



PANORAMA DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES NAS REGIÕES METROPOLITANAS DE SÃO PAULO E DA BAIXADA SANTISTA E LITORAL NORTE DO ESP

Bitar, O.Y.; Campos, S.J.A.M.; Monteiro, A.C.M.C.; Paulon, N.; Stefani, F.L.; Faccini, L.G.; Fernandez, F.; Argentin, P.M.; Corsi, A.C.; Siqueira, A.G.; Almeida, M.C.J.; Correa, N.F.

- ***Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT***
- ***omar@ipt.br***

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. REGIÕES MAPEADAS
3. OBJETIVOS
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS
5. RESULTADOS
6. UTILIZAÇÃO DAS CARTAS
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. INTRODUÇÃO



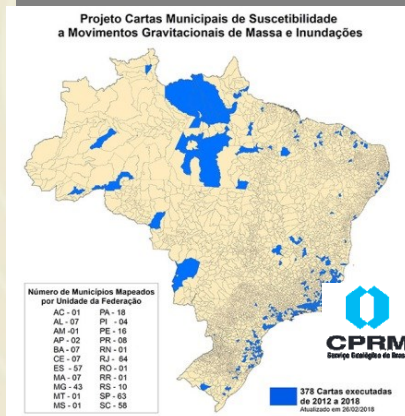
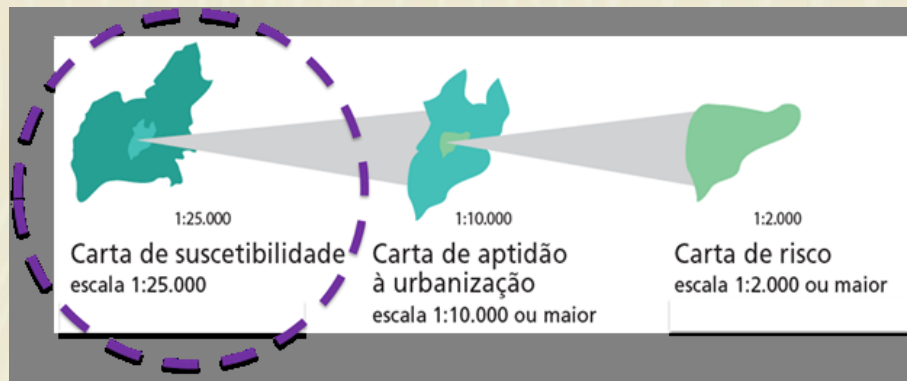
• Origem: Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC – Lei Federal 12.608/2012)

- ✓ Promover a identificação e avaliação das suscetibilidades de modo a evitar ou reduzir a ocorrência de desastres (**objetivo da PNPDEC**).
- ✓ Plano Diretor Municipal deve conter **mapeamento das áreas suscetíveis** a deslizamentos e inundações (**Estatuto da Cidade**).
- ✓ Município deve ter mecanismos de fiscalização e controle, para evitar a ocupação de **áreas suscetíveis** (**Lei de R\$ para gestão de risco**).

1. INTRODUÇÃO

• Parceria CPRM e IPT, em frentes de políticas públicas:

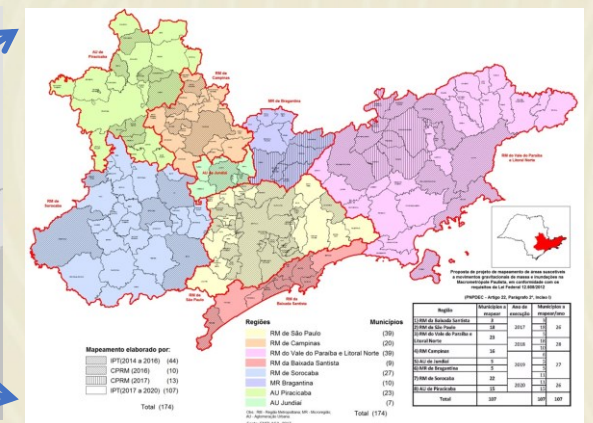
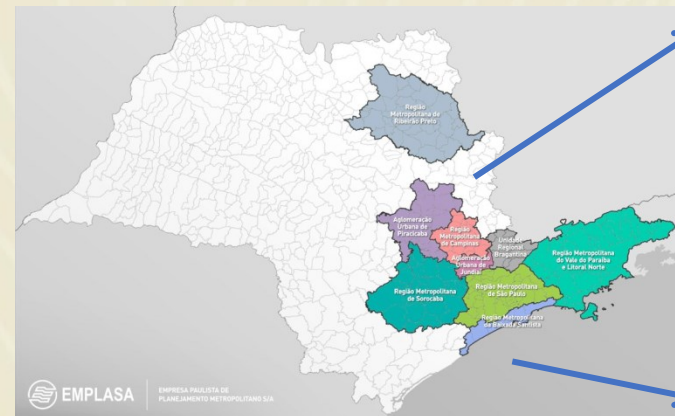
1. Implementação da PNPDEC



> 400 municípios
com cartas de
suscetibilidade
concluídas,
desde 2013

2. Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PDN- Decreto 57.512/2011- Defesa Civil e IG/SMA)

Meta: completar até 2020 os 174 municípios da
Macrometrópole Paulista (> 100 concluídos).



1. INTRODUÇÃO

• Parceria CPRM e IPT, em frentes de políticas públicas:

3. Estatuto da Metrópole (Lei Federal 13.089/2015)

- Institui o **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI)**, que deve estabelecer as diretrizes para o desenvolvimento urbano da região; e
- Prevê uso de dados **cartográficos, ambientais, geológicos** para planejamento, gestão e execução das funções públicas de interesse comum.

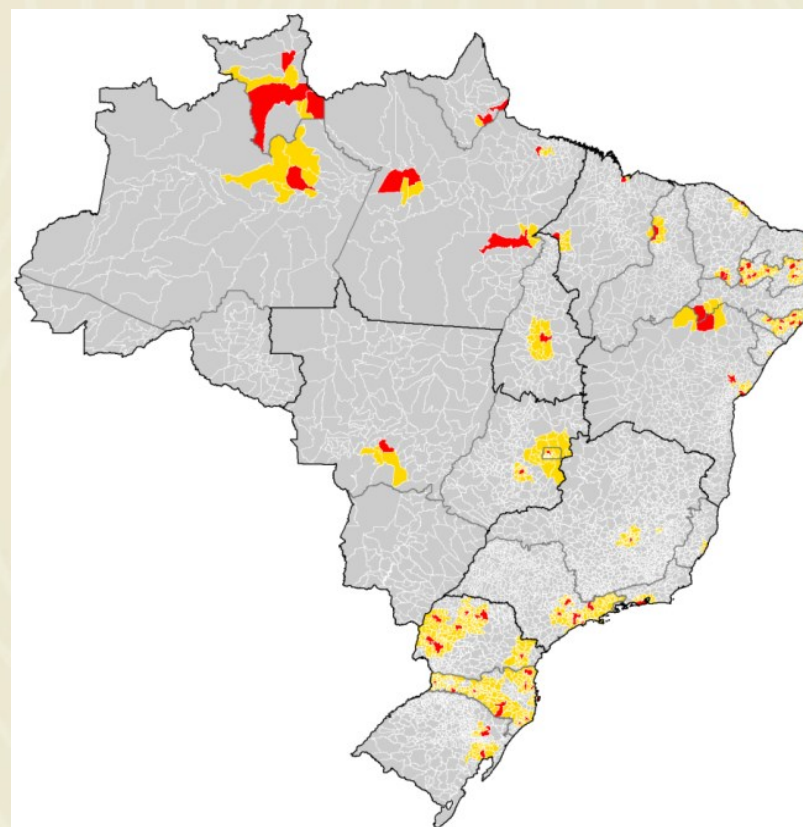
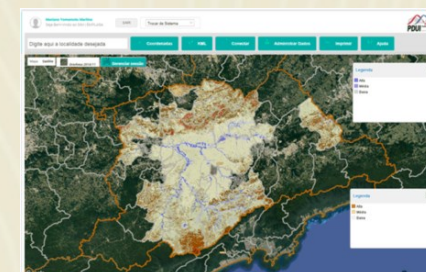


