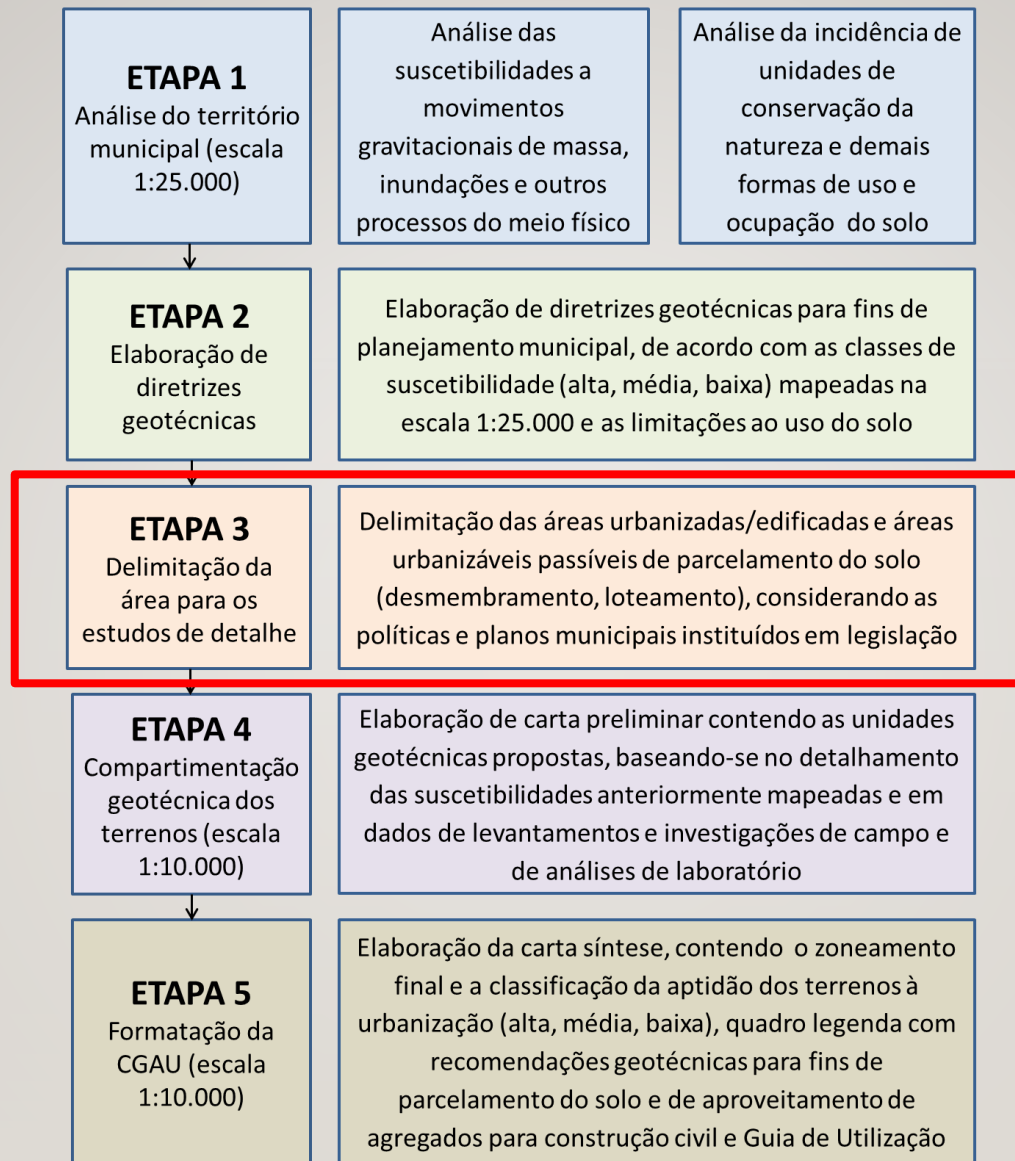
Uso do solo



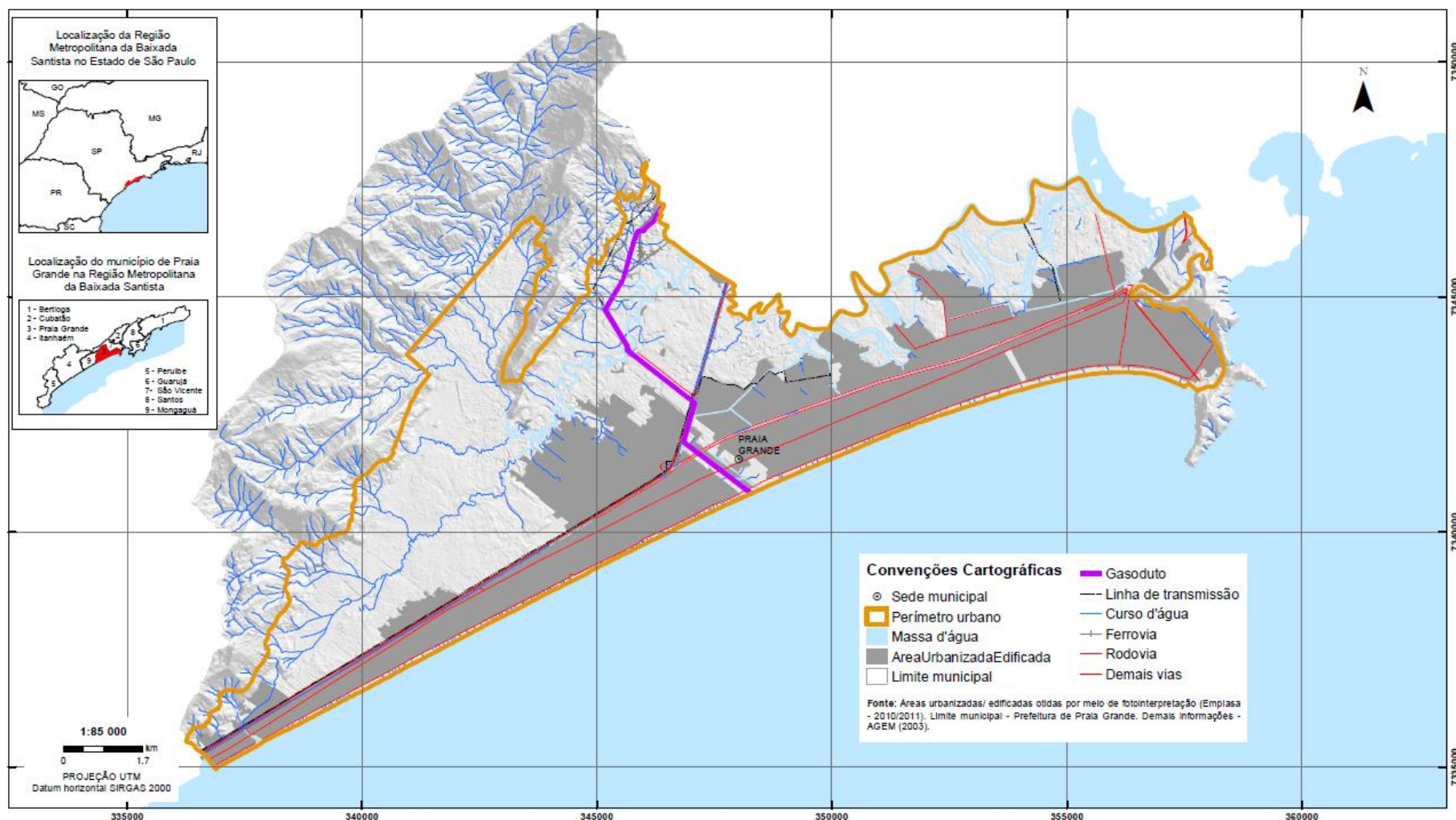


Situação-tipo	Diretrizes ao uso do solo	Diretrizes ao planejamento territorial
Área urbanizada em zona de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Realizar identificação de perigos e estimativa de risco em setores delimitados, compreendendo as zonas de alta suscetibilidade e também os terrenos a jusante sujeitos a atingimento, produzindo-se cartas de risco e planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais.	Reduzir riscos, priorizando a qualificação urbana e/ou recuperação ambiental, tanto no âmbito da zona de alta suscetibilidade quanto na área de atingimento potencial a jusante. Nos casos em que a redução de riscos seja considerada inviável, proceder à realocação da população e indicar a zona e a área a jusante como áreas a proteger ou destinadas a usos não urbanos, preferencialmente de interesse turístico, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental. Essa situação ocorre de forma localizada no município, predominantemente em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual do Xixová-Japu) ou próxima a essas UCs (Zona de Transição - ZT).
Área urbanizada em zona de média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Realizar identificação de perigos e, onde necessário, estimar os riscos e elaborar carta de risco e plano de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais.	Reduzir riscos, priorizando a qualificação urbana e/ou recuperação ambiental, especialmente no âmbito da zona de média suscetibilidade. Nos casos em que a redução de riscos seja considerada inviável, proceder à realocação da população e indicar a zona como área a proteger ou destinada a usos não urbanos, preferencialmente de interesse turístico, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental. Essa situação ocorre de forma localizada no município, predominantemente em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual do Xixová-Japu) ou próxima a essas UCs (Zona de Transição - ZT).
Área urbanizada em zona de baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Avaliar a influência da ocupação no grau de suscetibilidade dos terrenos e, onde necessário, identificar perigos, estimar riscos e elaborar carta de risco e plano de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais.	Reduzir riscos, priorizando a qualificação urbana nos setores de risco baixo, podendo-se aprimorar os serviços de infraestrutura e os serviços públicos essenciais, de forma compatível com os condicionantes geológico-geotécnicos e de relevo dos terrenos, bem como com as limitações legais. Essa situação ocorre de forma localizada no município, predominantemente em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual do Xixová-Japu) ou próxima a essas UCs (Zona de Transição - ZT).
Área não urbanizada em zona de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Não ocupar ou, caso necessário, para usos específicos e não urbanos, ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a geometria e a estabilidade dos terrenos.	A ocupação e expansão urbana no âmbito da zona e da área de atingimento potencial a jusante devem ser evitadas. Essa zona e a área a jusante podem ser categorizadas como áreas a proteger (Parque ou UC) ou destinadas a usos não urbanos, preferencialmente usos de interesse turístico, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental. Essa situação ocorre em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual do Xixová-Japu) ou em usos associados a serviços de apoio urbano, ecoturismo na Serra do Mar e lazer contemplativo (Zona de Transição - ZT). Ocorre também em setores da Zona Residencial Especial (ZRE), Zona Predominantemente Residencial (ZPR), ao sul do município, e Zona de Transição (ZT), todas nas bordas do Parque Estadual da Serra do Mar. Essas ocorrências coincidem, ainda, com a porção a jusante de bacias suscetíveis a enxurradas, potencializando os efeitos cumulativos, fato que deve ser considerado na ocupação do território.
Área não urbanizada em zona de média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a geometria e a estabilidade dos terrenos.	A ocupação e expansão urbana no âmbito da zona e da área de atingimento potencial a jusante devem ser evitadas. Caso estejam próximas de áreas urbanas consolidadas servidas de infraestrutura, podem ser incorporadas às áreas de expansão, desde que as futuras ocupações não afetem a geometria e a estabilidade dos terrenos. Caso estejam distantes de áreas urbanas consolidadas, devem destinar-se, preferencialmente, à ocupação de baixa densidade, compatíveis com a infraestrutura existente; ou a usos não urbanos (interesse turístico, rural, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental). Essa situação ocorre em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual do Xixová-Japu) e em usos associados a serviços de apoio urbano, ecoturismo na Serra do Mar e lazer contemplativo (Zona de Transição). Ocorre também em setores da Zona de Transição (ZT), Zona Residencial Especial (ZRE) e Zona Predominantemente Residencial (ZPR), ao sul do município, nas bordas do Parque Estadual da Serra do Mar, coincidindo com a porção a jusante de bacias suscetíveis a corridas e enxurradas, potencializando os efeitos cumulativos, fato que deve ser considerado na ocupação do território.
Área não urbanizada em zona de baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Ocupar mediante execução de medidas geotécnicas convencionais, restringindo-se as modificações que possam afetar a geometria e a estabilidade dos terrenos.	A ocupação e expansão urbana no âmbito da zona podem ser adotadas, principalmente em áreas contíguas às áreas urbanas consolidadas, de forma a reduzir intervenções e custos de implantação da infraestrutura urbana e de serviços públicos essenciais e considerando os condicionantes geológico-geotécnicos e de relevo dos terrenos, bem como as limitações legais. Essa situação ocorre em partes da Zona de Transição (ZT), Zona Residencial Especial (ZRE) e Zona Predominantemente Residencial (ZPR), ao sul do município, nas bordas do Parque Estadual da Serra do Mar. Apesar da condição relativamente mais adequada à expansão urbana, algumas porções coincidem com áreas a jusante de bacias suscetíveis a enxurradas, potencializando os efeitos cumulativos, fato que deve ser considerado na ocupação do território.

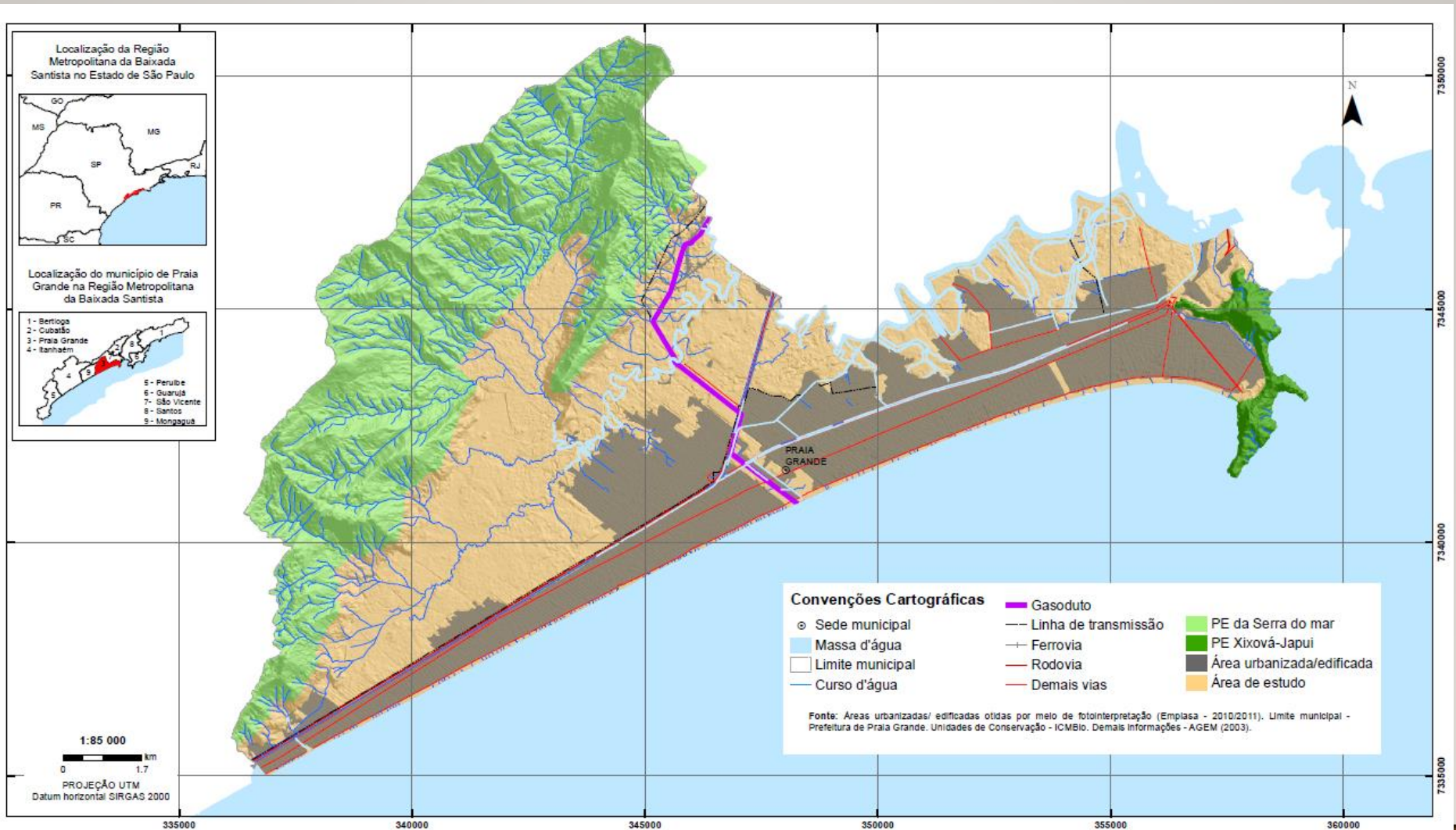
Situação-tipo	Diretrizes ao uso do solo	Diretrizes ao planejamento territorial
Área urbanizada em bacia de drenagem suscetível a corrida de massa e enxurrada	Realizar identificação de perigos e estimativa de riscos, no âmbito da bacia de drenagem suscetível a corridas de massa e enxurradas e compreendendo também os terrenos a jusante sujeitos ao impacto destrutivo dos processos, produzindo-se carta de risco e plano de gerenciamento de riscos, indicando a necessidade de remoção de habitações que ocupam setores de risco, e a execução de outras medidas preventivas estruturais e não estruturais.	Reduzir riscos, priorizando a qualificação urbana e/ou recuperação ambiental, tanto no âmbito da zona quanto na área potencial de atingimento. Se a redução de riscos se mostrar inviável, proceder à realocação da população e indicar a zona e a área a jusante como áreas a proteger ou destinadas a usos não urbanos, preferencialmente de interesse turístico, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental. A maior parte das bacias de drenagem suscetíveis ocorre em UC de Proteção Integral (Parque Estadual da Serra do Mar). No entanto, setores localizados da Zona Predominantemente Residencial (ZPR), ao sul do município, Zona Residencial Especial (ZRE) e Zona de Transição (ZT) estão sujeitos aos processos, fato que deve ser considerado na ocupação do território.
Área urbanizada em bacia de drenagem suscetível a enxurrada	Realizar identificação de perigos e estimativa de riscos, no âmbito da bacia de drenagem suscetível a enxurradas e compreendendo também os terrenos a jusante sujeitos ao impacto destrutivo dos processos, produzindo-se carta de risco e plano de gerenciamento de riscos, indicando a necessidade de remoção de habitações que ocupam setores de risco, e a execução de outras medidas preventivas estruturais e não estruturais.	
Área não urbanizada em bacia de drenagem suscetível a corrida de massa e enxurrada	Realizar mapeamento detalhado do desenvolvimento provável de corridas de massa e enxurradas, compreendendo também os terrenos planos e distantes situados a jusante das bacias suscetíveis, com a setorização das áreas que podem ser severamente atingidas, de modo a indicar a não ocupação desses compartimentos. Caso necessário, para usos específicos e não urbanos, realizar análise de riscos correspondente, produzindo-se plano de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais fundamentadas em rigorosa avaliação geotécnica e hidrológico-hidráulica.	A ocupação da zona e da área de atingimento a jusante devem ser evitadas, priorizando sua destinação como áreas a proteger ou destinadas a usos não urbanos, preferencialmente de interesse turístico, ecológico, paisagístico ou de preservação ambiental. Essa situação ocorre em relação a setores da Zona de Transição (ZT) e da Zona Residencial Especial (ZRE). Caso se identifique ameaça à segurança individual e coletiva de moradores e no entorno desses setores, essa situação deve ser considerada quando da revisão do atual zoneamento municipal.
Área não urbanizada em bacia de drenagem suscetível a enxurrada	Realizar mapeamento detalhado do desenvolvimento provável de enxurradas, compreendendo também os terrenos planos e distantes situados a jusante das bacias suscetíveis, com a setorização das áreas que podem ser severamente atingidas, de modo a indicar a não ocupação desses compartimentos. Caso necessário, para usos específicos e não urbanos, realizar análise de riscos correspondente, produzindo-se plano de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica.	