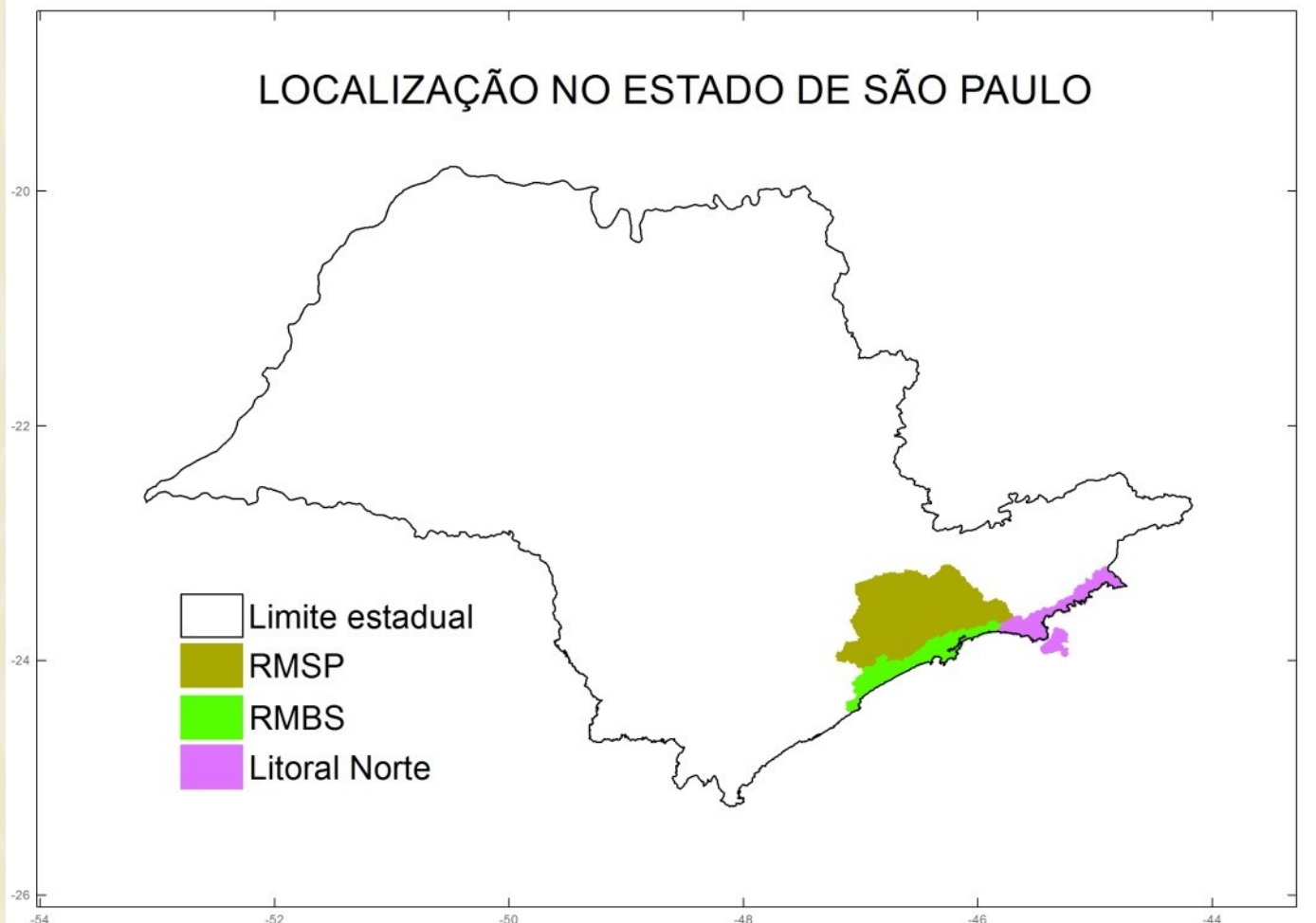
Figura – 71 regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. **Fonte:** OM e IBGE.

- Municípios dessas regiões seguem sob intensa pressão da urbanização.
- Parte das cartas de suscetibilidade abrange essas áreas.
- Emplasa requisitou as cartas para o PDUI da RMSP.



2. REGIÕES MAPEADAS

LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO



Região		Nº de municípios
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo	39
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista	9
LN	Litoral Norte (sub-região da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte)	4
Total		52

3. OBJETIVOS



- **Geral:**

- Estabelecer bases para o desenvolvimento de cartas de suscetibilidade a processos geológicos e hidrológicos, na escala 1:25.000.

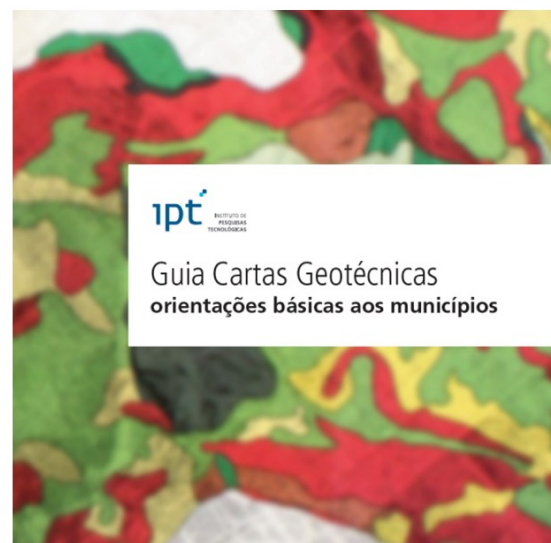
- **Específicos:**

- Efetuar a análise, classificação e zoneamento das suscetibilidades a movimentos gravitacionais de massa (MGM) e inundações;
- Estimar a incidência das diferentes classes de suscetibilidade em relação às áreas ocupadas e não ocupadas; e
- Disponibilizar os dados na *web*, para acesso público.

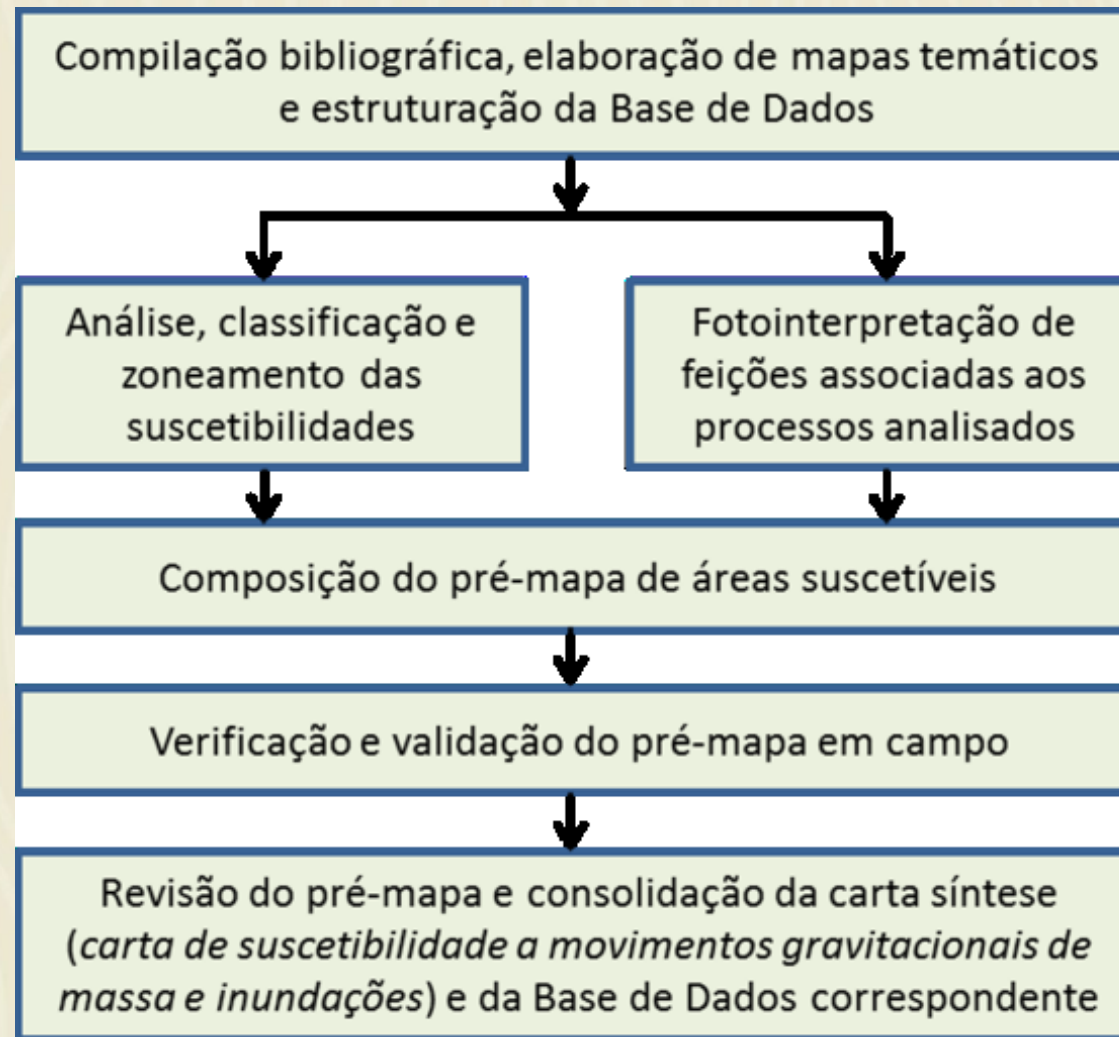
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS



www.cprm.gov.br



www.ipt.br



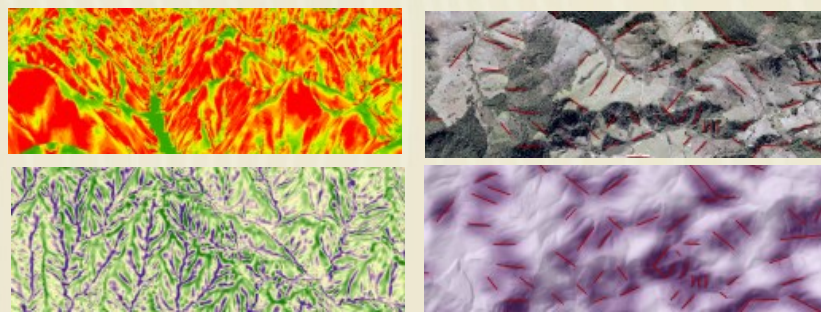
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

- As áreas são classificadas em zonas de **alta, média e baixa suscetibilidade** aos processos considerados.
- Delimitam-se também as bacias de drenagem suscetíveis à geração de **corrida de massa e/ou enxurrada**.
- Cada classe é acompanhada de **indicadores** que fornecem uma estimativa de sua incidência no município e na área urbanizada.

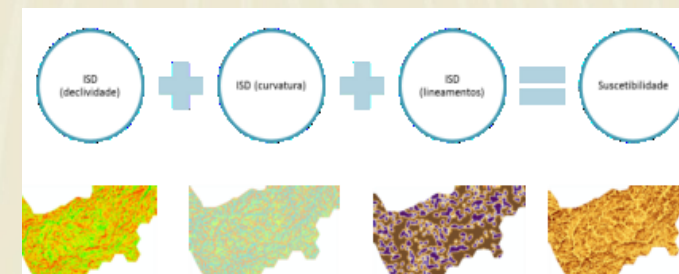
Processo	Fatores predisponentes (associados às condições dos terrenos)
MGM (exceto corrida de massa)	• Deslizamento: declividade, curvatura de encosta e densidade de lineamentos estruturais (fraturas, juntas, falhas, ..), dados pela análise da distribuição de cicatrizes de eventos ocorridos em área piloto. • Rastejo e queda de rocha: mapeamento de feições
Corridas de massa e/ou enxurradas	• Unidade de relevo • Suscetibilidade alta a deslizamentos • Amplitude e área da bacia de drenagem
Inundações e/ou alagamentos	• Características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias hidrográficas, as quais tendem a favorecer o transbordamento do nível d'água por ocasião de chuvas intensas

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

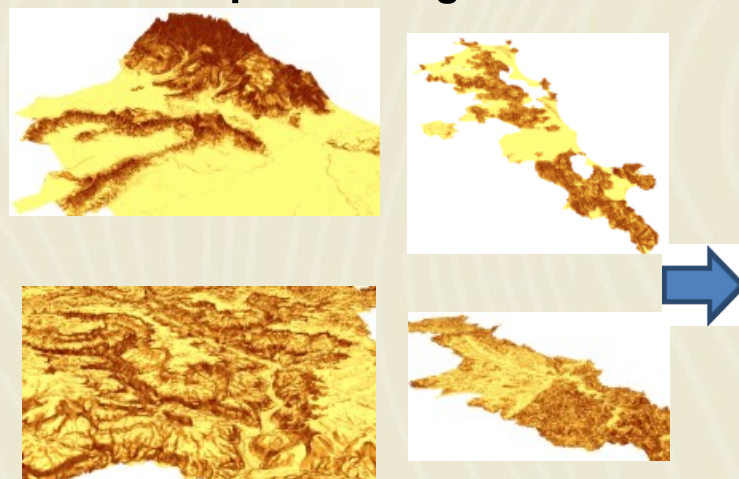
1) Mapeamento dos fatores: MDE, ortofotos e geoprocessamento



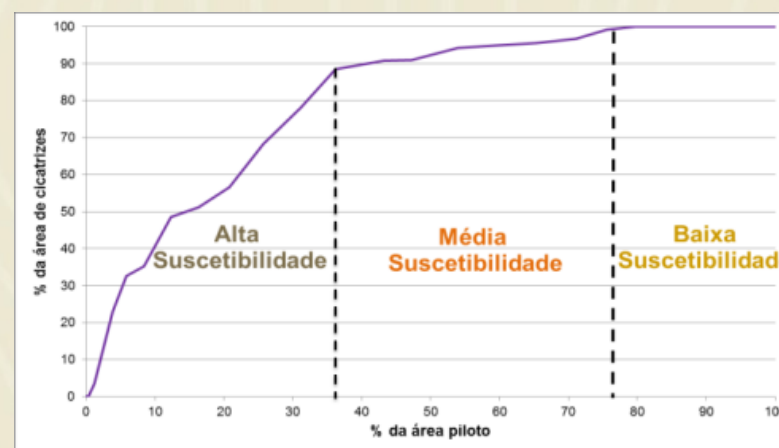
2) Mapeamento de cicatrizes em área piloto, válida para cada município; e cálculo do índice de suscetibilidade



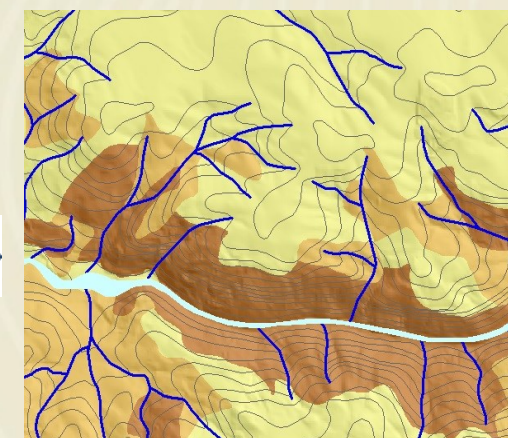
3) Testes em diferentes municípios da região