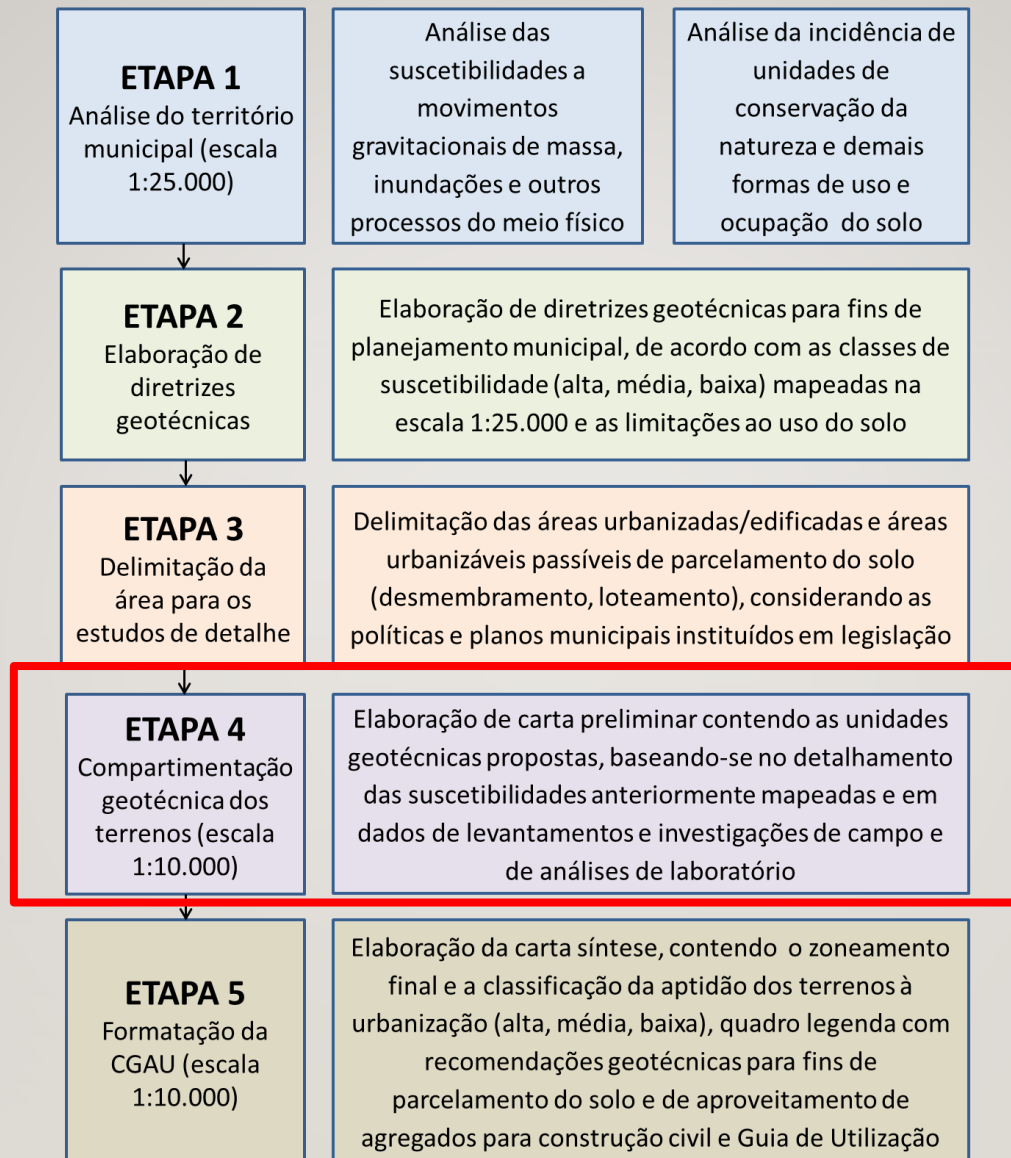


Perímetro urbano e área urbanizada/edificada

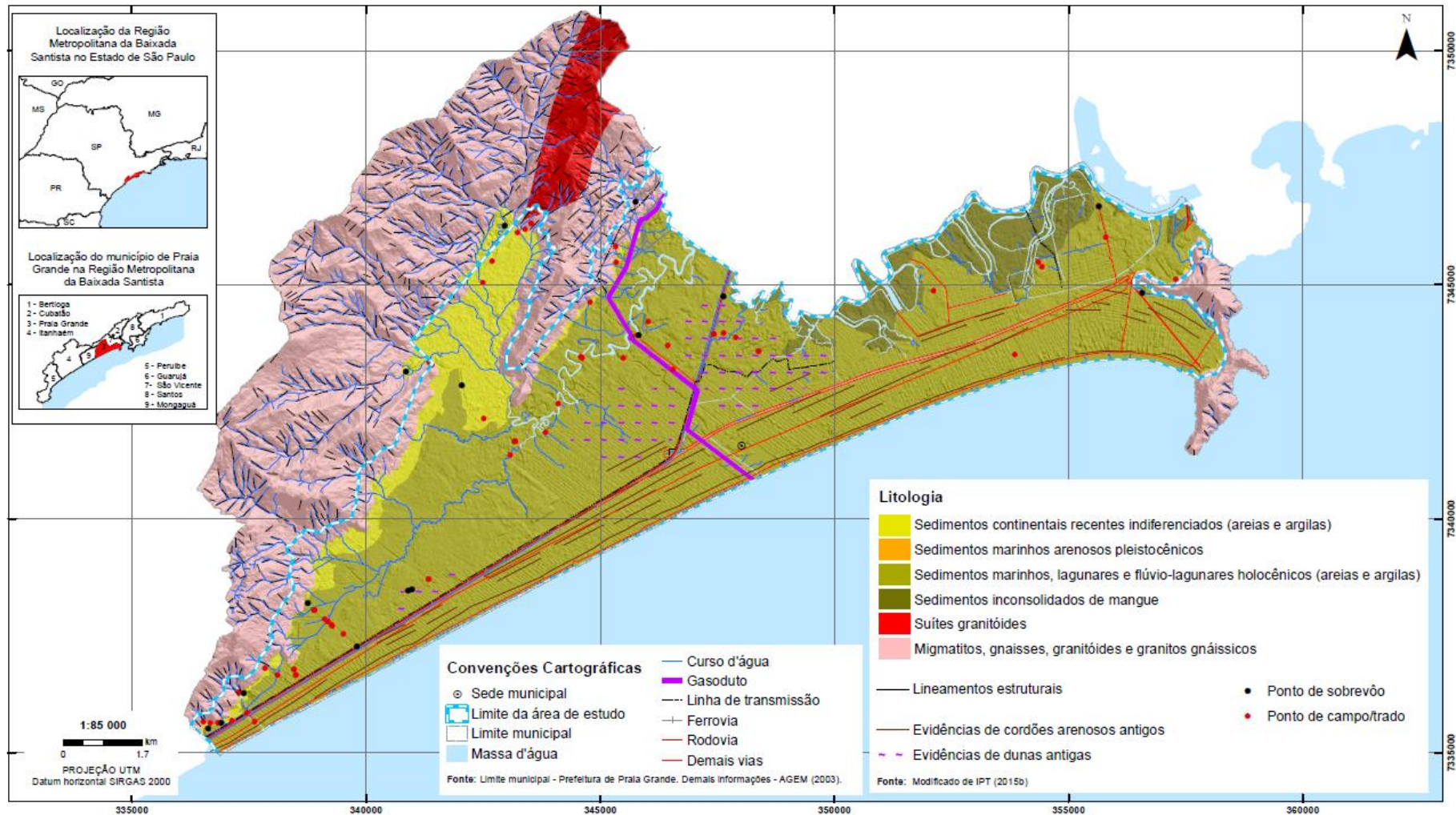


Área de estudo (para fins de detalhe em 1:10.000)