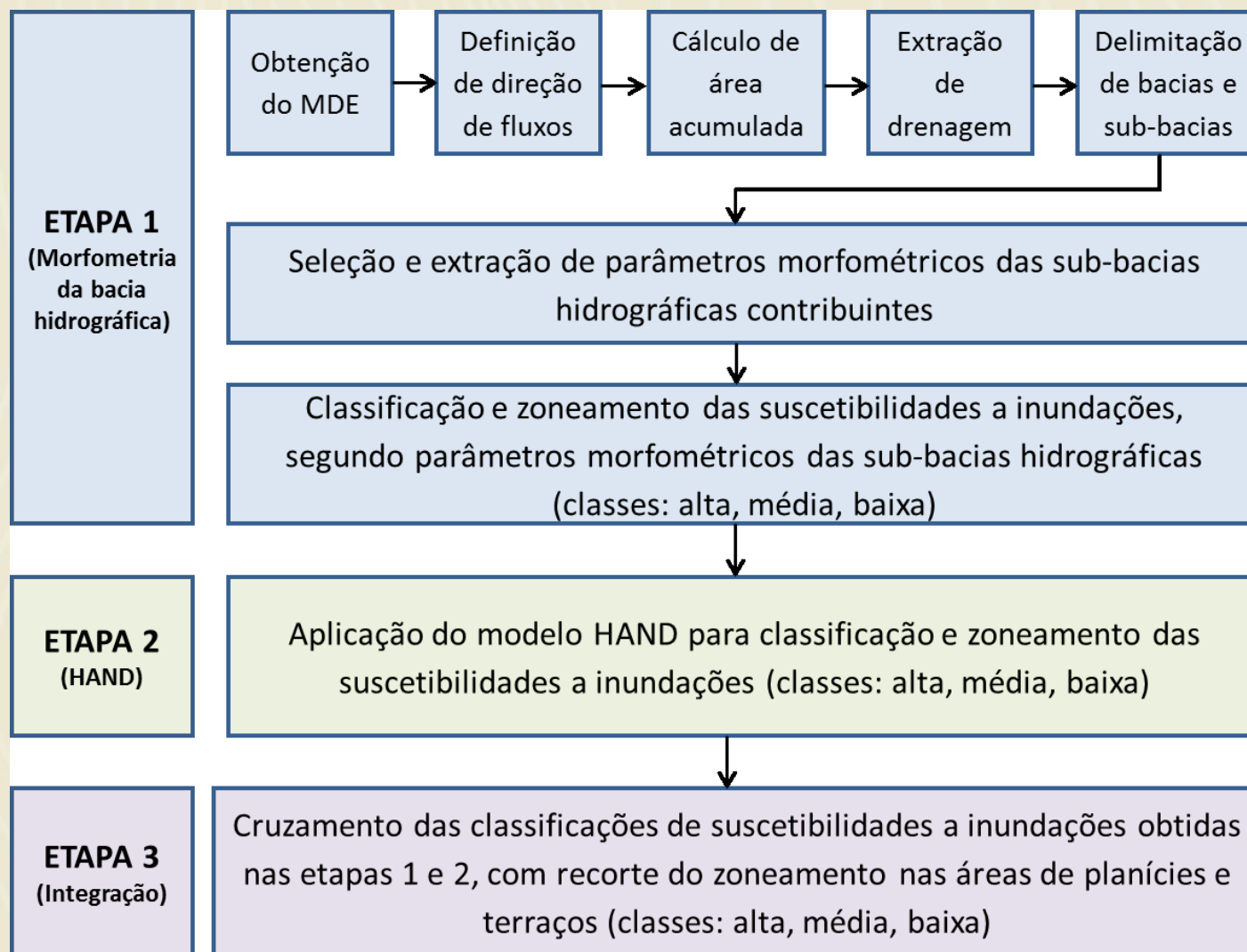
4) Classificação da suscetibilidade em relação à área piloto



5) Zoneamento da suscetibilidade



4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS



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

* HAND: Height Above Nearest Drainage ou Altura Acima da Drenagem mais Próxima – INPE



4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

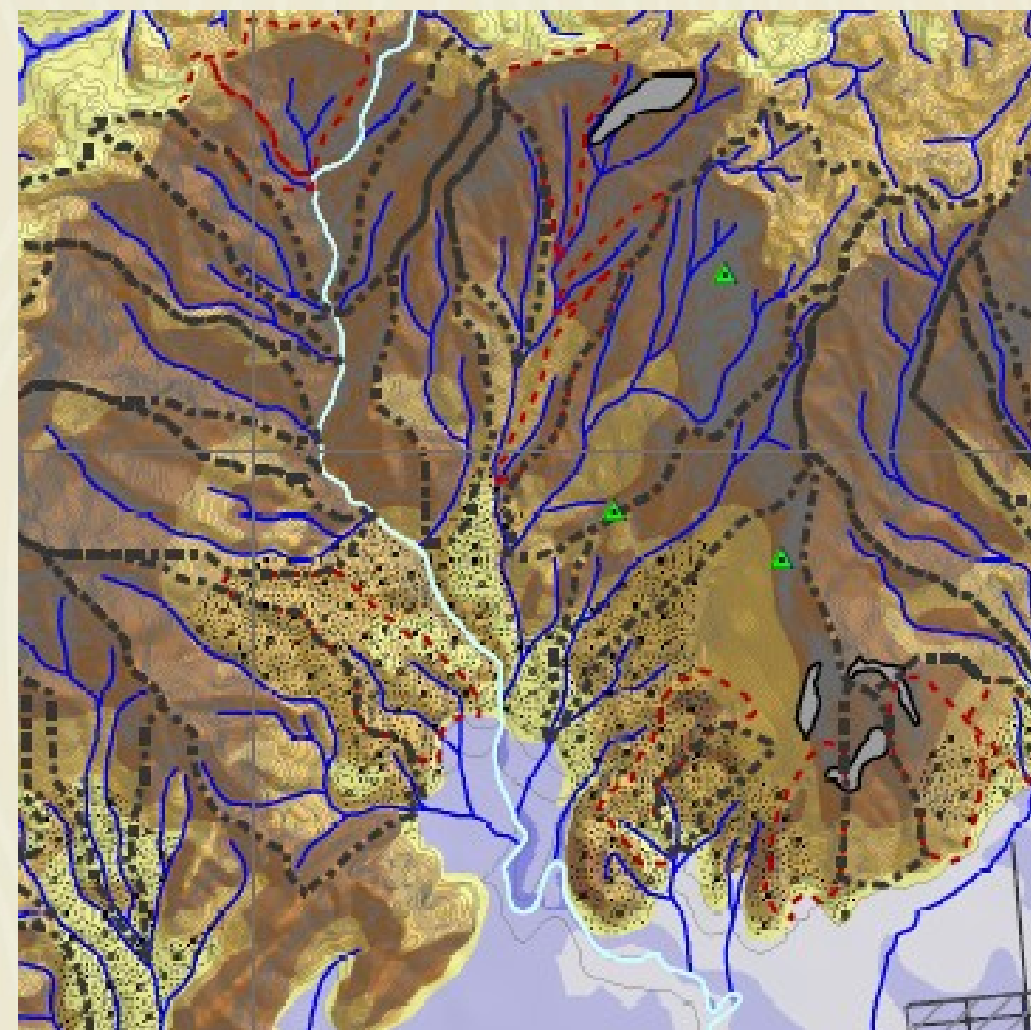
CORRIDAS DE MASSA

- 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).

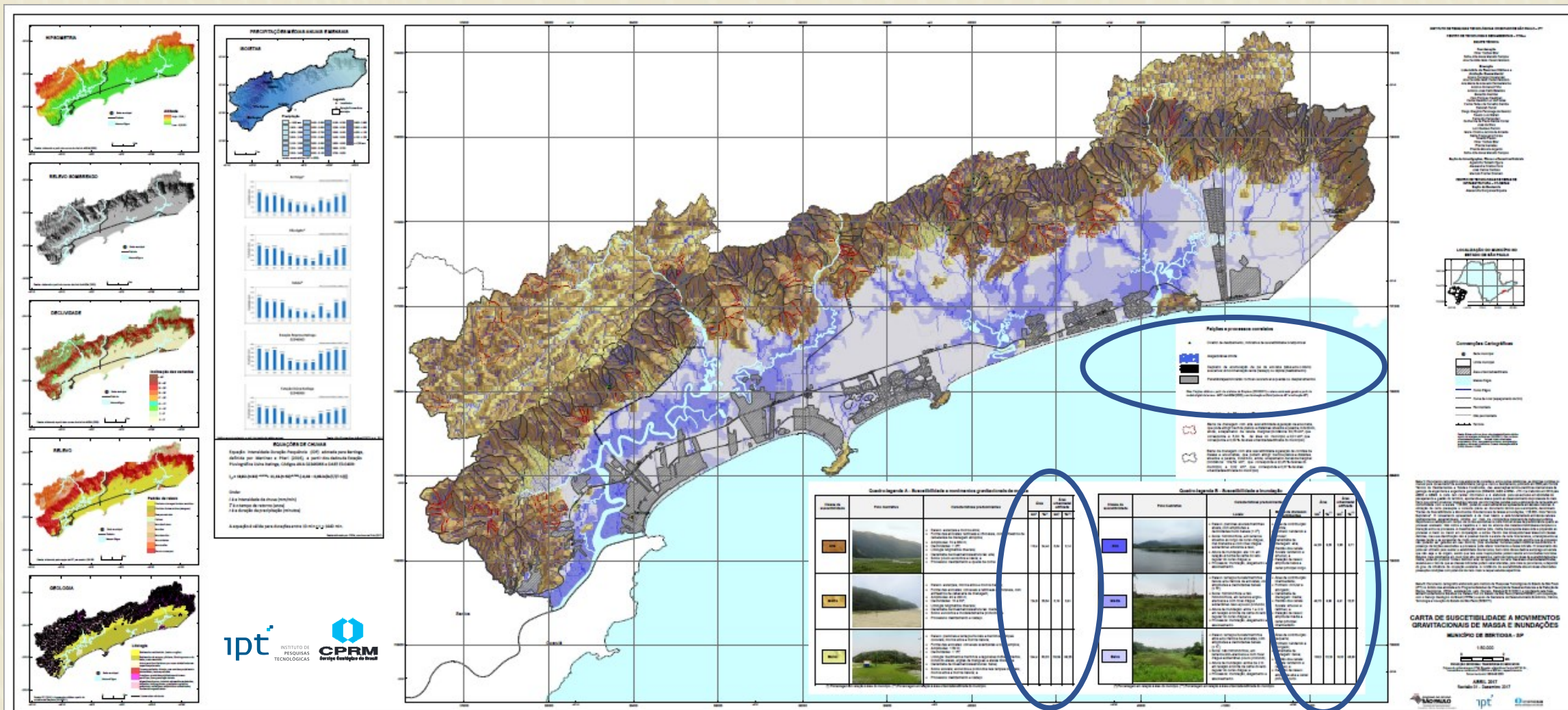


ENXURRADAS

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

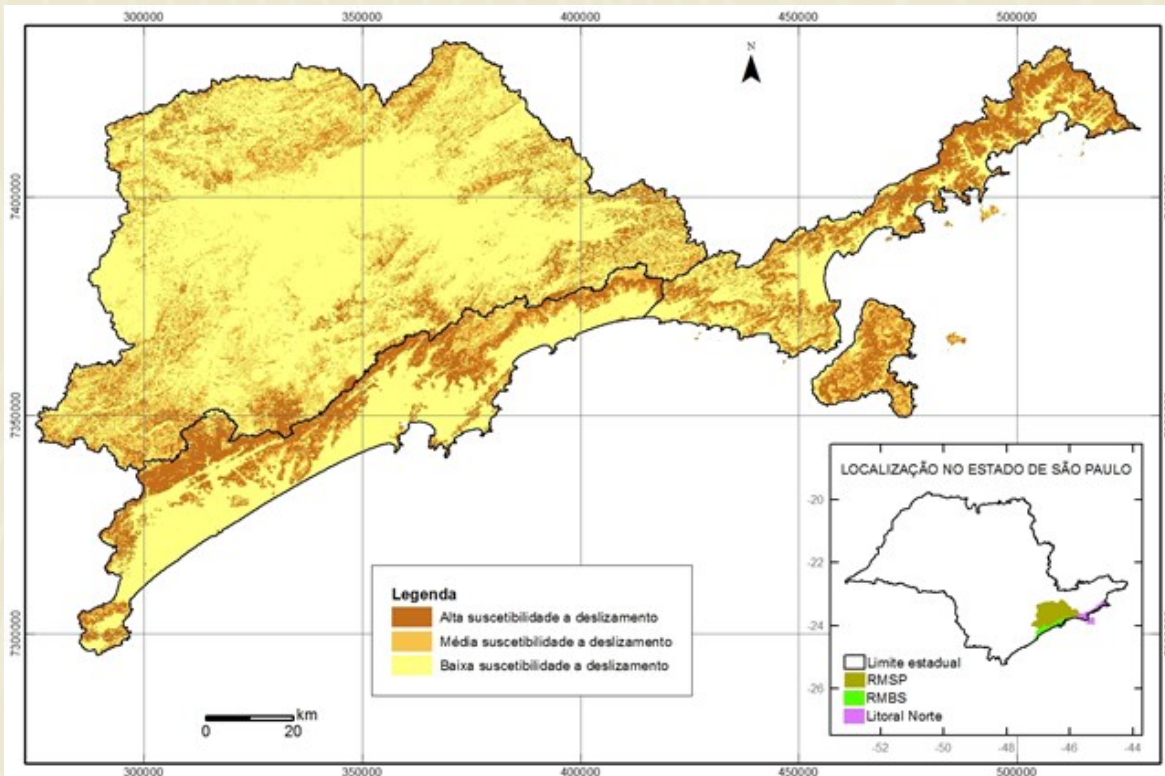


- **Carta de suscetibilidade a MGM e Inundações (Bertioga, SP)**



5. RESULTADOS

• Incidência de áreas suscetíveis a deslizamento:

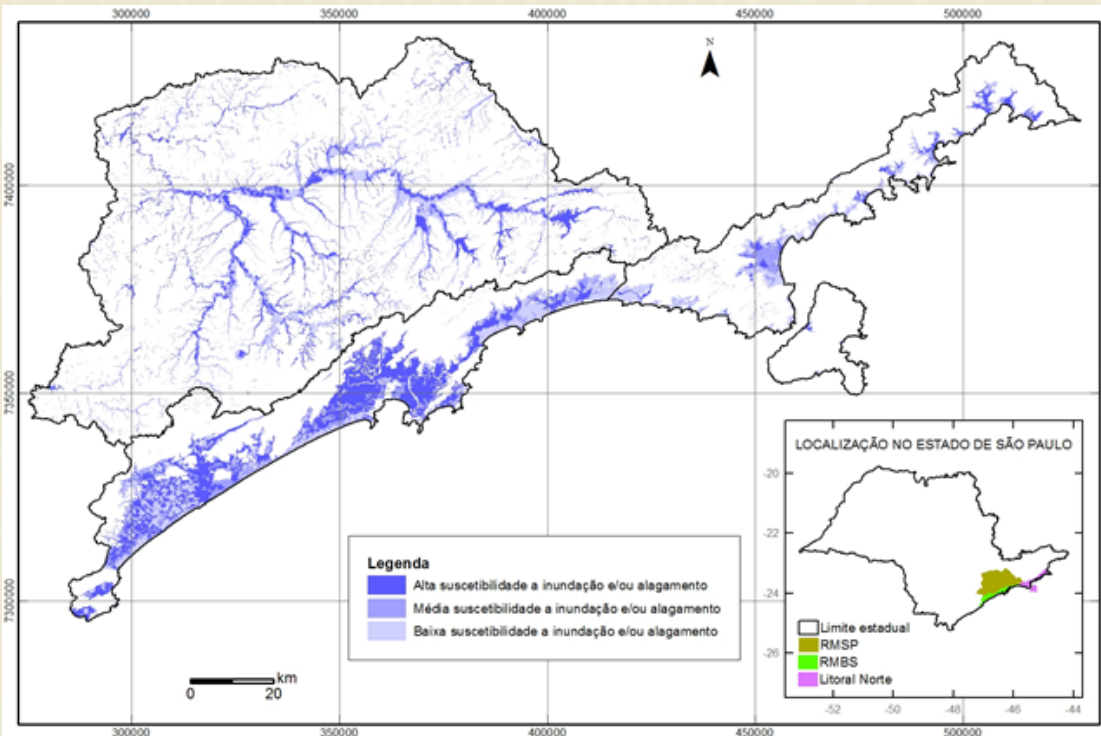


Abrangência	Região	Alta		Média		Baixa		Total
		km²	%	km²	%	km²	%	km²
Área municipal	RMSP	822,58	10,35	1.634,35	20,56	5.494,05	69,10	7.950,98
	RMBS	741,54	30,71	333,85	13,83	1.338,99	55,46	2.414,39
	LN	759,22	39,20	472,02	24,37	705,63	36,43	1.936,87
Área urbanizada	RMSP	41,93	1,79	174,56	7,43	2.131,39	90,78	2.347,89
	RMBS	3,73	1,20	1,94	0,63	303,89	98,17	309,56
	LN	2,50	2,27	5,42	4,92	102,13	92,80	110,05

Fonte: IPT e CPRM.