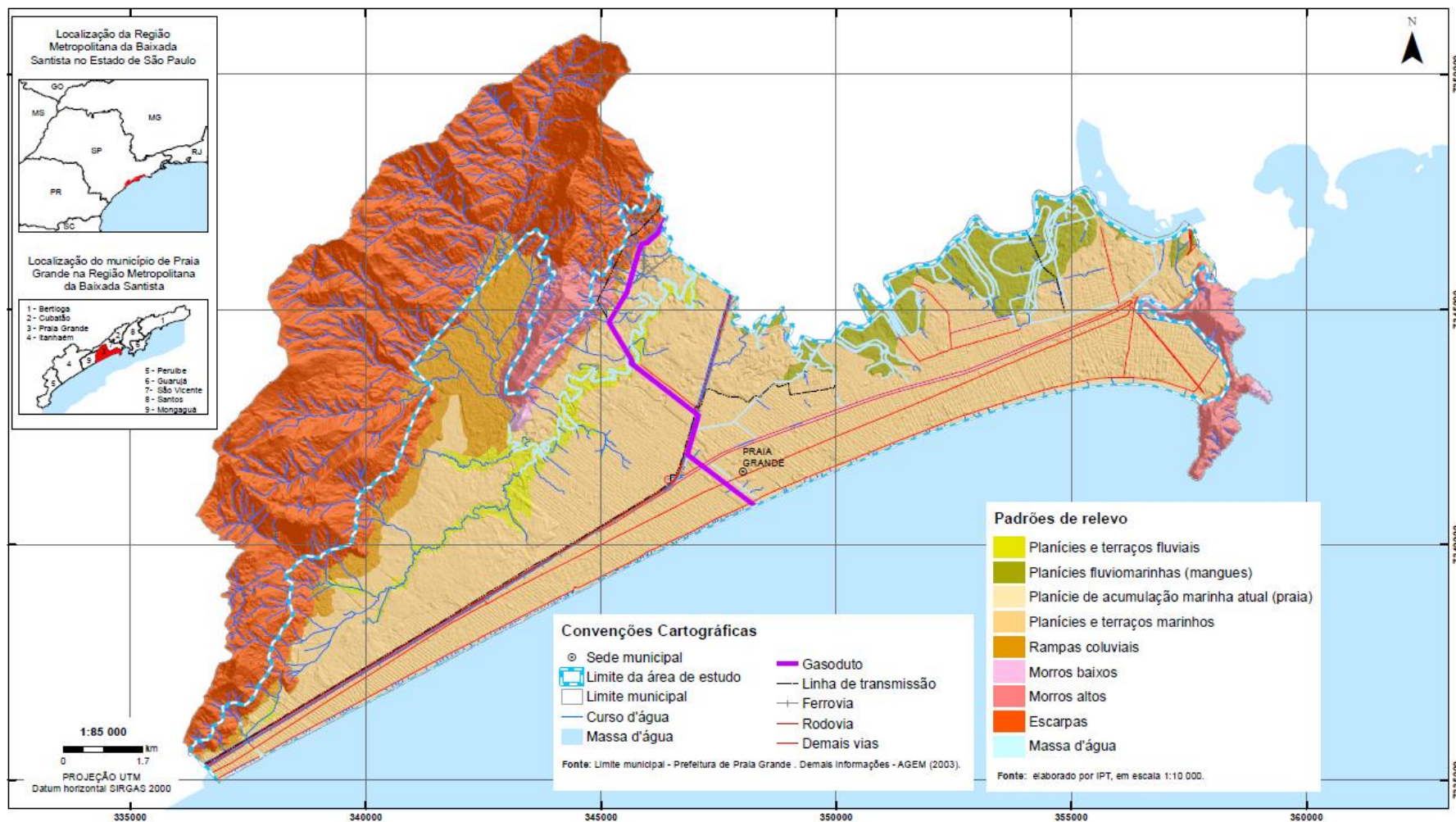




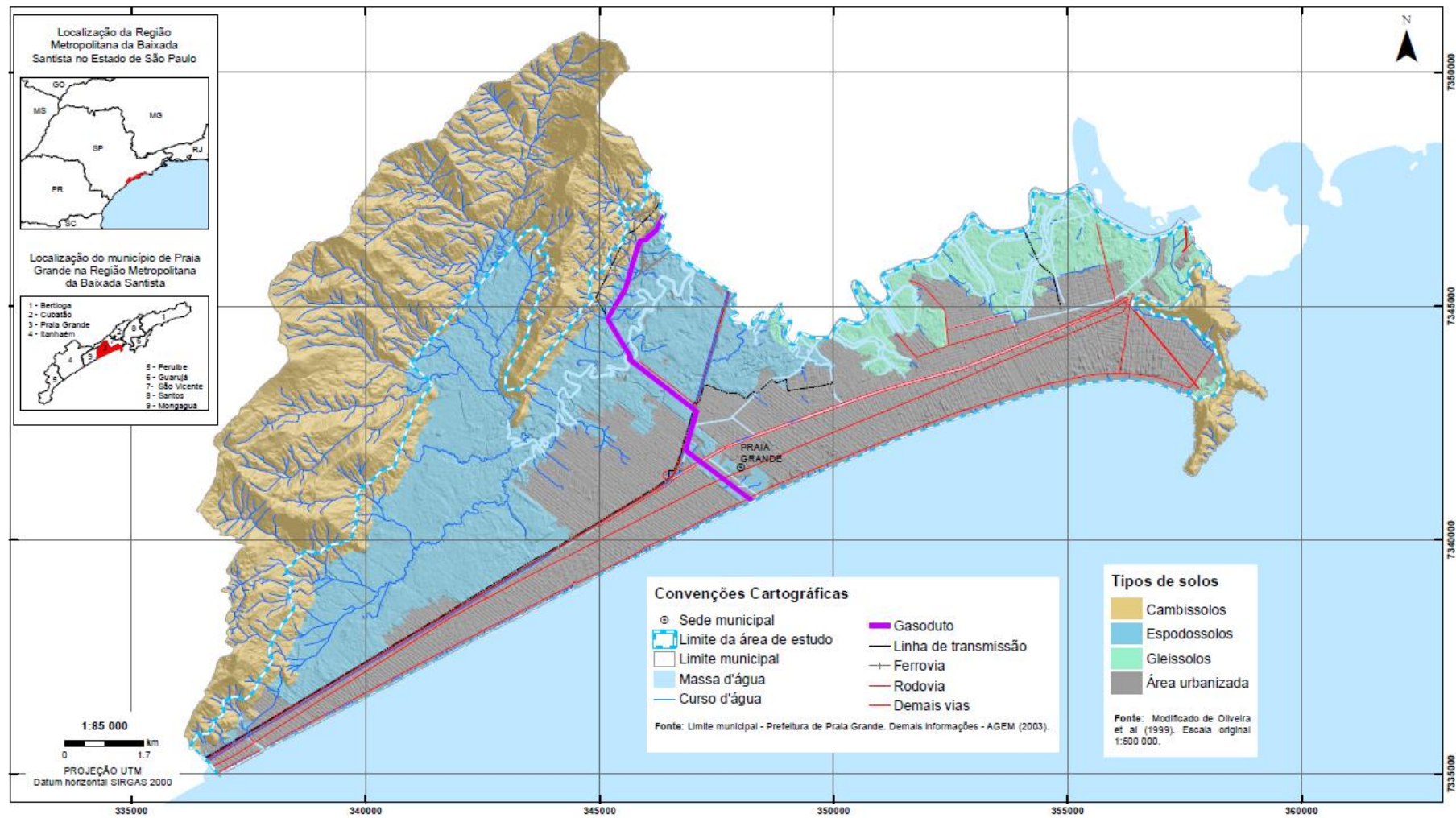
Geologia



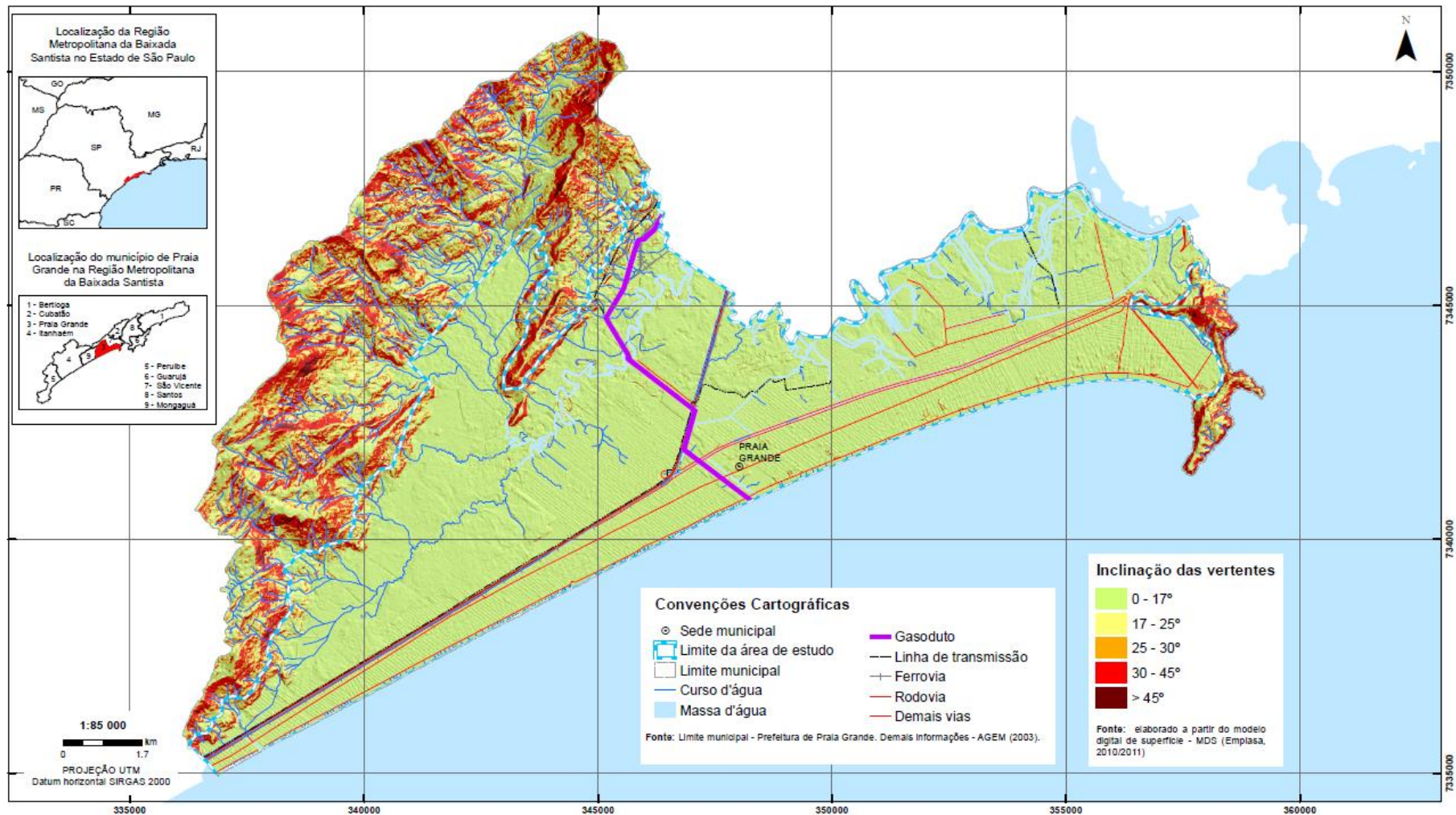
Relevo



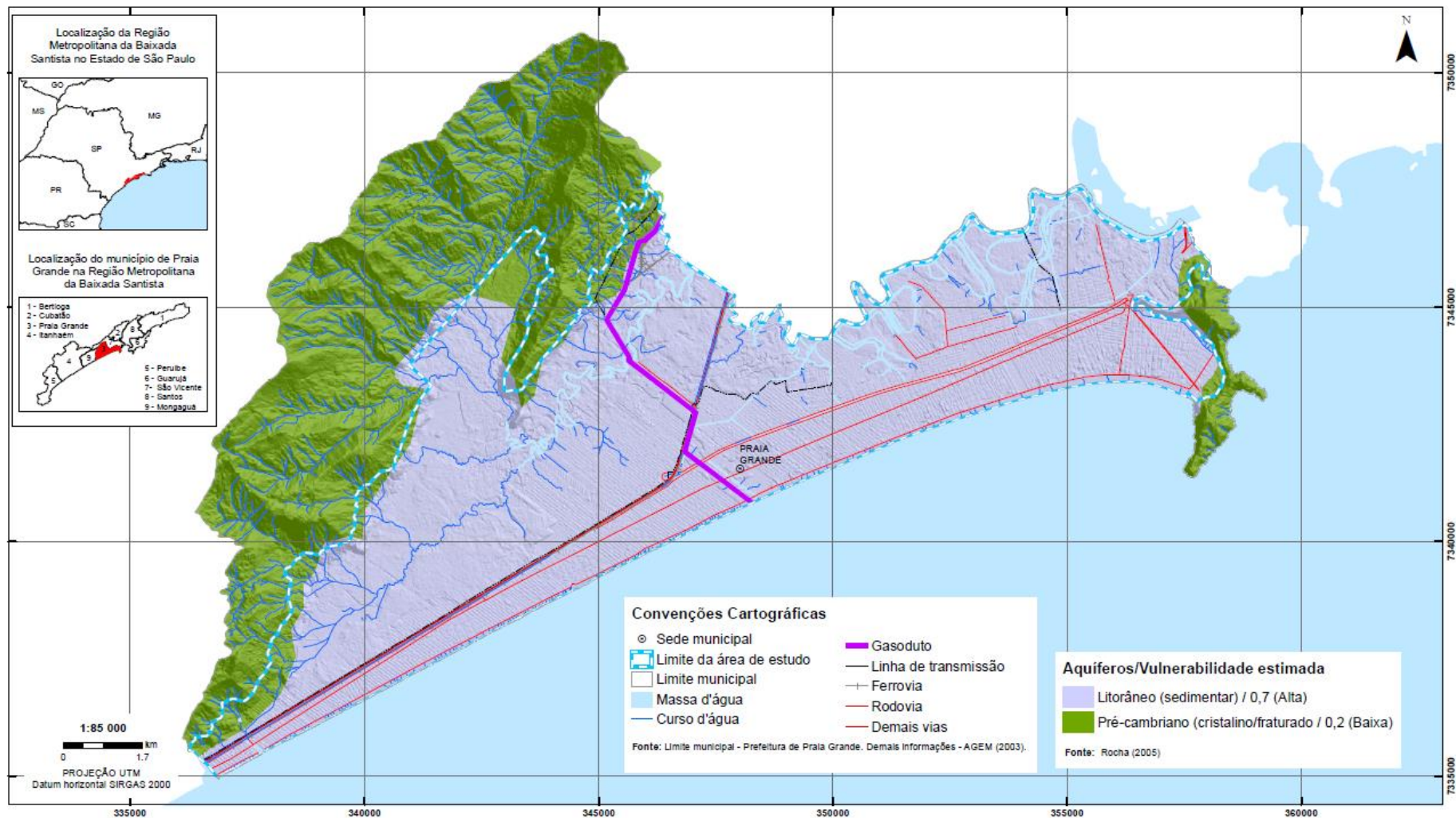
Pedologia



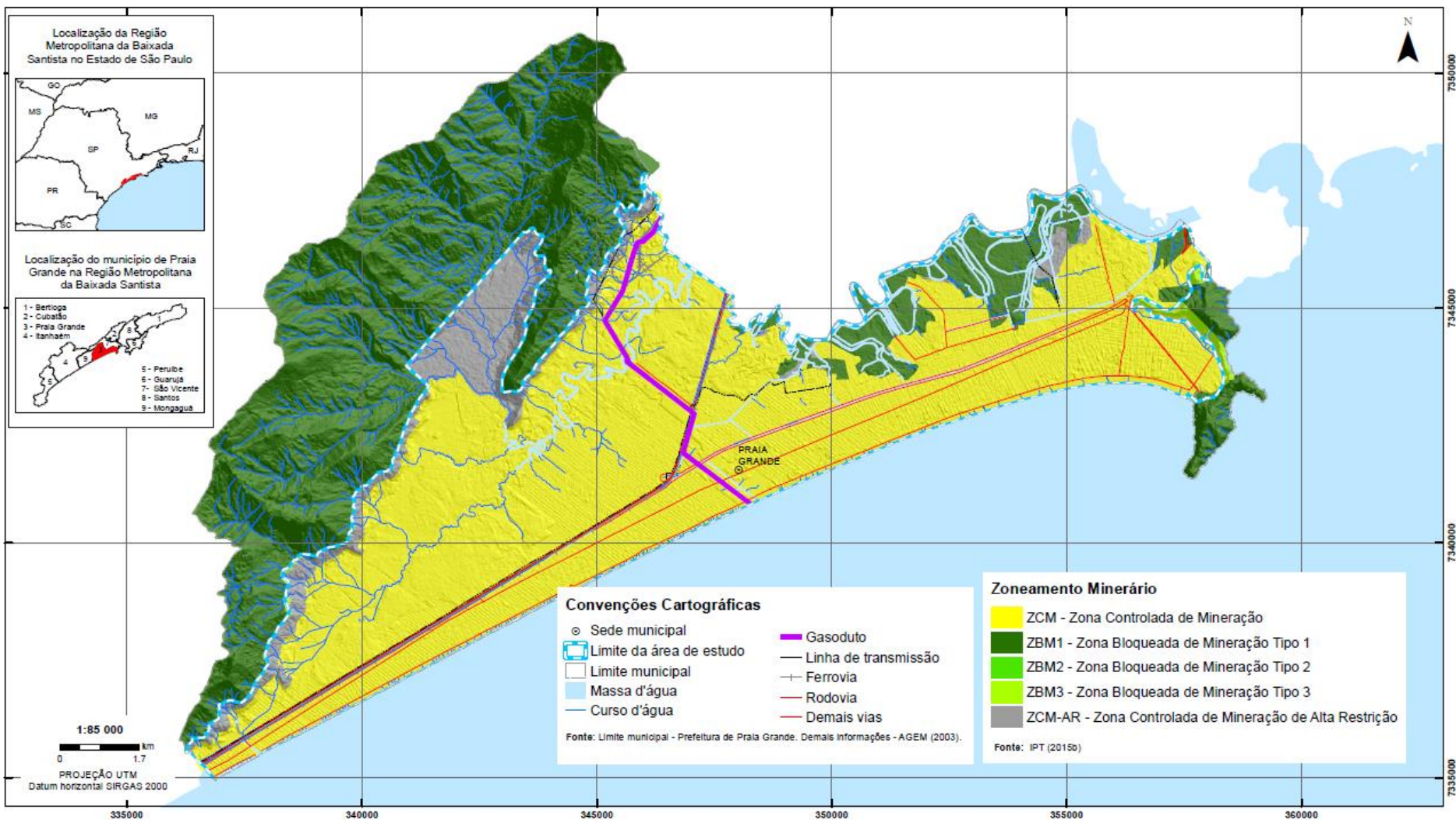
Declividade



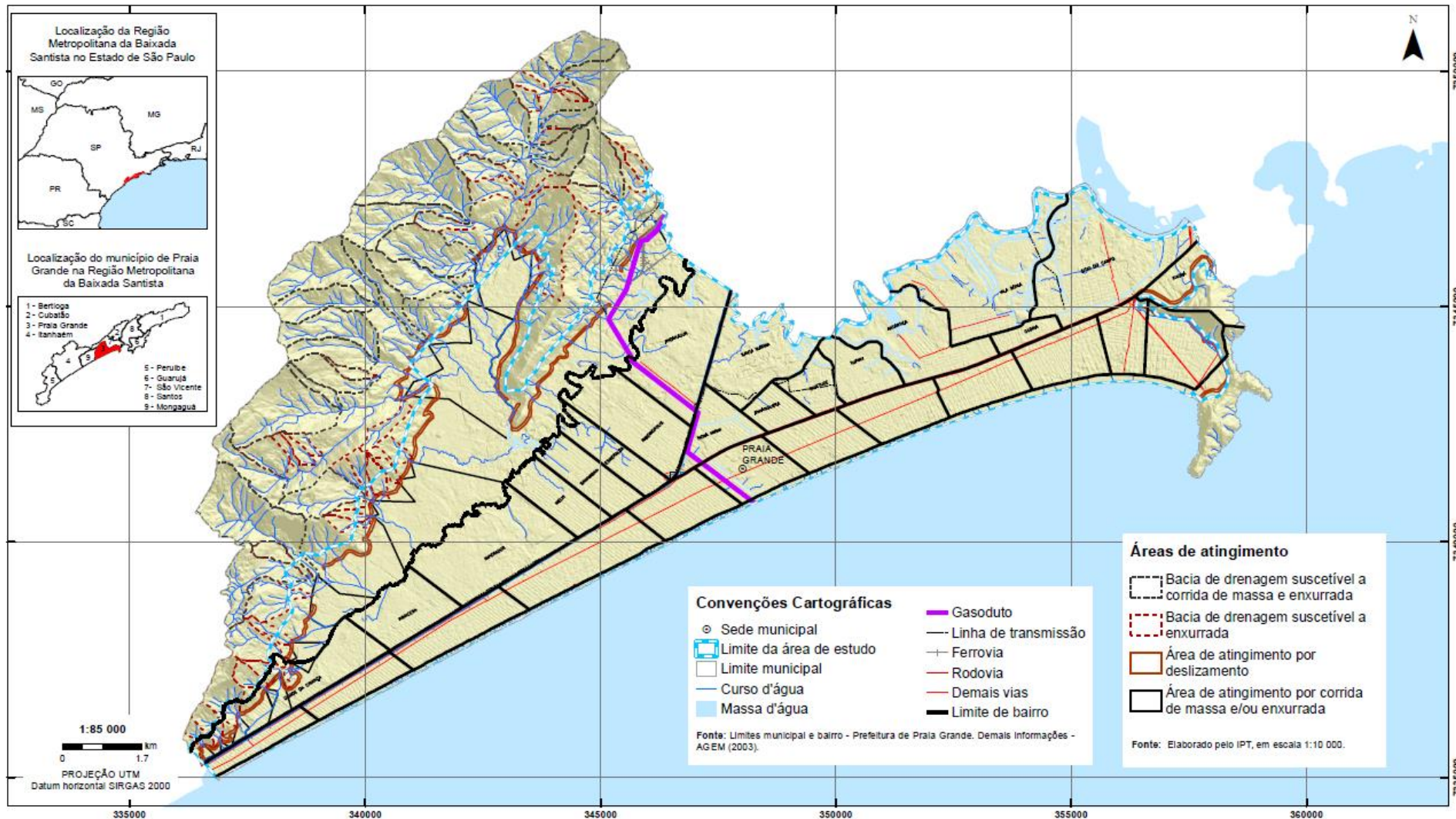
Aquíferos



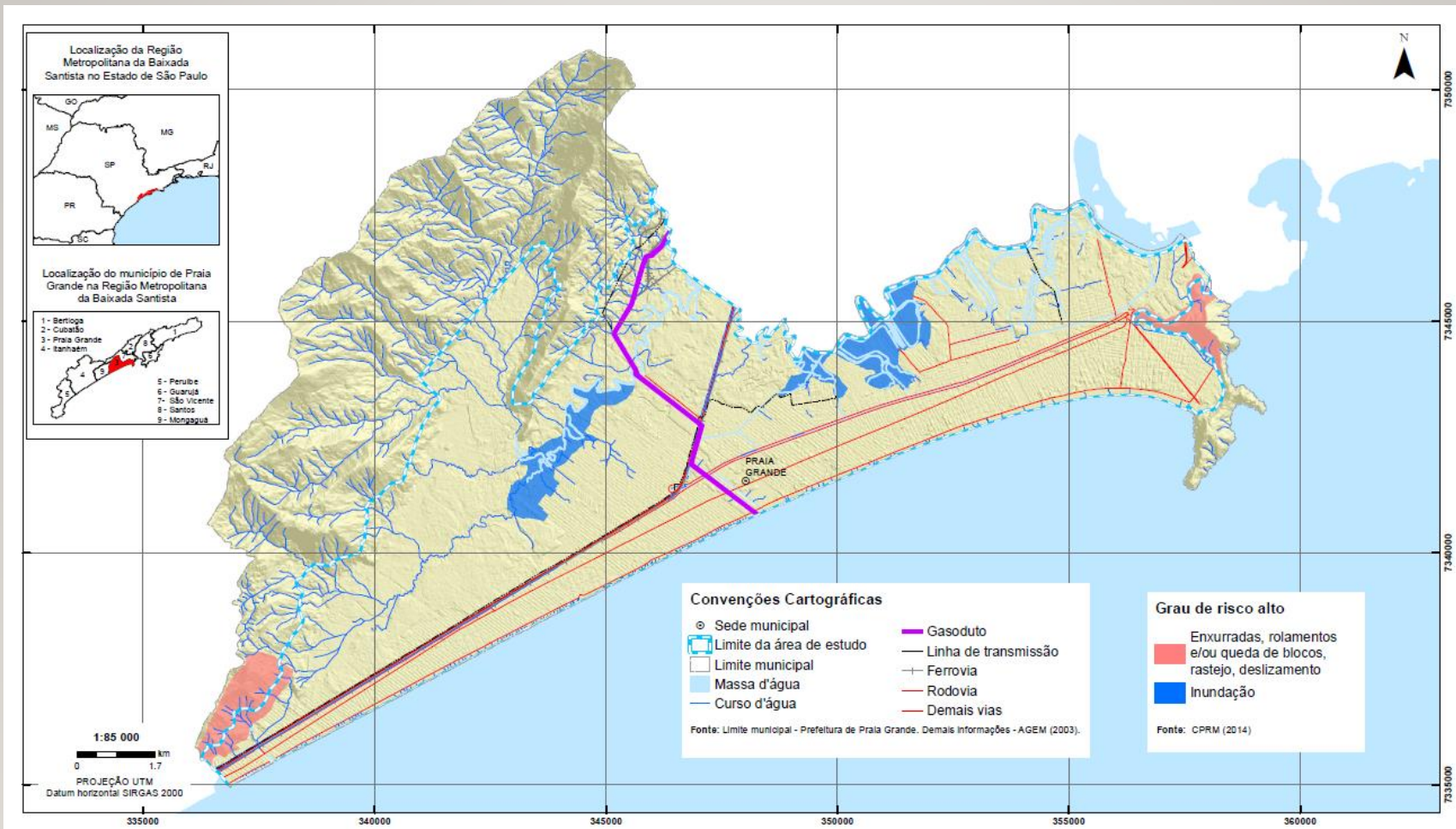
Zoneamento Minerário



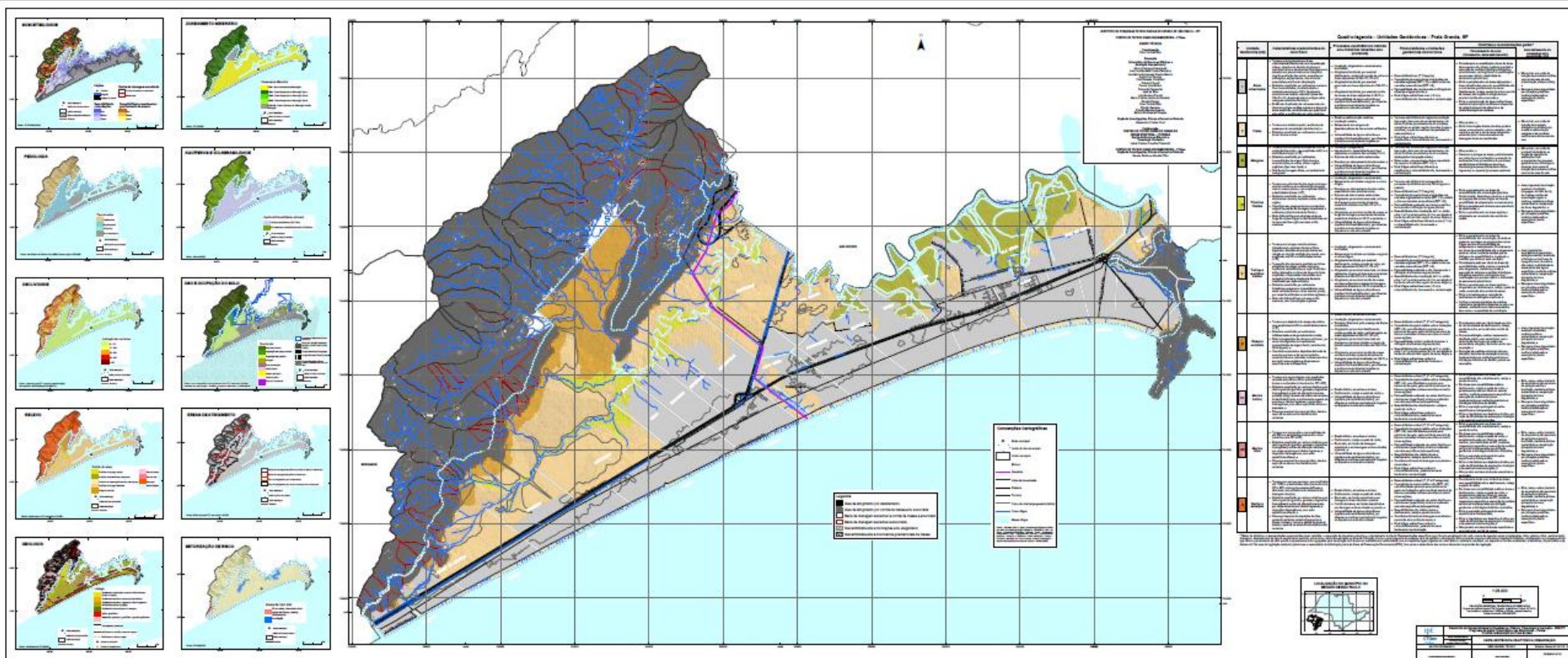
Áreas de Atingimento por MGM

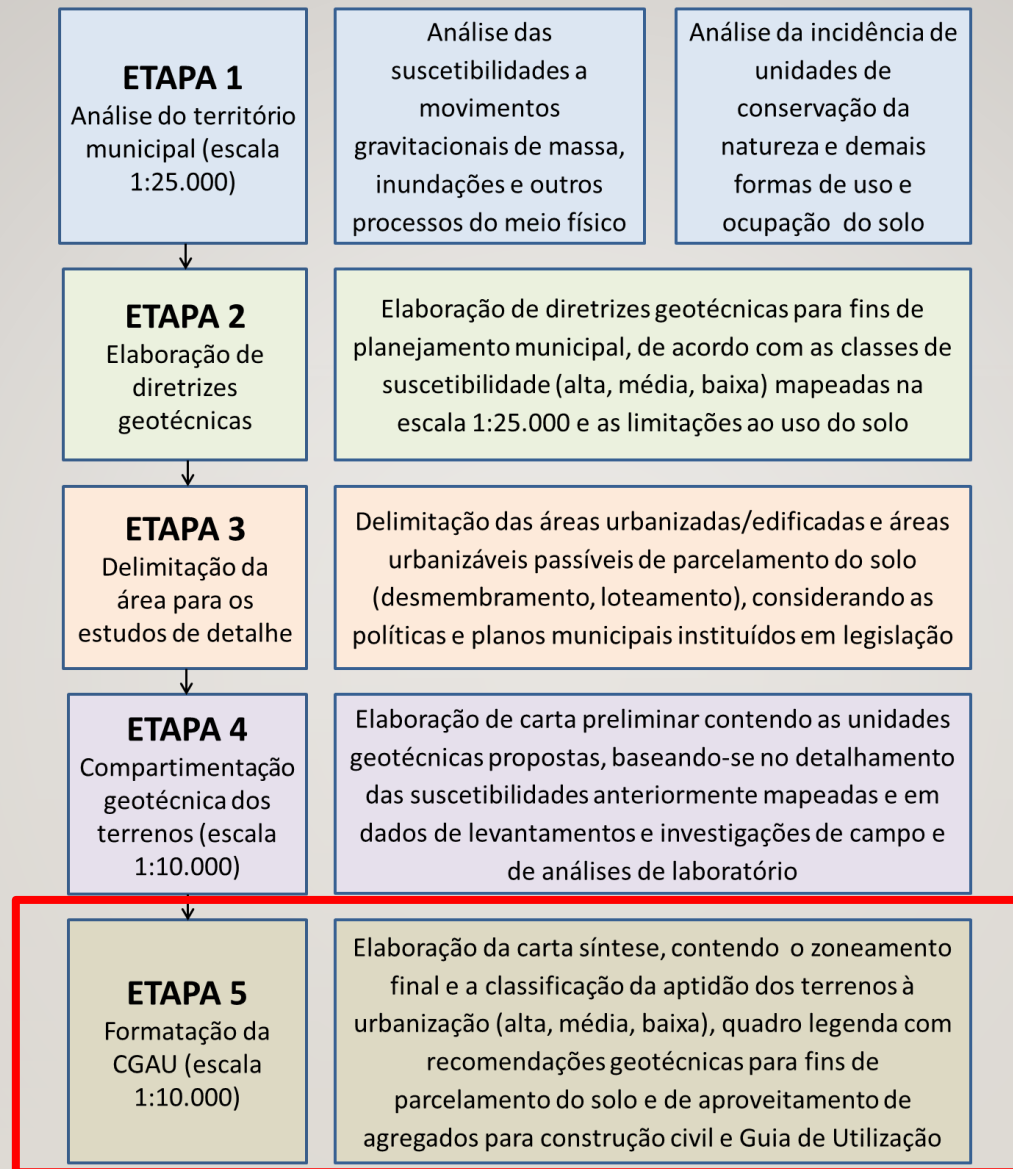


Setorização de Risco

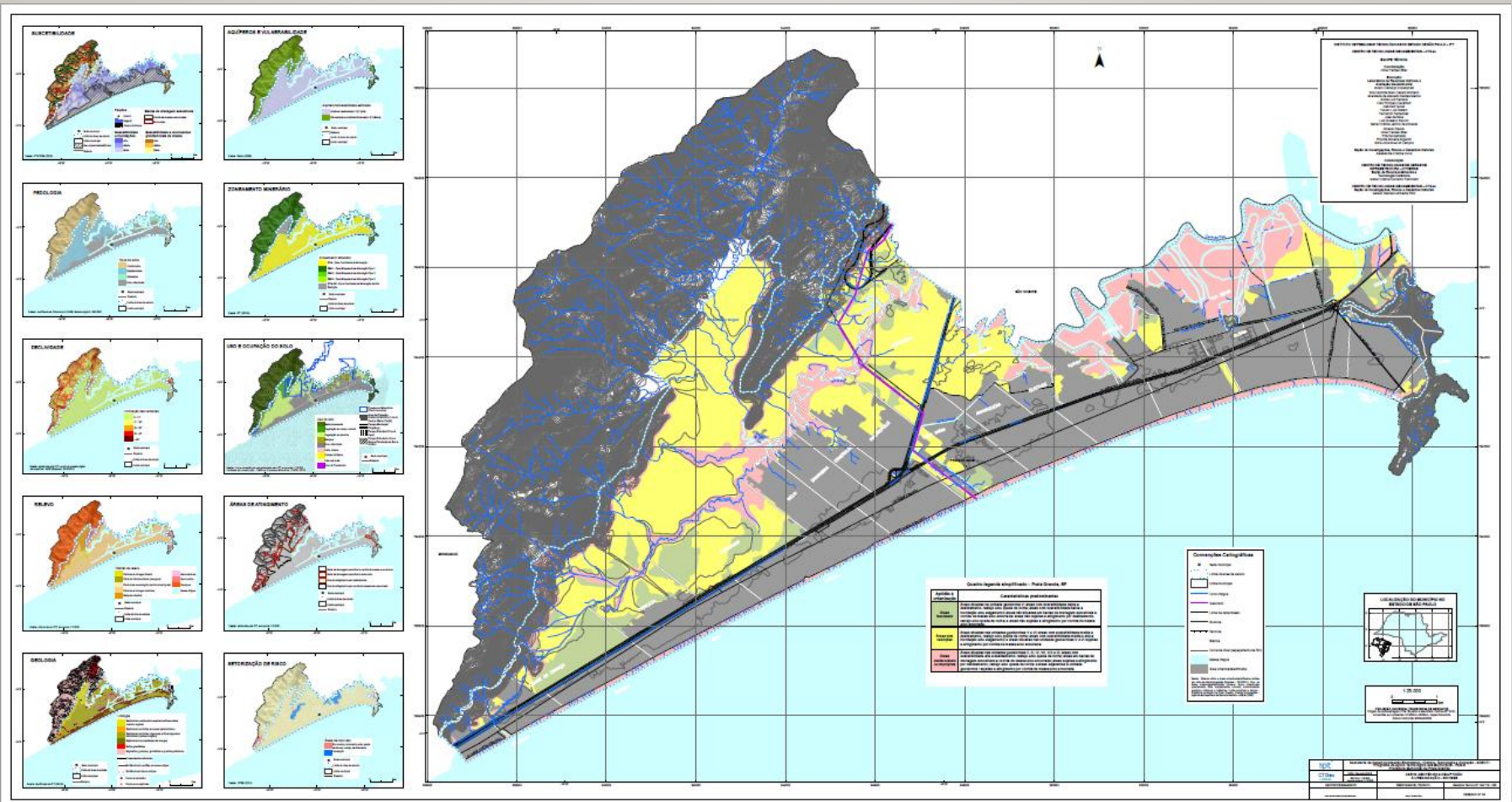


CGAU (completa, c/ legenda)





CGAU (sintética, c/ legenda simplificada)



Carta Geotécnica (sintética, c/ legenda)

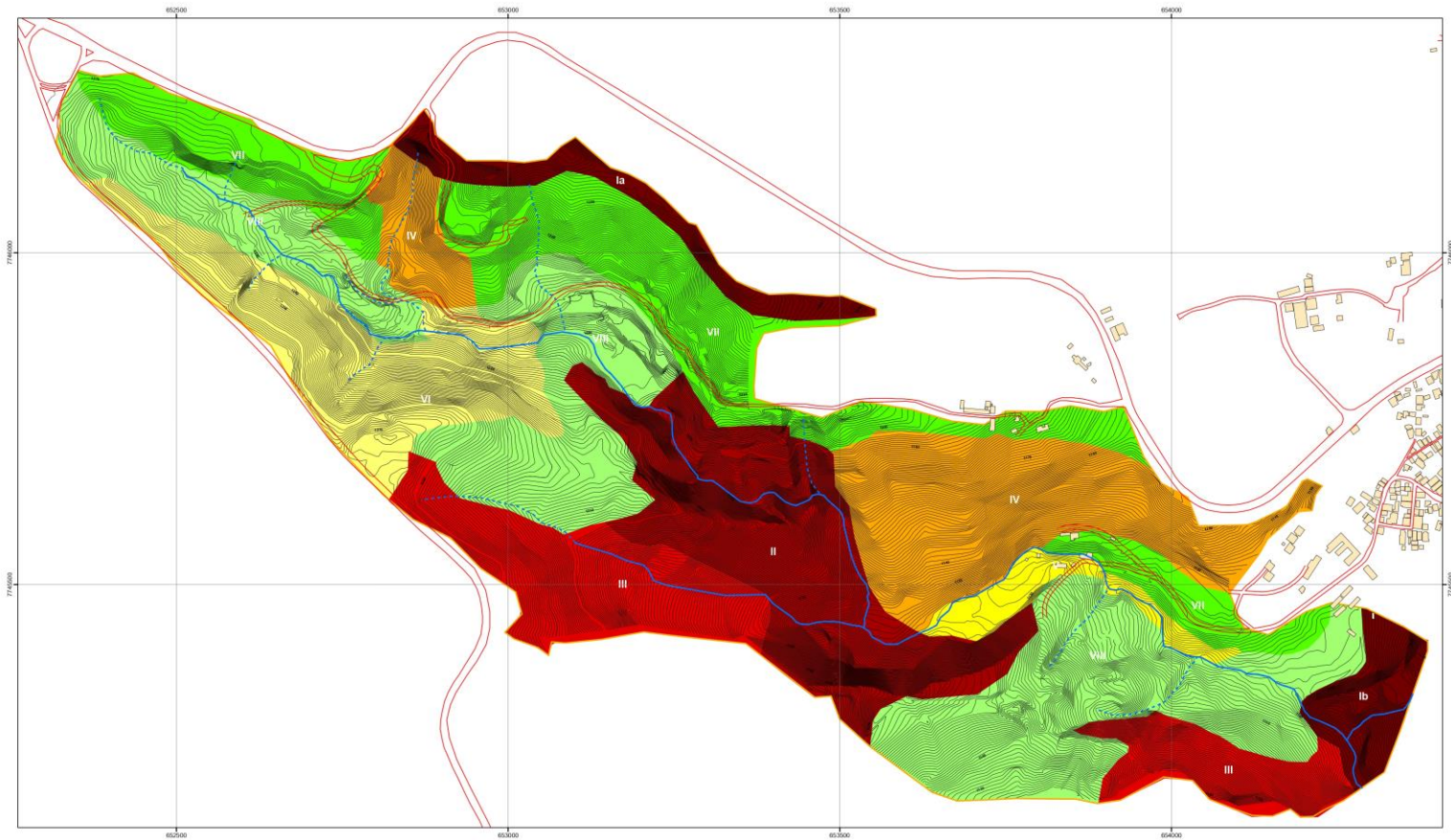
Aptidão à urbanização	Características predominantes
Áreas favoráveis	Áreas situadas na unidade geotécnica V; áreas com suscetibilidade baixa a deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha; áreas com suscetibilidade baixa a inundação e/ou alagamento; áreas não situadas em bacias de drenagem suscetíveis a corrida de massa e/ou enxurrada; áreas não sujeitas a atingimento por deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha; e áreas não sujeitas a atingimento por corrida de massa e/ou enxurrada.
Áreas com restrições	Áreas situadas nas unidades geotécnicas V e VI; áreas com suscetibilidade média a deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha; áreas com suscetibilidade média e alta a inundação e/ou alagamento; e áreas situadas nas unidades geotécnicas V e VI sujeitas a atingimento por corrida de massa e/ou enxurrada.
Áreas desfavoráveis ou impróprias	Áreas situadas nas unidades geotécnicas II, III, IV, VII, VIII e IX; áreas com suscetibilidade alta a deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha; áreas em bacias de drenagem suscetíveis a corrida de massa e/ou enxurrada; áreas sujeitas a atingimento por deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha; e áreas adjacentes à unidade geotécnica I sujeitas a atingimento por corrida de massa e/ou enxurrada.

GUIA DE UTILIZAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE

Unidade Geotécnica VII – Morros baixos

Esta unidade geotécnica é constituída por terrenos em morros baixos, com amplitudes variando entre 60 m e 90 m e declividades baixas a moderadas (variando entre 15° e 30°). O **Quadro 3** indica as principais considerações para o parcelamento da Unidade VII.