5. RESULTADOS

• Incidência de áreas suscetíveis a inundações e/ou alagamento:



Abrangência	Região	Alta		Média		Baixa		Total	
		km²	%	km²	%	km²	%	km² *	% **
Área municipal	RMSP	333,33	4,19	303,84	3,82	497,89	6,26	1.135,06	14,28
	RMBS	505,00	20,92	299,33	12,40	306,87	12,71	1.111,20	46,02
	LN	47,29	2,44	87,24	4,50	172,98	43,20	307,51	15,88
Área urbanizada	RMSP	102,47	4,36	117,59	5,01	193,63	8,25	413,70	17,62
	RMBS	100,45	32,45	102,43	33,09	90,54	29,25	293,42	94,79
	LN	8,40	7,63	24,11	21,91	50,61	45,99	83,12	75,53

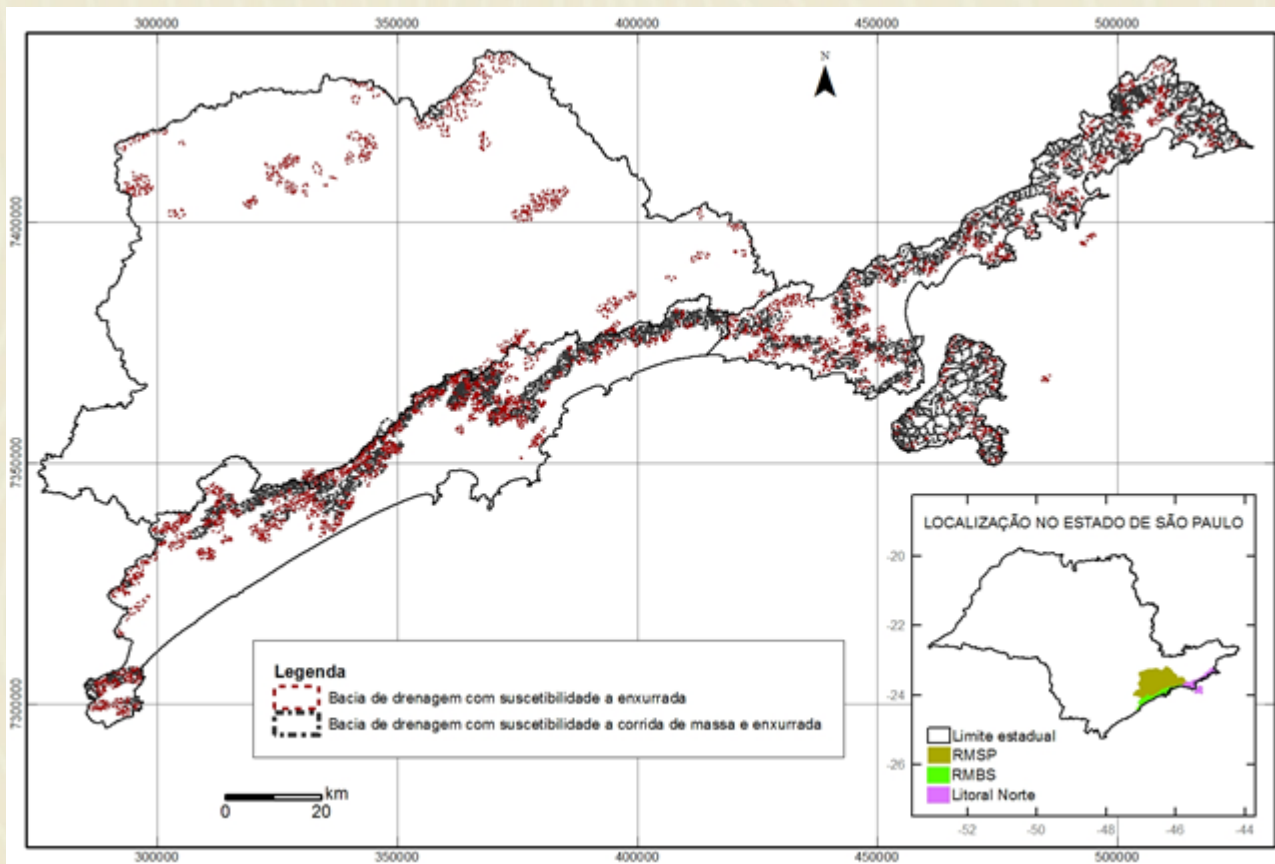
* Refere-se à soma das áreas em padrão de relevo representado por planícies e terraços aluviais e/ou marinhos.

** Refere-se à proporção de ocorrência desse padrão de relevo em relação à área total da região.

Fonte: IPT e CPRM.

5. RESULTADOS

• Incidência de áreas suscetíveis a corrida e/ou enxurrada:



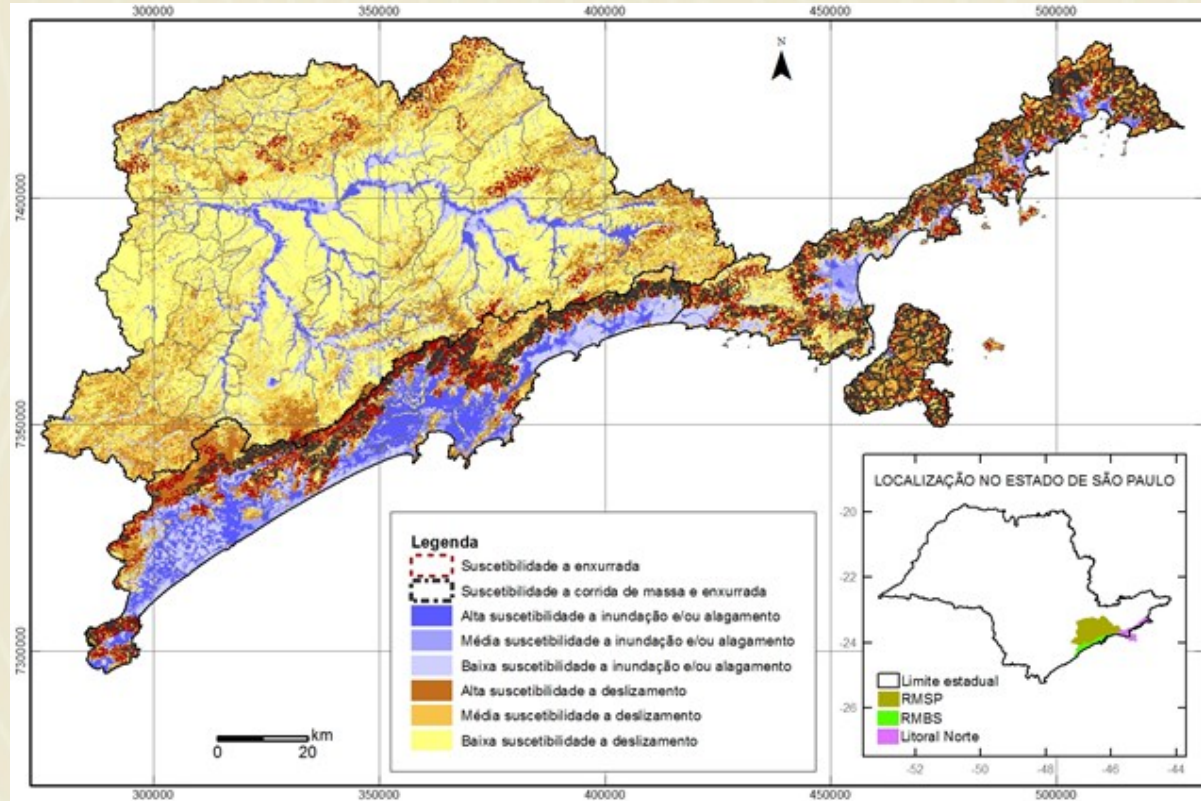
Abrangência	Região	Corrida e enxurrada (a)		Enxurrada (b)		Total (a + b)	
		km²	%	km²	%	km²	%
Área municipal	RMSP	21,91	0,28	213,41	2,68	235,32	2,96
	RMBS	293,86	12,17	264,67	10,96	558,53	23,13
	LN	715,95	36,96	275,24	14,21	991,19	51,17
Área urbanizada	RMSP	0,18	0,01	9,61	0,41	9,79	0,42
	RMBS	0,42	0,14	0,90	0,29	1,32	0,43
	LN	5,63	5,12	2,59	2,35	8,22	7,47

Fonte: IPT e CPRM.

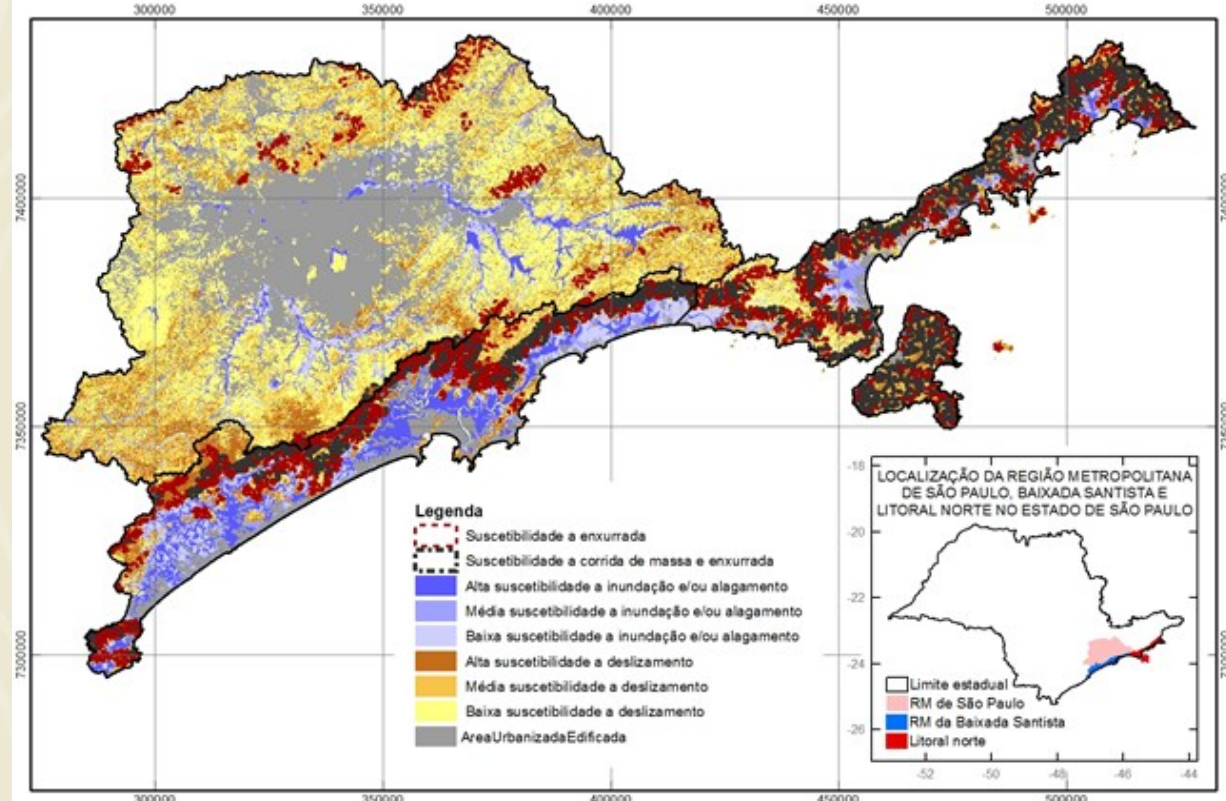
5. RESULTADOS

• Panorama da incidência de áreas suscetíveis nas três regiões

Sem as áreas urbanizadas/edificadas



Com as áreas urbanizadas/ocupadas



Fonte: IPT e CPRM.

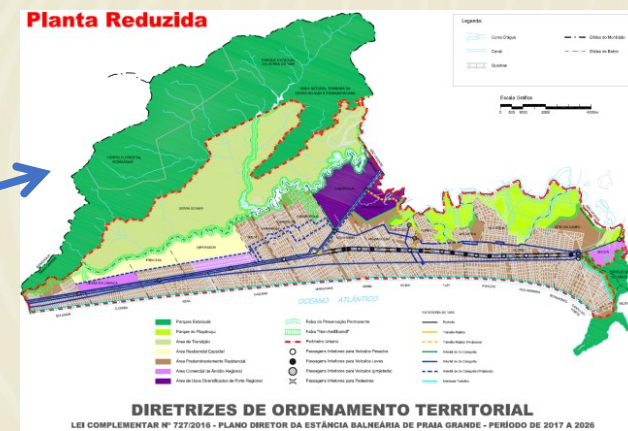
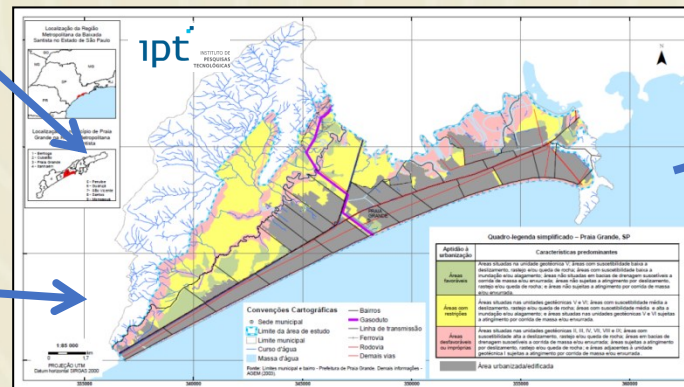
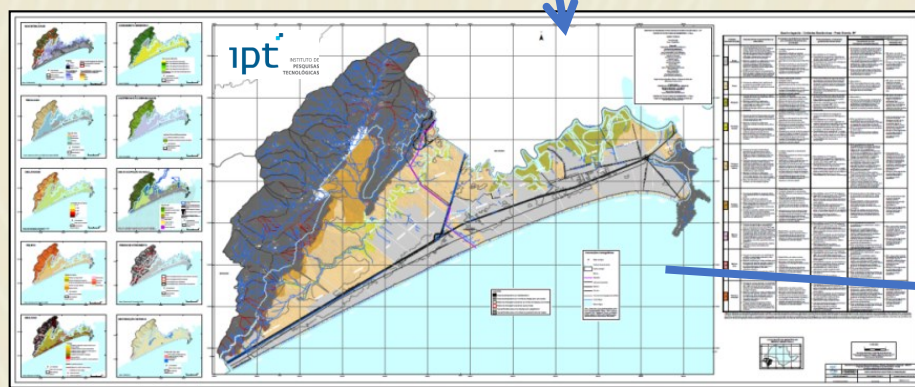
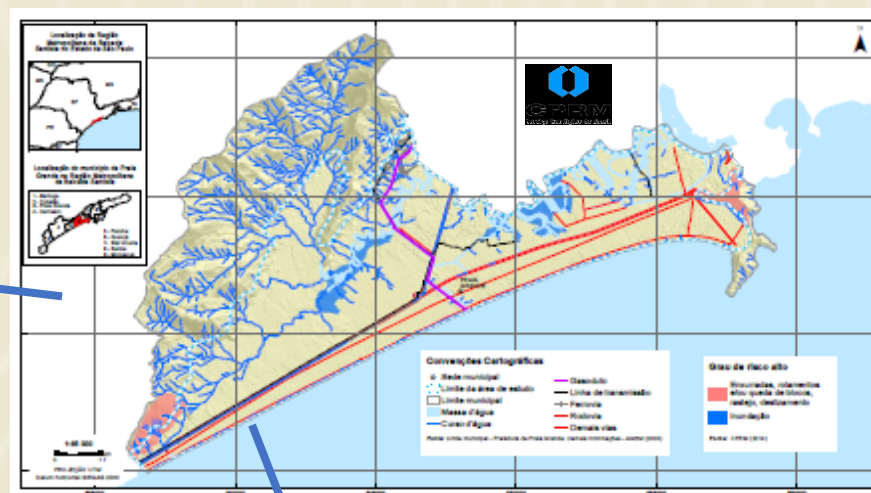
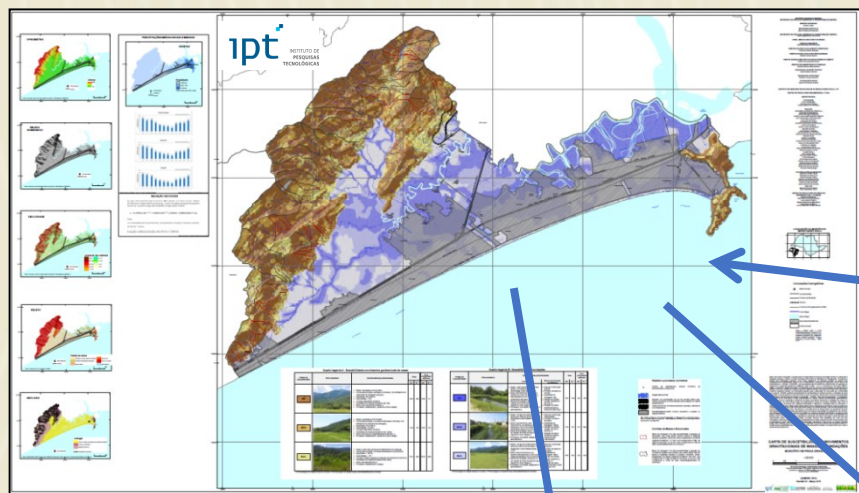
6. UTILIZAÇÃO DAS CARTAS