Sistemas de Infraestrutura	Recomendações específicas para parcelamento do solo
Lotes	Em áreas com suscetibilidade média ou baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha, o parcelamento pode ser viável em setores restritos e localizados, mediante mapeamento específico e execução de medidas estruturais fundamentadas em avaliação geotécnica e hidroológico-hidráulica de detalhe. Realizar mapeamento detalhado prévio, com a setorização das áreas que podem ser severamente atingidas por deslizamentos ou corridas de detritos, de modo a evitar sua ocupação. Não parcelar em áreas de bacias suscetíveis a enxurrada e/ou corrida de massa. Avaliar a existência de talus (corpos coluvionares com movimentação lenta e sazonal, presentes desde o sopé até os setores intermediários das vertentes) e em verificando a ocorrência, não parcelar. Considerar, para efeito de estabilidade de taludes de corte, a orientação das fraturas e foliação da rocha que podem determinar planos de fraqueza.
Sistema Viário e pavimentação	Podem ser viabilizados mediante a minimização de intervenções de cortes e aterros para implantação das vias locais. Considerar, para efeito de estabilidade de taludes de corte, a orientação das fraturas e foliação da rocha que podem determinar planos de fraqueza. Faça as elevadas declividades naturais, priorizando-se vias paralelas às curvas de nível. Ainda assim, para atender a circulação e características geométricas mínimas compatíveis com a trafegabilidade de veículos leves e pesados, serão necessários cortes de grandes dimensões que tendem a atingir a camada de saprolito ou a própria rocha, sendo recomendada pavimentação para evitar instabilizações e erosão. Considerar, também, altura máxima de talude para acesso aos lotes.
Rede de Abastecimento de Água	A instalação de redes de abastecimento de água deve ser cuidadosamente locada e analisada, uma vez a estabilidade dos terrenos fica prejudicada com vazamentos em tubulações, podendo ocorrer escorregamentos.
Rede de Esgoto	Adequar a instalação das redes coletoras para porções mais estáveis da unidade (média e baixa suscetibilidade) uma vez que a infiltração de águas servidas, decorrente de pequenas acomodações no terreno ou vala, podem desencadear instabilizações.
Drenagem	Trechos de maior declividade apresentam escoamento com maiores velocidades, exigindo o dimensionamento adequado do sistema, sendo recomendadas obras enterradas (galerias) e de dissipação de energia.
Rede Elétrica	Adotar medidas que evitem danos às tubulações subterrâneas por movimentação lenta (como sobre depósitos de talus) ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego como, por exemplo, encamisamento.
Gás	Adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentação lenta (como sobre depósitos de talus) ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego como, por exemplo, encamisamento.
Sistema de Comunicação (fibra ótica)	Adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentação lenta (como sobre depósitos de talus) ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego como, por exemplo, encamisamento.
Investigações necessárias para o desenvolvimento dos projetos	Ensaios in situ: Sondagem à percussão (SPT) e rotativa (caso existam matacões e para o trecho em rocha). Ensaios de laboratório: Ensaio triaxial ou cisalhamento direto (solo) Estudos hidroológicos e hidráulicos



CLASSES	TIPOS	GEOTECNIA	PROCESSO GEODINÂMICO	INDICAÇÃO
Baixa a Inexistente Aptidão à Urbanização	I	(a) - Exposições rochosas alteradas e solo residual com espessuras variáveis (filão preto adriftico). Engloba uma porção específica da área referente a uma faixa adjacente a corda de um talude verticizado com altura superior a 30,0m e declividade de 600,0m. (b) - Sedimentos quaternários. Engloba um depósito de várzea com espessuras de até 5,0m e nível d'água próximo a superfície que ocorre em cotilhões de toda a Bacia do Córrego Pimenta D'Água.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais (Tombamentos de solo e rocha) e processos erosivos nas vertentes (D) e processos de erosão e inundação na área de várzea (B).	*Não devem ser aprovados lotes para ocupação permanente nestas áreas.
	II	Exposições rochosas com solo residual alterado com espessuras variáveis, declividades acima de 30° e estruturas desconfinadas.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos (processos erosivos nas vertentes, tombamentos de solo e deslizamentos em curvas).	*Não devem ser aprovados lotes para ocupação permanente nestas áreas.
	III	Exposições rochosas com solo residual alterado com espessuras variáveis declividades acima de 30° e estruturas confinadas.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos (processos erosivos nas vertentes, tombamentos de solo e deslizamentos em curvas).	*Prestação de sistema de drenagem de águas pluviais devem ser executados até no máximo 30 dias após a abertura de via. *Solo superficial e a cobertura vegetal dos lotes só podem ser retirados no início da construção das edificações. *Exatidão de apresentar estudo de estabilidade global dos taludes na área do loteamento, com base em investigações geotécnicas-geológicas, de maneira a indicar as condições de segurança e a eventual necessidade de implantação de obras de estabilização. *Exatidão de apresentar estudo geotécnico para simples recobrimento dos terrenos (condições a serem analisadas). *Exatidão de apresentar projeto de construção condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação proposta, apoiado em sondagens do subsolo e em análises de estabilidade. *Caso de construção ou estabilização de taludes devem ser iniciadas no prazo máximo de 30 dias após a execução dos cortes ou aterros.
Média Aptidão à Urbanização	IV	Exposições rochosas com solo residual alterado com estruturas desconfinadas (falha dos filões e quartitos) e a família de desconfinamento principal, espessuras inferiores a 2,0m e declividades entre 25 a 30°.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos devido ao desconfinamento do maciço (processos erosivos nas vertentes, deslizamentos planares e em curvas).	*Prestação de sistema de drenagem de águas pluviais devem ser executados até no máximo 30 dias após a abertura de via. *Solo superficial e a cobertura vegetal dos lotes só podem ser retirados no início da construção das edificações. *Exatidão de apresentar projeto de construção condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação proposta, apoiado em sondagens de simples recobrimento do subsolo e em análises de estabilidade, sempre que houver a presença de cortes ou aterros com altura superior a 1,0m.
	V	Depósito de várzea (terra argilosa fina) com espessura até 5,0m e nível d'água próximo a superfície. Toda se de um trecho na porção central da Bacia do Ribeirão do Fariol com pequena área de contribuição à montante.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos (processos erosivos nas vertentes, tombamentos de solo e deslizamentos em curvas).	*Haverá necessidade de apresentar estudo geotécnico para simples recobrimento dos terrenos (condições a serem analisadas) e elaboração de recomendações para o perfil geotécnico das edificações (fundações). *Caso estudo geotécnico com definição dos tipos de fundação para período de retorno mínimo de 25 anos e áreas sujeitas a ensaio fissal. *Projeto de loteamento deve prever que a taxa mínima de impermeabilização dos lotes seja superior a 25% (TOD-25 anos).
	VI	Exposições rochosas com solo residual alterado com espessuras inferiores a 2,0m, estruturas confinadas e declividades entre 20° a 30°.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos (processos erosivos nas vertentes, tombamentos de solo e deslizamentos em curvas).	*Prestação de sistema de drenagem de águas pluviais devem ser executados até no máximo 30 dias após a abertura de via. *Solo superficial e a cobertura vegetal dos lotes só podem ser retirados no início da construção das edificações. *Exatidão de apresentar projeto de construção condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação proposta, apoiado em sondagens de simples recobrimento do subsolo e em análises de estabilidade, sempre que houver a presença de cortes ou aterros com altura superior a 1,0m.
Alta Aptidão à Urbanização	VII	Exposições rochosas com solo residual alterado com espessuras inferiores a 2,0m e declividades inferiores a 20°. Matriz descontínua (falha dos filões e tabuleiros e a família de desconfinamento principal) com alteração de permeabilidade na corda entre as unidades geológicas.	Possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais e induzidos devido ao desconfinamento do maciço (processos erosivos nas vertentes, deslizamentos planares e em curvas).	*Prestação de sistema de drenagem de águas pluviais devem ser executados até no máximo 30 dias após a abertura de via. *Solo superficial e a cobertura vegetal dos lotes só podem ser retirados no início da construção das edificações. *Exatidão de apresentar projeto de construção condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação proposta, apoiado em sondagens de simples recobrimento do subsolo e em análises de estabilidade, sempre que houver a presença de cortes ou aterros com altura superior a 1,0m.
	VIII	Exposições rochosas com solo residual alterado com espessuras inferiores a 2,0m, estruturas confinadas e declividades inferiores a 20°. Matriz contínua e saturada.	Baixa possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa naturais (processos erosivos nas vertentes e tombamentos de solo e rocha).	*Não há restrição de ocupação para a apresentação de lotes para ocupação permanente nestas áreas. *Exatidão de apresentar projeto de construção condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação proposta, apoiado em sondagens de simples recobrimento do subsolo e em análises de estabilidade, sempre que houver a presença de cortes ou aterros com altura superior a 1,0m.

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO

Escala de Mapeamento 1:5.000

Projeção: UTM Zona 23 S
SAD 69

Cooperação UFOP/
Ministério das Cidades

2

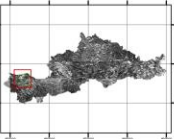
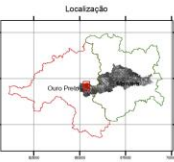
Representação do Norte da Quadricula

Fonte: UFOP/
Ministério das Cidades

Legenda:

- Rede Hidrográfica
- Linhas de Escoamento Superficial
- Anúrios
- Edificações
- Curvas de Nível
- Área de Investigação

Escala Gráfica
0 50 100 200



Projeto Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres Naturais no Município de Ouro Preto - MG

Termo de Cooperação:
UFOP / Ministério das Cidades



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DAS CIDADES



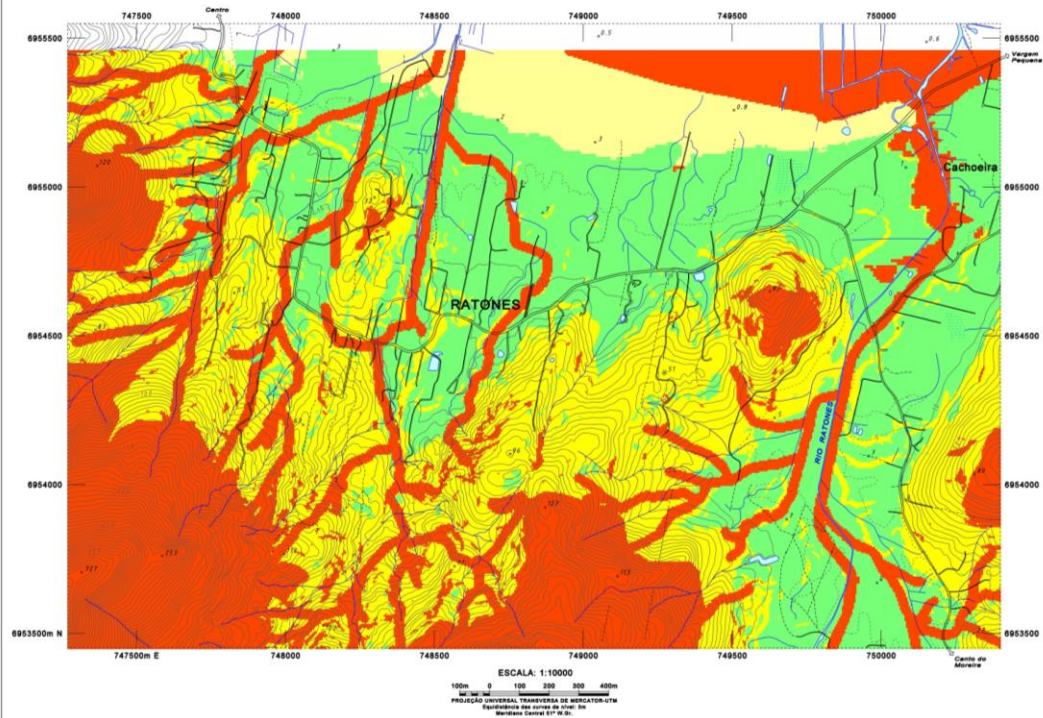
CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO NOS BAIRROS:
FORQUILHAS E POTECAS E DE UMA PARCELA DA ÁREA RURAL
MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ, SANTA CATARINA

[illegible]

Fontes: Carta topográfica digital de município de São José, escala 1:200, PMG-2013/Caracaras São, janeiro de 2013;
 - Modelo Digital de Terreno-MDT, município de (São José);
 - Mapa Topográfico da Bacia do Rio Caracaras (coordenadas, geotiffs, georeferenciados, área municipal e município e rio de terra, escala 1:20000, LatiLong:15°42'45"S/48°12'11"O);
 - Mapa geotécnico da Bacia do Rio Caracaras, escala 1:20000, LatiLong:15°42'45"S/48°12'11"O.

Produzido no Laboratório de Desenvolvimento do Departamento de Biofísica, UNICOP
Digitalização e edição: Gedy, José Roberto Vieta e Prof. José Georges Robert W. Pires

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO NO SETOR RATONES
BACIA DO RIO RATONES, FLORIANÓPOLIS-SC



LEGENDA				CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
CLASSE	CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES	PROCESSOS GEODINÂMICOS	INDICAÇÕES PARA PROJETOS DE PARCELAMENTO DO SOLO E EDIFICAÇÕES	
BAIXA APTIDÃO À URBANIZAÇÃO	Áreas situadas em encostas com inclinação superior a 25°. Áreas inundáveis. Planície de maré com cota inferior a 1 metro. Áreas de Preservação Permanente federal (faixas marginais dos cursos de água) e/ou municipal (altitude >100 metros).	Alta suscetibilidade a deslizamentos e quedas de blocos localizadas. Inundação na planície de maré. Alta probabilidade de ocorrência de processos de inundação brusca nos vales.	● Não devem ser aprovados lotes para ocupação permanente nestas áreas, por razões físicas ou legais.	Rodovia, logradouro Caminho, trilha Limite da área de pesquisa em escala de projeto Curso d'água natural, canal, vaia Lago, açude Área alagada Curva de nível cota 5m Curvas de nível mestras Cota não comprovada
MÉDIA APTIDÃO À URBANIZAÇÃO	Sector de encosta caracterizado por áreas com inclinações entre 5 e 25°. Setores constituídos de depósitos aluvionares, colúvio-aluvionares ou paludais.	Possibilidade de ocorrência de deslizamentos naturais e/ou induzidos. Ocorrência de solos residuais espessos que exige estudos geotécnicos locais. Setores inundáveis	● Expedição do alvará de construção condicionada à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação projetada, apoiado em sondagens de simples reconhecimento do subsolo e em análises de estabilidade, sempre que houver a previsão de cortes ou aterros com altura superior a 1,5 metros. ● A aprovação de lotes para ocupação permanente exige a apresentação de estudos hidráulicos demonstrando que a cota de implantação das residências encontra-se acima da cota de inundação, correspondente a período de retorno de 25 anos.	Fontes: - Cartas topográficas digitais do município de Florianópolis, escala 1:2000. (UFF/Florianópolis) Ltda, março de 2004. - Modelo Digital de Terreno-MDT, resolução de 5m (Surfer 8). - Mapas temáticos dos setores Ratones e Vargem Grande (destinidade, geológico, geomorfológico, áreas suscetíveis a inundação e uso da terra), escala 1:25000, LabGeop/GCM/UFSC, 2013. - Mapa geotécnico dos setores Ratones e Vargem Grande, escala 1:25000, LABGEOTECNIC/UFSC, 2013. - Mapa produzido no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geociências, UFSC - Digitalização e edição: Geol. José Henrique Vilela e Prof. Joel Georges Robert Marcel Pellerin
ALTA APTIDÃO À URBANIZAÇÃO	Sector caracterizado por áreas com declividade inferior a 5°	Ausência de deslizamentos e de áreas inundáveis	● Para o parcelamento do solo não se identifica a necessidade de cuidados especiais voltados para a prevenção de desastres naturais. ● Para o projeto de edificações devem ser exigidos estudos técnicos apoiados em sondagens do subsolo, visando a identificação de eventuais ocorrências de solos hidromórficos	

[Cartas geotécnicas de risco

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

- reconhecimento do problema
- propõe a concepção das soluções
- permite priorizar as intervenções (estruturais e não-estruturais)



MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

- uso de metodologia desenvolvida pelo IPT e adotada pelo Ministério das Cidades
- fotografias aéreas oblíquas obtidas em voos de helicóptero
- avaliações geológicas-geotécnicas "*in situ*"



MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

VANTAGENS

- facilidade de entendimento
- ausência de mapas-base em escalas adequadas
- rapidez e baixo custo de execução



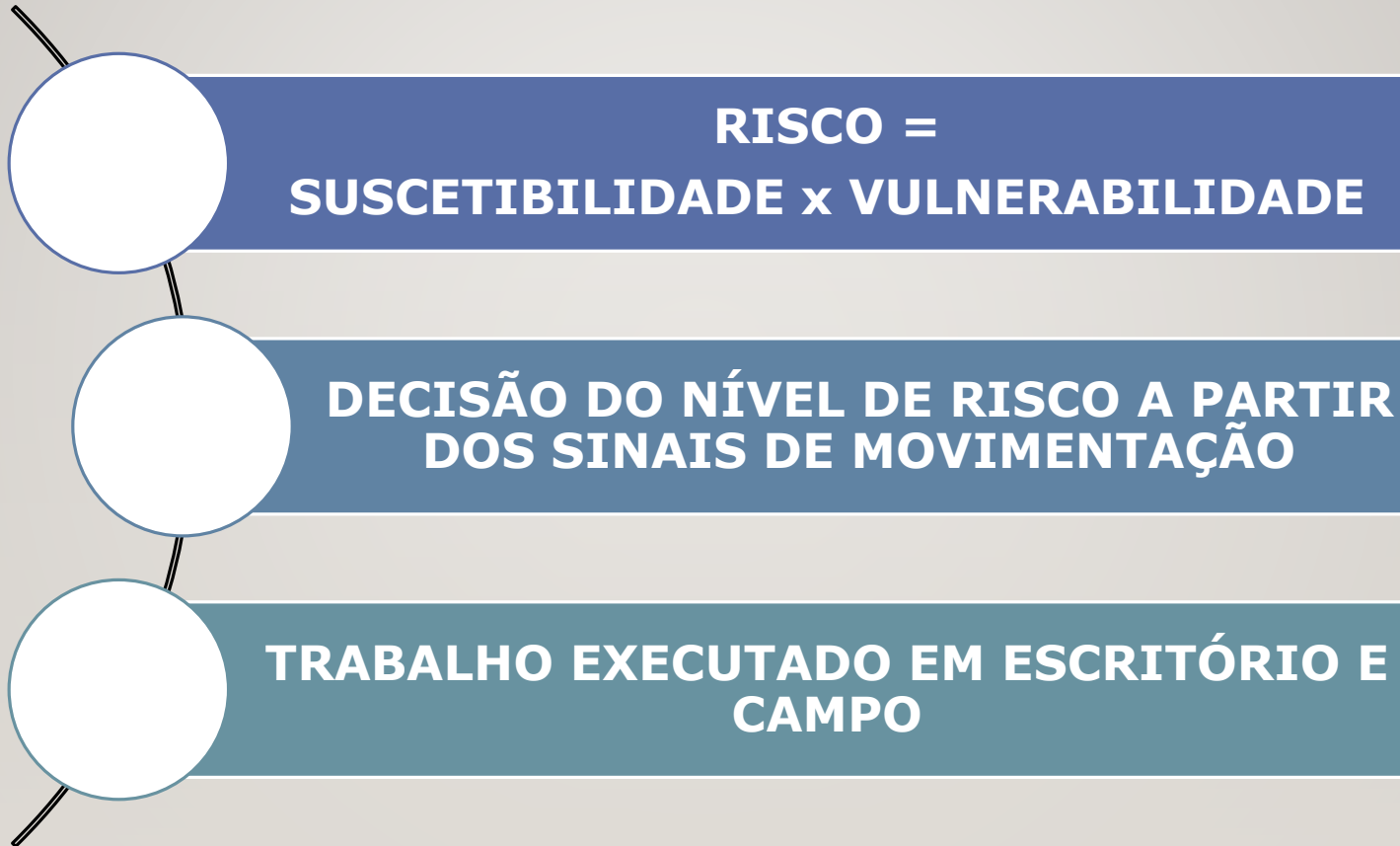
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

FATORES AVALIADOS

- tipologia do processo esperado e a sua probabilidade ou possibilidade de ocorrência
- vulnerabilidade dos assentamentos urbanos
- potencial de danos



METODOLOGIA IPT/MINISTÉRIO DAS CIDADES



METODOLOGIA IPT/MINISTÉRIO DAS CIDADES

Suscetibilidade

Características do meio físico

- Geologia
- Geomorfologia
- Comportamento geotécnico
- Tipo de solo
- Presença de água

Vulnerabilidade

Características da ocupação

- Tipo de moradia
- Cortes e aterros
- Distância da moradia ao talude
- Depósitos
- Condições da drenagem de águas pluviais e servidas
- Qualidade e eficiência de obras de contenção existentes

Parâmetros Decisão do Nível do Risco

Sinais de movimentação

- Trincas nos terrenos e edificações
- Degraus de abatimento
- Inclinação de árvores, postes, muros
- Cicatriz de escorregamento pretérito

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

R4 – MUITO ALTO

- Suscetibilidade ALTA
- Vulnerabilidade ALTA
- Sinais de movimentação PROEMINENTES

R3 - ALTO

- Suscetibilidade MÉDIA e ALTA
- Vulnerabilidade ALTA
- Sinais de movimentação PEQUENOS

SETOR DE MONITORAMENTO

- Suscetibilidade BAIXA e MÉDIA
- Vulnerabilidade BAIXA e MÉDIA
- SEM sinais de movimentação

Ficha de campo
Mapeamento de
Área de Risco de
Escorregamento

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO

Município:Área: Nº do Setor:
Nome da Área:Coord E (m):Coord N (m):
Localização:Data:
Equipe:

UNIDADE DE ANÁLISE

☐ Encosta☐ Margem de Córrego

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

Tipos predominantes de construção:☐ alvenaria☐ madeira☐ mistoObs:
Densidade de ocupação:☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4
Condições das vias:☐ pavimentada☐ não pavimentadaObs:
Inclinação média do setor (°):

CONDICIONANTES

☐ Encostas NaturaisObs:
Altura (m):Inclinação (°):Distância da moradia ao topo (m):Distância da moradia à base (m):
☐ Talude de CorteObs:
Altura (m):Inclinação (°):Distância da moradia ao topo (m):Distância da moradia à base (m):
Material predominante:☐ solo residual☐ saprolito☐ rocha alterada☐ rocha sã
☐ Estruturas desfavoráveis a estabilidadeObs:
☐ Taludes de aterroObs:
Altura (m):Inclinação (°):Distância da moradia ao topo (m):Distância da moradia à base (m):
☐ Maciço rochoso☐ Estruturas desfavoráveis a estabilidadeOutros:
Altura (m):Inclinação (°):Distância da moradia ao topo (m):Distância da moradia à base (m):
☐ MatacõesObs:
☐ Depósito localizado sobre:☐ Encosta natural☐ Talude de corte☐ Talude de aterro☐ Talude marginal
Obs:
Material presente:☐ aterro☐ lixo☐ entulhoObs:
☐ Drenagens Naturais:☐ retificado☐ natural☐ retilíneo☐ meandrante☐ assoreado☐ lixo☐ entulho
☐ Talude MarginalAltura (m):Distância da moradia ao topo (m):Obs:

EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO

☐ trincas na moradia☐ muros e paredes embarrigado☐ cicatrizes de escorregamento
☐ trincas no terreno☐ árvores, postes, muros inclinadosData e dimensão:
☐ dregraus de abatimento☐ solapamento de margem☐ fraturas no maciço rochoso

ÁGUA

☐ concentração de água de chuva em superfície☐ fossa
☐ lançamento de águas servidas em superfície☐ surgência d'águaObs:
☐ vazamento de tubulaçãosistema de drenagem superficial:☐ inexistente☐ precário☐ satisfatório

VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES

☐ presença de árvores☐ área desmatada
☐ vegetação rasteira☐ área de cultivo:

PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO

☐ escorregamento em encosta natural☐ escorregamento em depósito encosta☐ queda de blocos☐ corrida
☐ escorregamento em talude de corte☐ solapamento margem☐ rolamento de blocos☐ rastejo
☐ escorregamento em talude de aterro☐ erosão☐ deslocamento

CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO

☐ Condição favorável de estabilidade☐ Condição desfavorável de estabilidade

GRAU DE RISCO

☐ Risco 4 - Muito Alto☐ Risco 3 - Alto

SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)

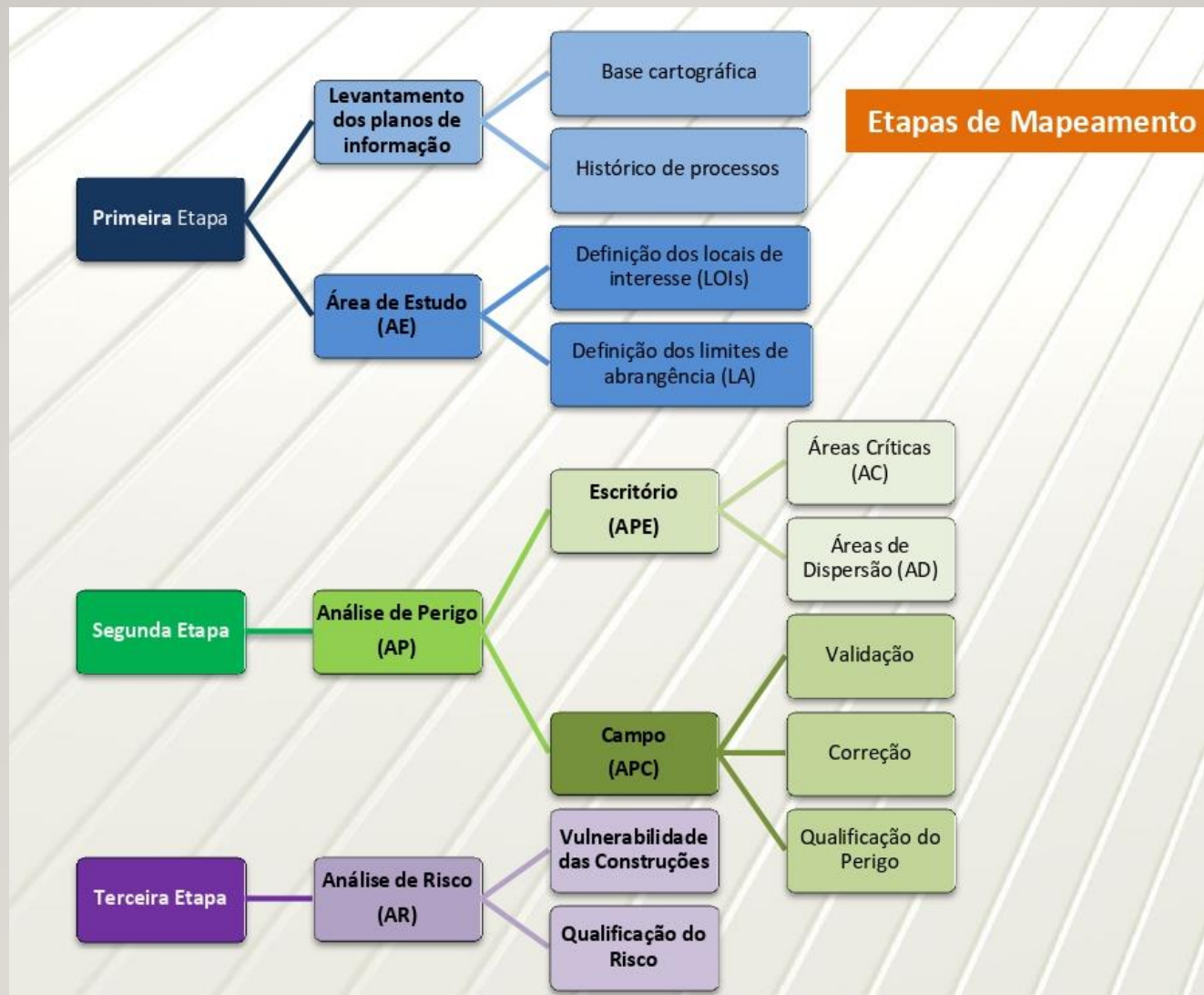
☐ Setor Monitoramento Ocupado☐ Setor Monitoramento Não Ocupado

Número de moradias na área:



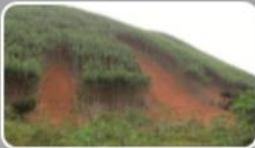


[Cartas geotécnicas de perigo



Fonte: CPRM

Critérios de identificação



Deslizamentos Planares

- Encostas com inclinações $\geq 25^\circ$
- Encostas com amplitude mínima 5 metros



Deslizamentos Rotacionais

- Feições topográficas
- Registros de ocorrências



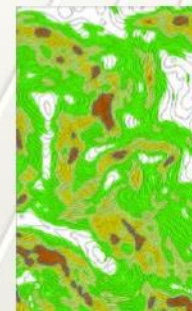
Fluxo de Detritos

- Condição de Confinamento (Comprimento $>$ Largura)
- Bacia de Contribuição ≥ 1 hectare
- Talvegue com inclinação mínima 10°



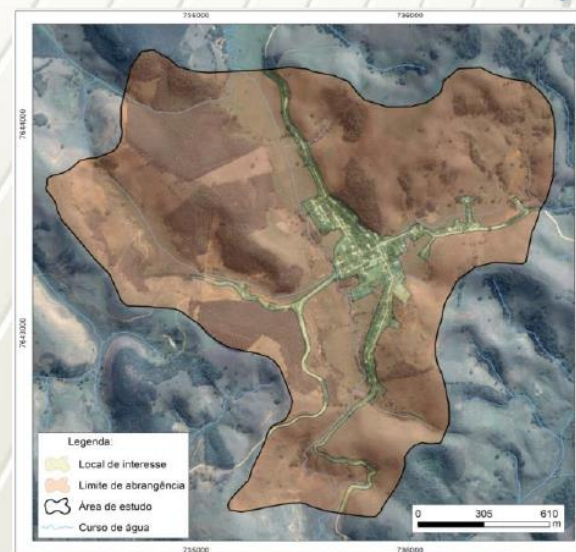
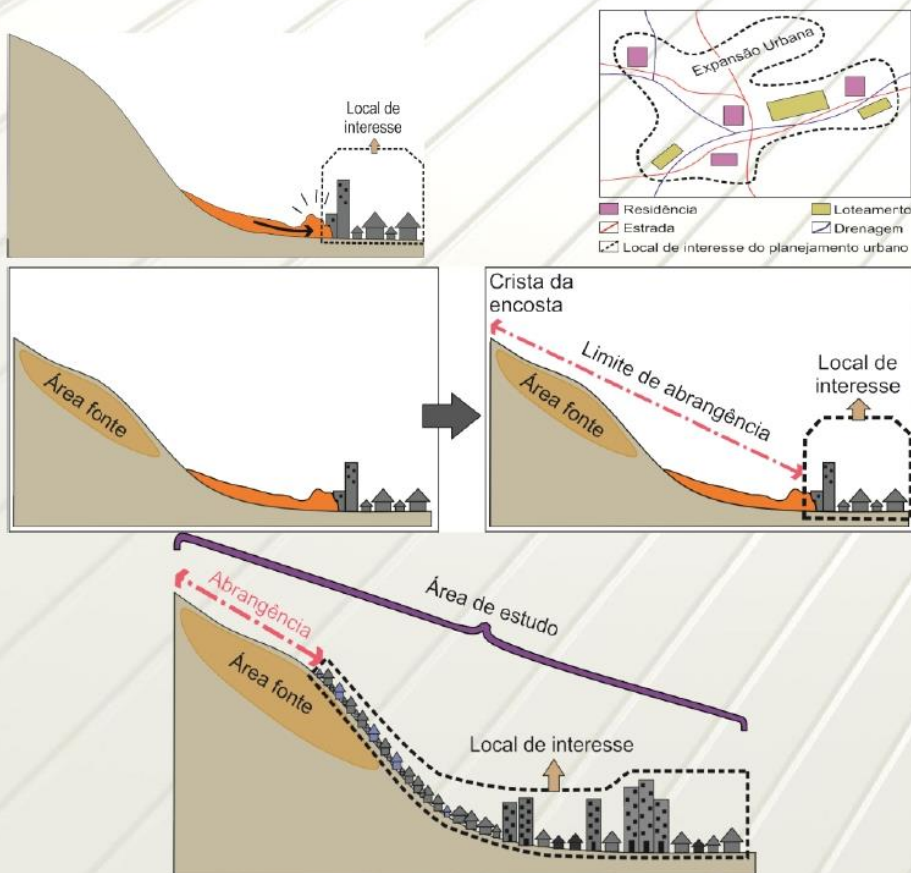
Queda de Blocos

- Presença de afloramento rochoso (paredões, depósito de tálus, campo de blocos)
- Encostas com inclinações $\geq 50^\circ$
- Encostas com amplitude mínima 5 metros



Fonte: CPRM

Definição das áreas de estudo (AE)



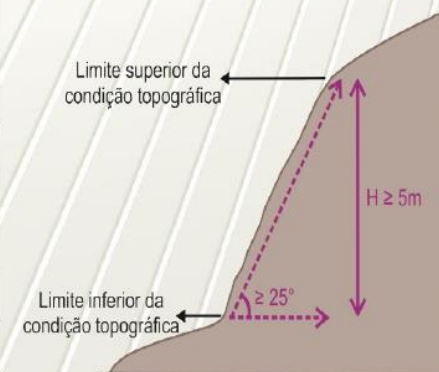
Fonte: CPRM

Regras de delimitação



MGM		APE	Limite			
			Superior	Inferior	Laterais	
Deslizamento	Planar	AC	[Topo + 10m]	[Base + 1H (Máx 30m)]	Fim da Condição Topográfica	
		AD	Final AC	[Base + 2H (Máx 50m)]	Fim da Condição Topográfica	
	Rotacional	AC	Estreitamento CN (Topo)	[L1 + (0,2 x L2)]	Fim da Condição Topográfica	
		AD	Final AC	[0,8 x L2 (Máx 250m)]	Fim da Condição Topográfica	
Fluxo de Detritos		AC	PI	INC $\approx 7^\circ$ (intervalo: 200 m)	Confinado [H> 5m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ H> 5m] Não_Confinado [20m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ 20m]	
		AD	PE	INC $\approx 2^\circ$ (intervalo: 200 m)	Semi-Confinado [H> 5m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ H> 5m] Não_Confinado [V30° ou H> 5m] $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ [V30° ou H> 5m]	
Queda de Blocos		Grupo 1 (rampa) (Inc: 20°-50°)	AC	Topo (RX)	Final da Rampa (Inc: 20°)	[V20°] $\leftarrow$ (Fim CondiçãoTopográfica Lateral) $\rightarrow$ [V20°]
			AD	Final da Rampa (Inc: 20°)	2 H (Máx 200m)	[V20°] $\leftarrow$ (Fim CondiçãoTopográfica Lateral) $\rightarrow$ [V20°]
		Grupo 2 (Inc: 50°-70°)	AC	Topo (RX)	1/2 H (Máx 100m)	Fim da Condição Topográfica
			AD	FINAL AC	1 H (Máx 200m)	Fim da Condição Topográfica
		Grupo 3 (Inc: 70°-90°)	AC	Topo (RX)	1/3 H (máx 50m)	Fim da Condição Topográfica
			AD	FINAL AC	1 H (Máx 100m)	Fim da Condição Topográfica

Legenda: AC (área crítica), AD (área de dispersão), H (altura), CN (Curva de Nível), L1 (comprimento do deslizamento rotacional), L2 (projeção do comprimento do deslizamento rotacional), PI (Ponto de início do fluxo), PE (ponto de espriamento), INC (inclinação), LF (linha de fluxo), V30° (ângulo de dispersão = 30°), RX (afloramento de rocha e/ou campo de blocos, depósito de tálus), V20° (ângulo de dispersão lateral = 20°)

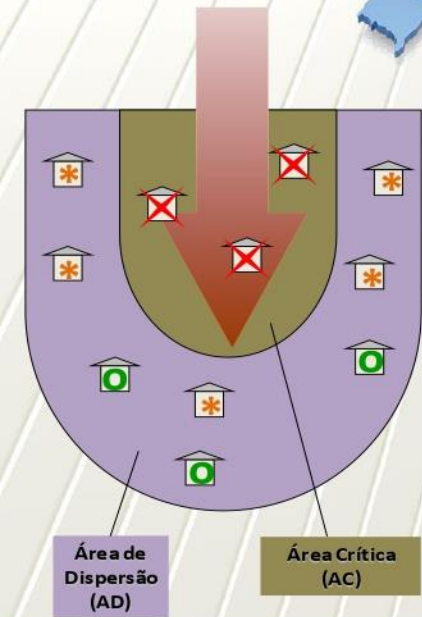


Fonte: CPRM

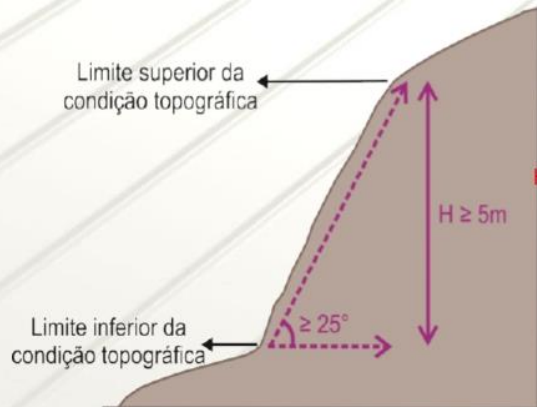
Áreas Críticas (AC) e Áreas de Dispersão (AD)



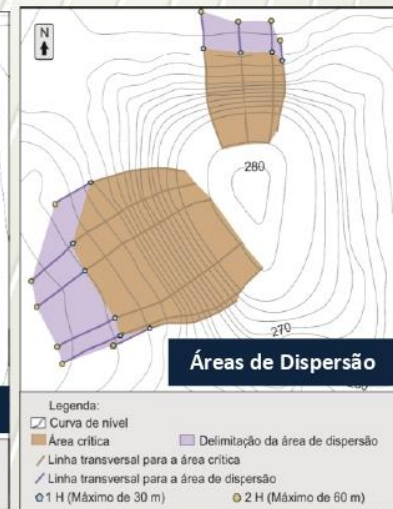
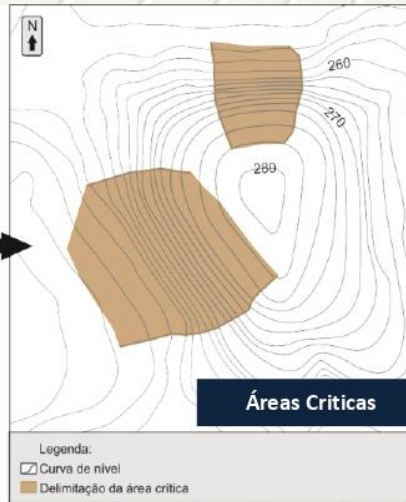
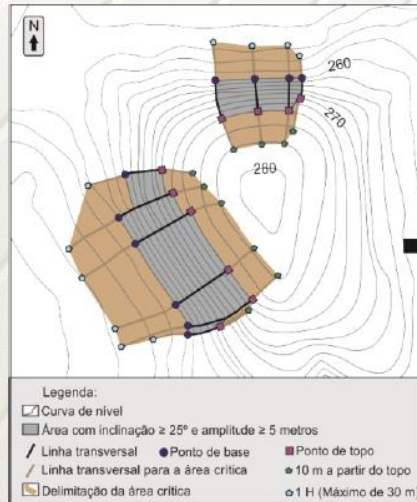
Análise de Perigo de Escritório (APE)	Área Crítica (AC)	Área com maior probabilidade à deflagração de movimentos gravitacionais de massa (MLIT, 1988, Ministry of Construction, 1996, Ministry of Construction, 2009) e atingimento do material mobilizado (MLIT, <i>op.cit.</i> , Ministry of Construction, <i>op. cit.</i>). Considera-se que a energia potencial do movimento ocorra de forma concentrada na área afetada (Ministry of Construction, <i>op. cit.</i> , Hayashi <i>et. al.</i> , 2000).
	Área de Dispersão (AD)	Área sujeita a deposição do material mobilizado durante um movimento gravitacional de massa (MLIT, 1988, Ministry of Construction, 1996, Ministry of Construction, 2009). Considera-se que a energia potencial do movimento ocorra de forma dispersa na área afetada (Ministry of Construction, <i>op. cit.</i> , Hayashi <i>et. al.</i> , 2000).