- Base para a **carta geotécnica de aptidão à urbanização**, requerida ao parcelamento do solo urbano (Lei Lehmann - Praia Grande; ...).
- **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado** (RMSP: Emplasa; ...).
- **Plano Diretor Municipal** (Praia Grande; ...).
- **Lei de Uso e Ocupação do Solo** (Santos; Praia Grande; ...).
- **Planejamento de infraestrutura** (Transportes: DER/SP-Bird-IG/SMA; ...).
- **Estudos regionais e locais** (empresas privadas; institutos; ONGs; ...).
- **Teses e Dissertações** (universidades; institutos).

6. UTILIZAÇÃO DAS CARTAS

• Integração das cartas na elaboração do PDM de Praia Grande (2016)



6. UTILIZAÇÃO DAS CARTAS

Anexo 2 - Matrizes de Articulação da Gestão de Riscos / Vulnerabilidades com o Macrozoneamento

PDUI - RMSP
Grupo de Trabalho Gestão de Riscos

CADERNO DE PROPOSTAS -
CAPÍTULO 1.2.4:
GESTÃO DE RISCOS -
ESTRATÉGIAS

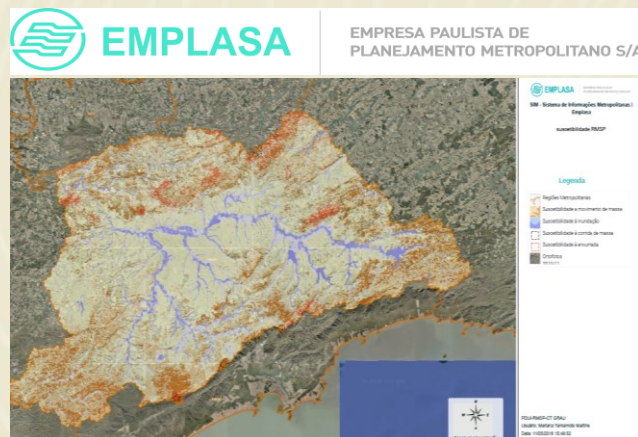


Tabela 1 - Estratégia para a Ação Metropolitana - Gestão de Riscos Geológicos

Matriz de Cruzamentos - Macrozonas - Exemplo

	Áreas Não Ocupadas			Áreas Ocupadas		
MACROZONAS	Alta suscetibilidade para Inundação ou escorregamento	Média Suscetibilidade para Inundação ou escorregamento	Baixa Suscetibilidade para Inundação ou escorregamento	Alto Risco para inundação e escorregamento	Médio Risco para inundação e escorregamento	Baixo Risco para inundação e escorregamento
Preservação Ambiental	Observar legislação pertinente	Observar legislação pertinente	Observar legislação pertinente	Observar legislação pertinente	Observar legislação pertinente	Observar legislação pertinente
Diversificação de Interesse Ambiental	Não ocupar ou, caso necessário, para usos específicos e não urbanos, ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar mediante execução de medidas hidrológico-hidráulicas ou geotécnicas convencionais, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos.	Condições de risco inaceitáveis: promover a redução do risco em curto prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais e mesmo remoção da ocupação (eliminar o risco).	Condições de risco moderadas: promover a redução do risco em médio prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).	Condições de risco baixas: promover a redução do risco em médio/longo prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).
Urbanização em Área de Proteção aos Mananciais	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes para a ocupação	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes para a ocupação	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes para a ocupação	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes de recuperação	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes de recuperação	Observar legislação pertinente. Analisar situações específicas e definir diretrizes de recuperação
Consolidação da Urbanização	Não ocupar ou, caso necessário, para usos específicos e não urbanos, ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar mediante execução de medidas hidrológico-hidráulicas ou geotécnicas convencionais, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos.	Condições de risco inaceitáveis: promover a redução do risco em curto prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais e remoção (eliminar o risco).	Condições de risco moderadas: promover a redução do risco em médio prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).	Condições de risco baixas: promover a redução do risco em médio/longo prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).
Diversificação e Adensamento	Não ocupar ou, caso necessário, para usos específicos e não urbanos, ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar somente mediante execução de medidas fundamentadas em rigorosa avaliação hidrológico-hidráulica ou geotécnica, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos	Ocupar mediante execução de medidas hidrológico-hidráulicas ou geotécnicas convencionais, restringindo-se as modificações que possam afetar a dinâmica de escoamento local ou a geometria e a estabilidade dos terrenos.	Condições de risco inaceitáveis: promover a redução do risco em curto prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais e remoção (eliminar o risco).	Condições de risco moderadas: promover a redução do risco em médio prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).	Condições de risco baixas: promover a redução do risco em médio/longo prazo, por meio de planos de gerenciamento de riscos, incluindo a execução de medidas preventivas estruturais e não estruturais (reduzir o risco).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS



- Resultados mostram a **distribuição das áreas que devem merecer atenção especial** no planejamento territorial e na prevenção de desastres.
- **Incidência municipal de áreas de alta suscetibilidade é maior a deslizamento.** Em áreas urbanizadas é a inundação e/ou alagamento.
- Espera-se que a **expansão urbana seja dirigida para baixas suscetibilidades.**
- **Ocupação em alta e média suscetibilidade deve ser gerida para reduzir riscos.**
- **Dados estão disponibilizados nos portais:** CPRM, Cedec/SP, Plataforma IPT Pró-Municípios e IDEs do Datageo da SMA/SP e Emplasa.



AGRADECIMENTOS



**Prefeituras
municipais**

Obrigado pela atenção!

omar@ipt.br