Fonte: CPRM



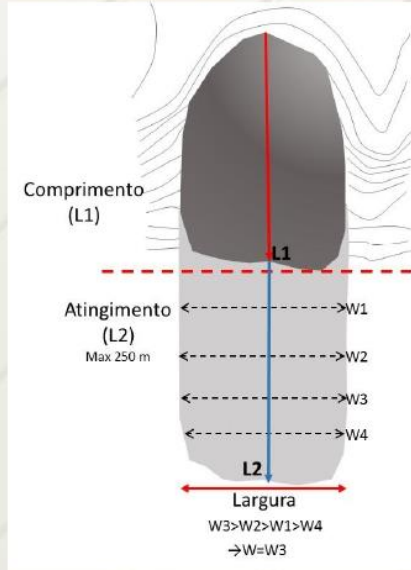
Deslizamento Planar



Fonte: CPRM



Deslizamento Rotacional



Fonte: CPRM



1

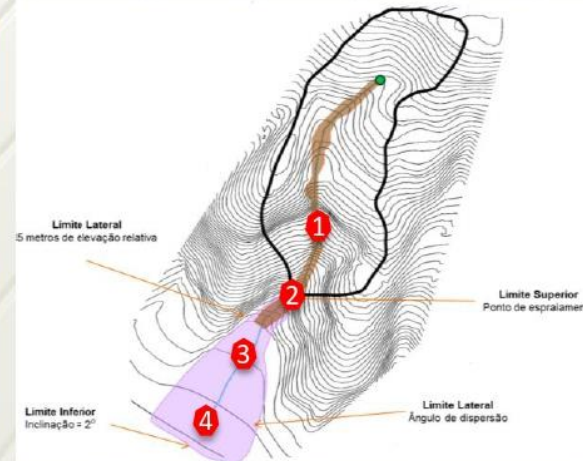


2

Fluxo de Detritos



4

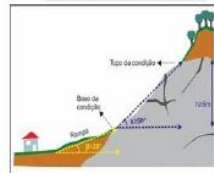


3

Fonte: CPRM

Queda de blocos

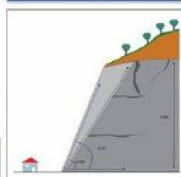
Grupo I Encosta com rampa



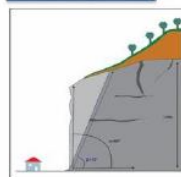
Rampa
Elemento geomorfológico genérico com inclinação mínima de 20° e máxima de 60°, que pode ser acompanhada ou não de escarpa rochosa.

Encosta sem rampa

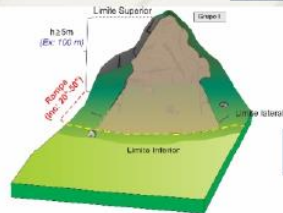
Grupo II Inclinação entre 50° e 70°



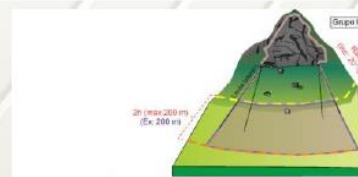
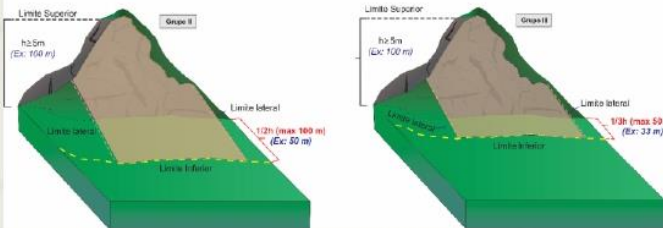
Grupo III Inclinação superior a 70°



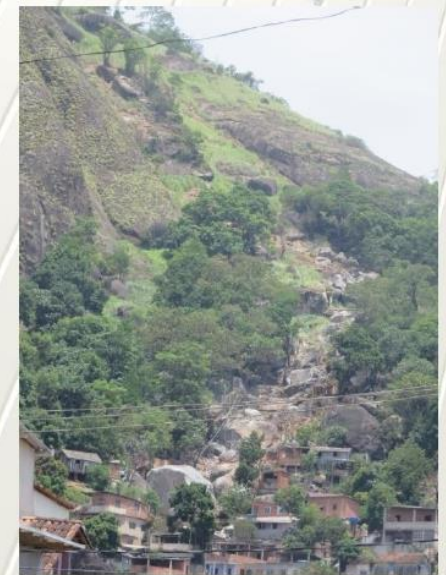
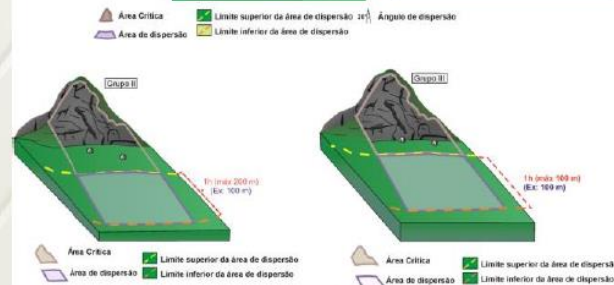
Queda de Blocos



Áreas Críticas

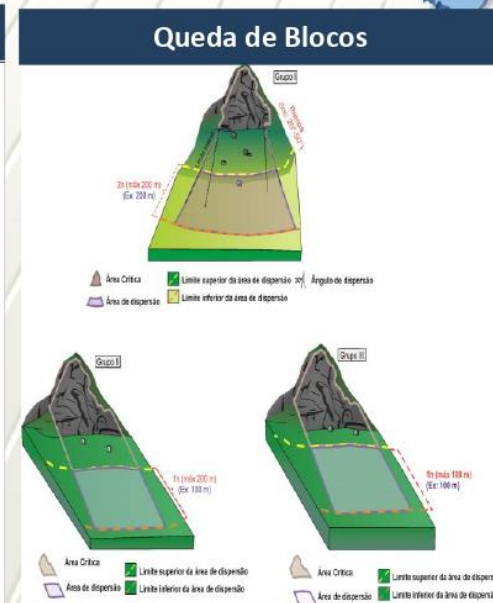
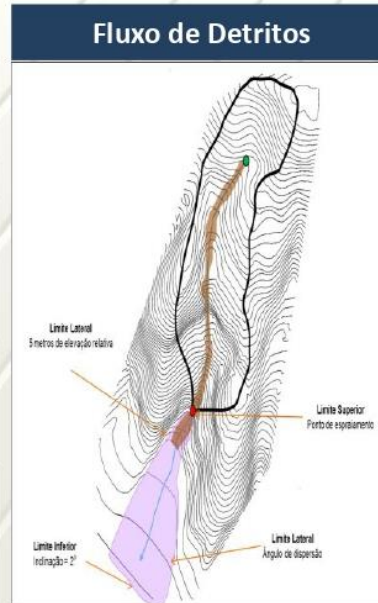
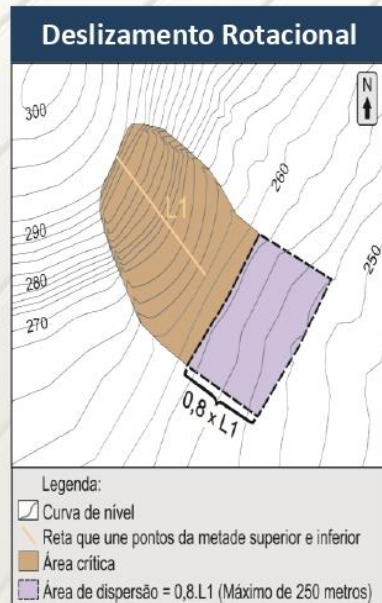
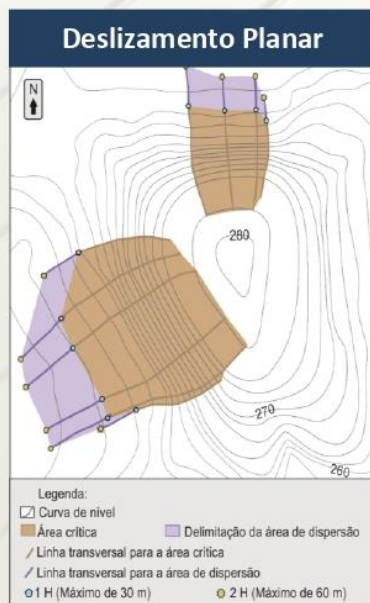


Áreas de Dispersão



Fonte: CPRM

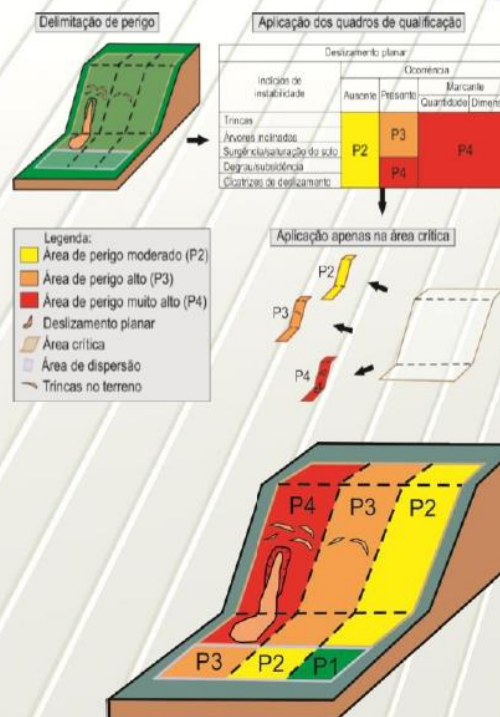
Aplicação das regras de delimitação



Fonte: CPRM

PERIGO	APE	APC	Descrição
P1	APE	APC	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno não deve apresentar feições de instabilidades, entretanto casos raros podem ocorrer, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, entretanto casos raros podem ocorrer. Mantidas as condições existentes no terreno é baixa a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	AD	P1d	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P2	AC	P2c	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	AD	P2d	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P3	AC	P3c	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	AD	P3d	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P4	AC	P4c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades marcantes de acordo com o tipo de movimento de massa. É comum registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é muito alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.

Quadro de Perigo



Fonte: CPRM

Quadros de classificação por processo



Deslizamento Planar					Deslizamento Rotacional					Fluxo de Detritos					Queda de Blocos				
Indício de instabilidade	Ausente	Presente	Marcante	Fotografia	Indício de instabilidade	Presente	Marcante	Fotografia	Indício de Campo	Ausente	Presente	Fotografia	Indício de Instabilidade no Terreno	Ausente	Presente	Marcante	Fotografias		
Trincas no Terreno	P2	P3	P4		Trincas	P3	P4		Depósitos Pré-lentos	Usar Quadros 2.9 e 2.10	P4		Bloco na Encosta	P2	P4				
Árvores Indinadas				Degrau/Subsidência								Descontinuidade Marginal FAVORÁVEL em Direção à Face da Encosta							
Grau de Saturação/Surgência				Deformações nas Estruturas de Rodovias e Ferrovias (sopé da encosta)				Presença de Blocos na Rampa											
Degrau/Subsidência		P4			Estreitamento da Margem de Rios (sopé da encosta)				Classe Inclinação do Leito do Canal A1Área da bacia de contribuição maior que 5 ha e com inclinação média (PI-PE) maior que 15°. A2Área da bacia de contribuição menor que 5 ha e com inclinação maior que 15°. BInclinação do leito do canal entre 10° e 15°. Classe Espessura Média do Material Depositado no Canal (Inclinação ≥10°) ASuperior a 2,0 m BEntre 0,3 a 2,0 m CIinferior a 0,3 m Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
Cicatriz de Deslizamento					Intumescência Basal				Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
						Grau de Saturação/Surgência				Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3									
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										
									Espessura Média do Material Passível de Mobilização A1A2B Espessura do Material ao Longo do Canal AP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Avaliação da Inclinação do Leito do Canal A1A2B A1A2BP4cP4cP3c BP4cP3cP3c CP3cP3cP2c Descontinuidade Aberta na Encosta P3										

Fonte: CPRM



FÓRMULARIO DE CAMPO - SETOR DE PERIGO



FOTOS



Fotos

QUADRO DE QUANTIFICAÇÃO DO RISCO

PERIGO	AFE	ATE	Descrição
P1	AL	FaL	Um aterro em condições topográficas não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, portanto, não pode ocorrer. A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e baixa a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
	AC	FaC	Atende a todos os critérios topográficos não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, não pode ocorrer (caso isolado). A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
P2	AL	FaL	Um aterro em condições topográficas não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, portanto, não pode ocorrer. A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e baixa a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
	AC	FaC	Atende a todos os critérios topográficos não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, não pode ocorrer (caso isolado). A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
P3	AL	FaL	Um aterro em condições topográficas não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, portanto, não pode ocorrer. A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e baixa a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
	AC	FaC	Atende a todos os critérios topográficos não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, não pode ocorrer (caso isolado). A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
P4	AL	FaL	Um aterro em condições topográficas não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, portanto, não pode ocorrer. A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e baixa a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.
	AC	FaC	Atende a todos os critérios topográficos não em critério de desbaste, do atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a menor perturbação topográfica de estabilidade, não pode ocorrer (caso isolado). A análise não é tipo de movimento de massa. Não se espera ocorrência de risco, mas pode ocorrer. Mantém-se condições satisfatórias no terreno e a possibilidade de ocorrência de material transportado em condições ruins.

Referência

Formulário de Perigo



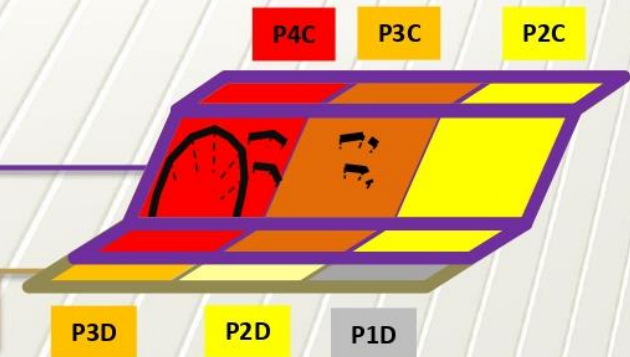
Fonte: CPRM

Análise de Perigo de Campo (APC)



Perigo		Descrição
Escritório	Campo	
Crítica	P2c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	P3c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial (?) do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	P4c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial (?) do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades marcantes de acordo com o tipo de movimento de massa. É comum registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é muito alta a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.

Dispersão	P1d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação a atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno não deve apresentar feições de instabilidades, entretanto casos raros podem ocorrer, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, entretanto casos raros podem ocorrer. Mantidas as condições existentes no terreno é baixa a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	P2d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação a atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	P3d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação a atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.



Fonte: CPRM



Análise de Risco(R)



$$R = P \times V$$

(Rabelo, 2003)

R = Avaliação de Risco

P = Probabilidade de ocorrência de MGMs (ameaça)

V = Vulnerabilidade dos elementos expostos



Fonte: CPRM

Avaliação de Vulnerabilidade (v)



Baixa Vulnerabilidade (V1)

Construções de alvenaria bem construídas, sem danos estruturais, e que apresentam laudo técnico específico de engenharia comprovando sua resistência frente ao movimento gravitacional de massa identificado.



Média Vulnerabilidade (V2)

Construções de alvenaria visualmente bem construídas, sem danos estruturais (provocados por movimentações no terreno). Não necessitam de laudo técnico especializado.



Alta Vulnerabilidade (V3)

Construções de alvenaria com danos estruturais presentes (provocados por movimentações no terreno), ou construções mistas (alvenaria e madeira) ou totalmente de madeira, visualmente bem construídas.



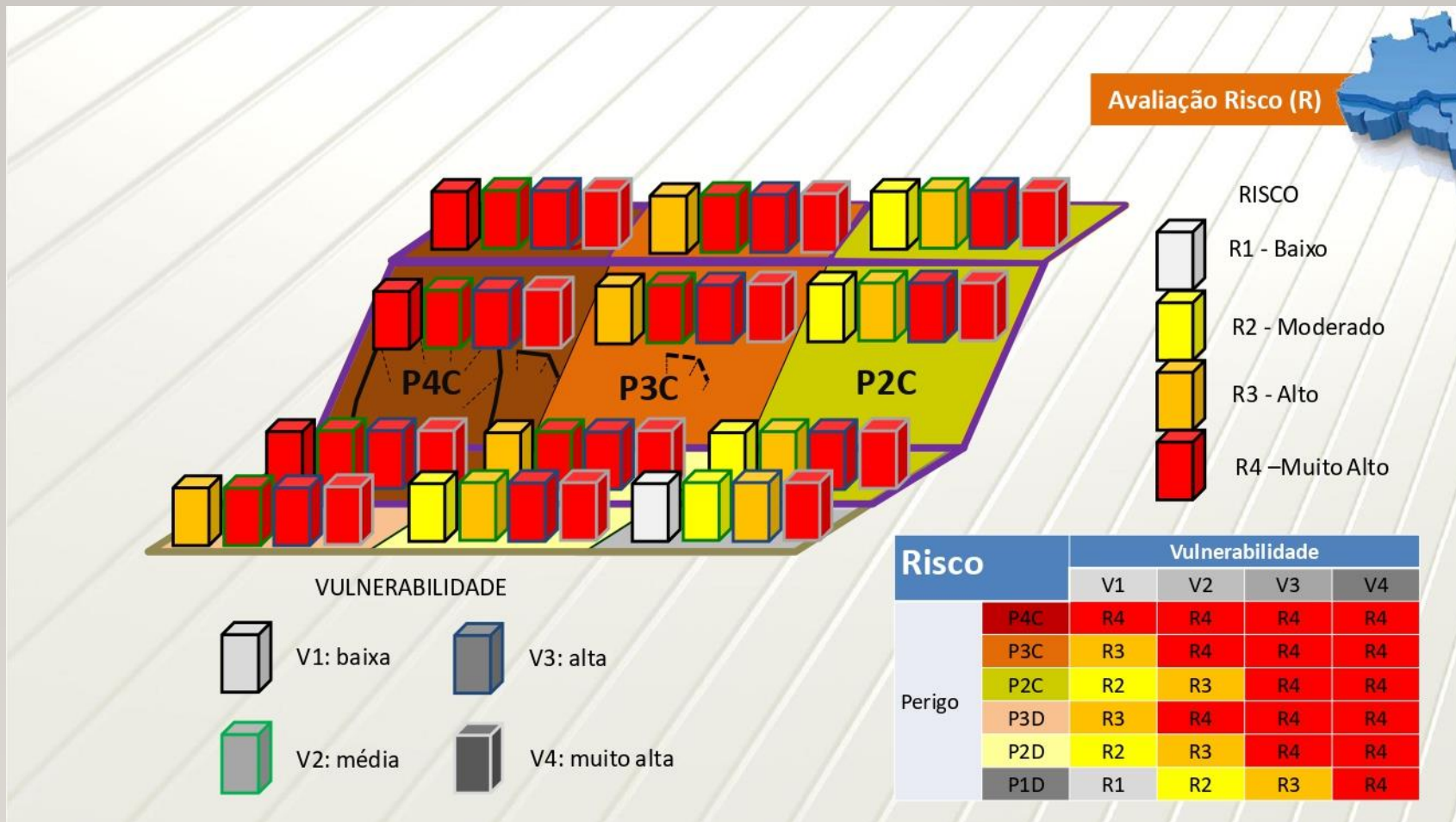
Muito Alta Vulnerabilidade (V4)

Construções de alvenaria com danos estruturais marcantes, ou construções mistas danificadas (com trincas e danos estruturais), casa de madeira, casas de pau a pique ou de taipa em condições construtivas precárias.

Tipo	Danos Estruturais		
	Sem Danos	Danos Presentes	Danos Marcantes
Alvenaria (com laudo técnico)	V1	V3	V4
Alvenaria (sem laudo técnico)	V2	V4	V4
Madeira	V3	V4	V4
Mista	V3	V4	V4



Fonte: CPRM



Fonte: CPRM

3D map of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, showing its 77 municipalities. The map is rendered in a light blue color with a 3D effect, giving it a blocky appearance. It is set against a background of light-colored wooden planks. To the left of the map, there is a vertical orange bar with a white circle at the top. Below the map, there is a legend box with a grey header and four rows of text, each preceded by a small blue square.



R = Avaliação de Risco
P = Probabilidade de ocorrência de MGMs (ameaça)
V = Vulnerabilidade dos elementos expostos

Análise de Risco de Tecnologia (ART)	Ativação imediata da Unidade de detecção de movimentos gerados de massa (MIT, 1998; Ministério da Constituição, 1996; Ministério da Constituição, 2001) e ativação da materialização (MIT, 1998; Ministério da Constituição, 1996; Ministério da Constituição, 2001) Considerando que a energia produzida tem menos chance de forma concentrada na sua área (Ministério da Constituição, 1996; Hayslip et al., 2000)
	Ativação a distância da materialização (MIT, 1998; Ministério da Constituição, 2001) Considerando que a energia produzida tem menos chance de forma dispersa na sua área (Ministério da Constituição, 1996; Hayslip et al., 2000)



APE = Probabilidade de ocorrência de MGMs de escritório [AC/AD]
APC = Probabilidade de ocorrência de MGMs de campo [P1-P4]

	WQW	ARE	Tempo	Indicador	Unidade	Intervalo
Indicadores	Rastreio	Q6	Tempo Médio	Requisição Média	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Tempo Máx.	Requisição Máx.	ms	Menor de 0,0011
	Resposta	Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
Fluxo de Dados	Q6	Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
	Q6	Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
Queda de Bloco	Q6	Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
	Q6	Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011
		Q6	Requisição	Tempo	ms	Menor de 0,0011

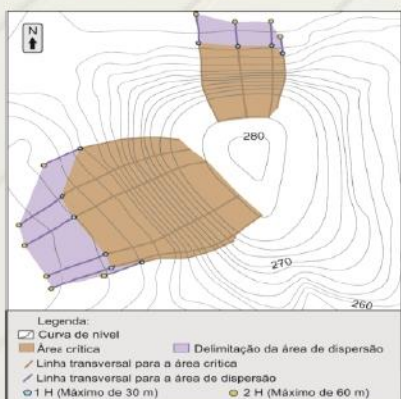
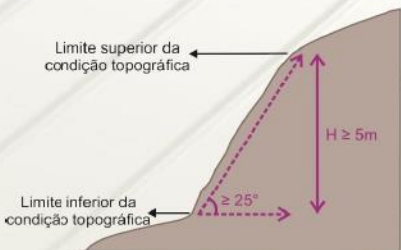
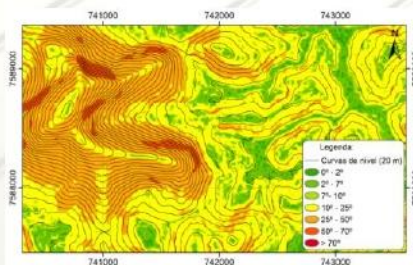
[illegible]

Tipo de construção	Danos estruturais		
	Sem danos	Danos presentes	Danos marcantes
Alvenaria (com laudo técnico)	V1	V3	V4
Alvenaria (sem laudo técnico)	V2	V4	V4
Madeira	V3	V4	V4
Mista	V3	V4	V4

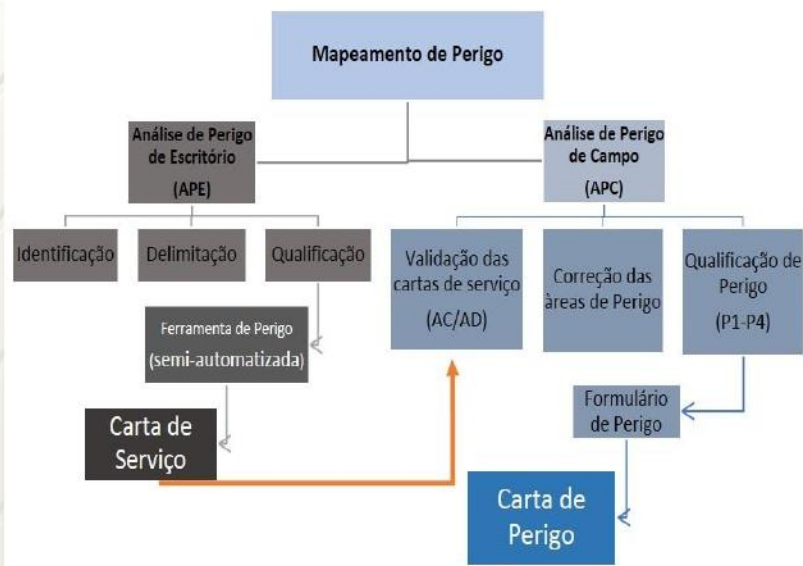


Risco		Vulnerabilidade			
		V1	V2	V3	V4
Perigo	P4C	R4	R4	R4	R4
	P3C	R3	R4	R4	R4
	P2C	R2	R3	R4	R4
	P3D	R3	R4	R4	R4
	P2D	R2	R3	R4	R4
	P1D	R1	R2	R3	R4

Fonte: CPRM

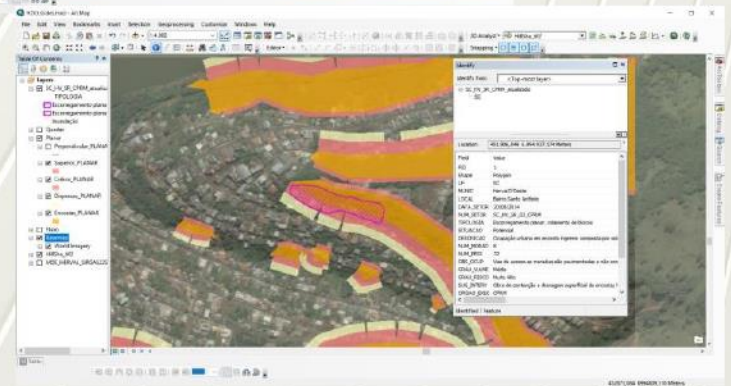
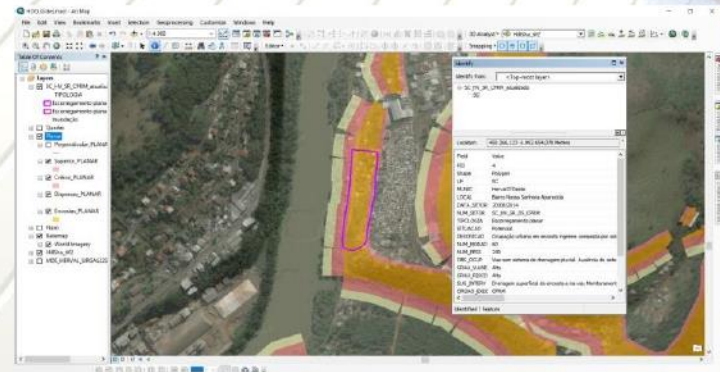
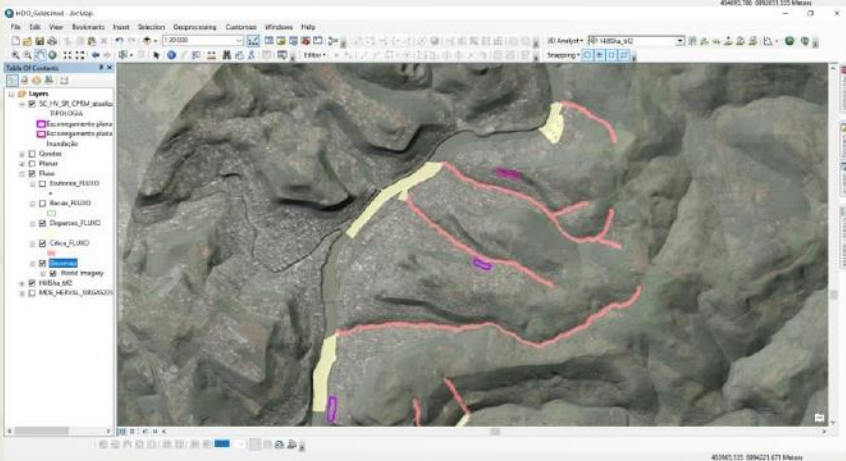
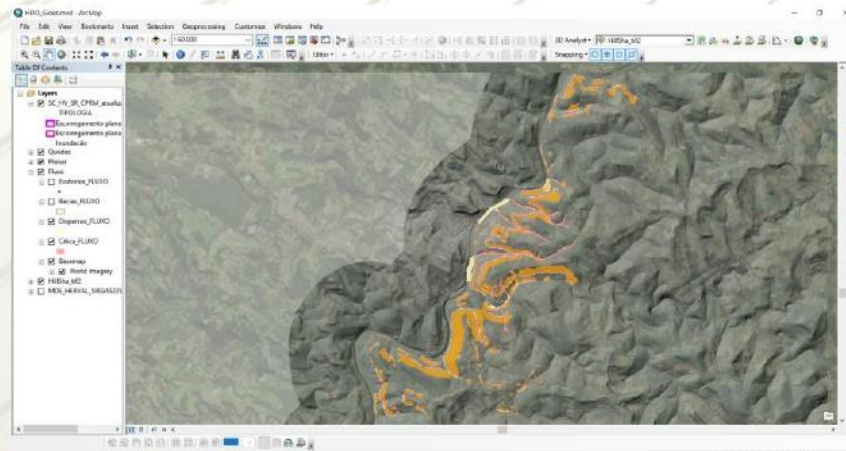


Mapeamento de Perigo 2018 -



Indício de instabilidade	Ausente	Presente	Marcante	Fotografia
Trincas no terreno				
Árvores inclinadas		P3		
Grau de saturação/surgência	P2		P4	
Degrau/subsidência				
Cicatriz de deslizamento		P4		

Fonte: CPRM



Herval D'Oeste – SC



Fonte: CPRM

Mapeamento de Perigo Guaramirim – SC (18/02/19)



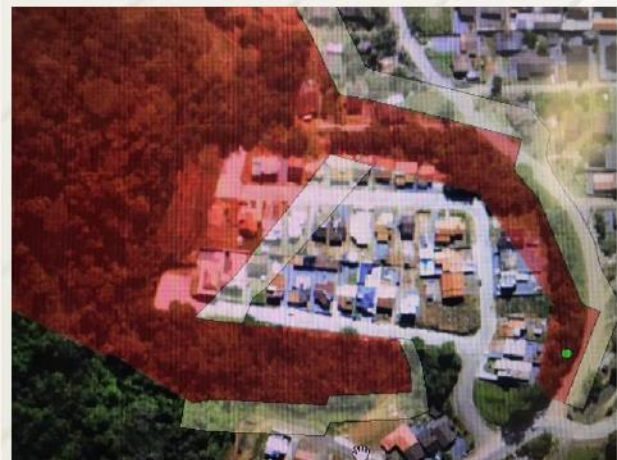
LOCAIS COM OCORRÊNCIA DE DESLIZAMENTOS EM GUARAMIRIM/SC FEVEREIRO DE 2019



Cidade	
1	Alto da Serra
2	Alto da Serra
3	Alto da Serra
4	Alto da Serra
5	Alto da Serra
6	Alto da Serra
7	Alto da Serra
8	Alto da Serra
9	Alto da Serra
10	Alto da Serra
11	Alto da Serra
12	Alto da Serra
13	Alto da Serra
14	Alto da Serra
15	Alto da Serra
16	Alto da Serra
17	Alto da Serra
18	Alto da Serra
19	Alto da Serra
20	Alto da Serra
21	Alto da Serra
22	Alto da Serra
23	Alto da Serra
24	Alto da Serra
25	Alto da Serra
26	Alto da Serra
27	Alto da Serra
28	Alto da Serra
29	Alto da Serra
30	Alto da Serra
31	Alto da Serra
32	Alto da Serra
33	Alto da Serra
34	Alto da Serra
35	Alto da Serra
36	Alto da Serra
37	Alto da Serra
38	Alto da Serra
39	Alto da Serra
40	Alto da Serra
41	Alto da Serra
42	Alto da Serra
43	Alto da Serra
44	Alto da Serra
45	Alto da Serra
46	Alto da Serra
47	Alto da Serra
48	Alto da Serra
49	Alto da Serra
50	Alto da Serra
51	Alto da Serra
52	Alto da Serra
53	Alto da Serra
54	Alto da Serra
55	Alto da Serra
56	Alto da Serra
57	Alto da Serra
58	Alto da Serra
59	Alto da Serra
60	Alto da Serra
61	Alto da Serra
62	Alto da Serra
63	Alto da Serra
64	Alto da Serra
65	Alto da Serra
66	Alto da Serra
67	Alto da Serra
68	Alto da Serra
69	Alto da Serra
70	Alto da Serra
71	Alto da Serra
72	Alto da Serra
73	Alto da Serra
74	Alto da Serra
75	Alto da Serra
76	Alto da Serra
77	Alto da Serra
78	Alto da Serra
79	Alto da Serra
80	Alto da Serra
81	Alto da Serra
82	Alto da Serra
83	Alto da Serra
84	Alto da Serra
85	Alto da Serra
86	Alto da Serra
87	Alto da Serra
88	Alto da Serra
89	Alto da Serra
90	Alto da Serra
91	Alto da Serra
92	Alto da Serra
93	Alto da Serra
94	Alto da Serra
95	Alto da Serra
96	Alto da Serra
97	Alto da Serra
98	Alto da Serra
99	Alto da Serra
100	Alto da Serra



Fonte: CPRM



Fonte: CPRM

Exercício

I – Como utilizar a Carta de Suscetibilidade no planejamento territorial?

II – Qual a carta indicada para a Defesa Civil utilizar na elaboração do Plano de Contingência e por que?



Muito Obrigada!!

Alessandra Cristina Corsi – accorsi@ipt.br

Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental

Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente

