

**Mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações nos 174 municípios da MMP**

**Omar Yazbek Bitar**

*Palestra on-line apresentada no SEMINÁRIO DE RESULTADOS DO PROJETO TEMÁTICO MACROAMB: PLANEJAMENTO E GOVERNANÇA DE INCERTEZAS CLIMÁTICAS E REGIONAIS, 18-19 out., 2021, São Paulo. on-line..*

*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, APENAS CONSULTA***

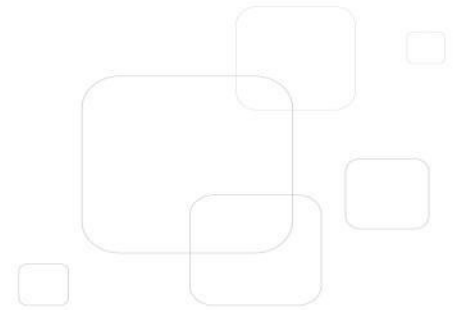
# Seminário de resultados do Projeto Temático MacroAmb: Planejamento e Governança de *Incertezas* Climáticas e Regionais



## Mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações nos 174 municípios da MMP

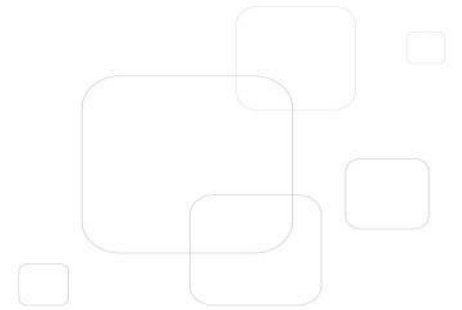
**Omar Yazbek Bitar – IPT**

# Sumário



- 1. Origem do mapeamento na MMP;**
- 2. Resultados gerais obtidos;**
- 3. Utilização das cartas; e**
- 4. Considerações finais.**

# Sumário



- 1. Origem do mapeamento na MMP;**
2. Resultados gerais obtidos;
3. Utilização das cartas; e
4. Considerações finais.

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


- No **Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001)**, estabelecendo a obrigatoriedade de plano diretor nos municípios que possuem **áreas suscetíveis** a processos geológicos ou hidrológicos que podem gerar desastres naturais e, ainda, que a identificação e o mapeamento de **áreas de risco** levem em conta as **cartas geotécnicas**.
- Na **Lei Lehmann (Lei Federal 6.766/1979)**, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, vinculando a aprovação de novos projetos (loteamento e/ou desmembramento) ao atendimento da **carta geotécnica de aptidão à urbanização**.
- Na **Lei Federal 12.340/2010**, que dispõe sobre a transferência de recursos da União para que os estados e municípios atuem na gestão de riscos e prevenção de desastres, fixando **cinco requisitos, que envolvem a elaboração de cartas geotécnicas**.

# Tipos de cartografia geotécnica - PNPDEC

Área do município  
(urbana + rural)

Zona urbana e de  
expansão urbana

Núcleos/setores  
urbanizados



Carta de suscetibilidade  
escala 1:25.000

Carta de aptidão  
à urbanização  
escala 1:10.000 ou maior

Carta de risco  
escala 1:2.000 ou maior

**Fonte:** IPT (2015), baseado em Fell et al. (2008), Diniz (2012), Sobreira e Souza (2012) e outros, bem como em discussões de vários encontros técnicos deflagrados no âmbito do **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais** – PNGRRDN (2012).

# Mapeamento de áreas suscetíveis na MMP, via implementação de políticas públicas (2013 a 2020)

## 1. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC

(Lei Federal 12.608/2012) - desde 2013, cerca de 600 municípios mapeados.

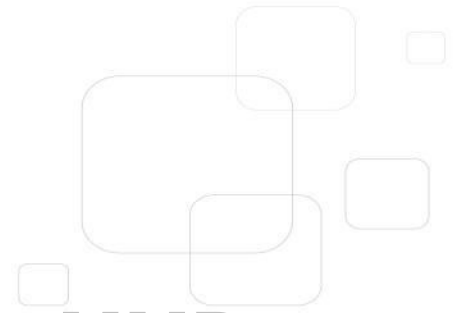
## 2. Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos – PDN/SP

(2011 - reorganizado pelo Decreto Estadual 64.673/2019) - 174 municípios da MMP.

## 3. Estatuto da MetrÓpole

(Lei Federal 13.089/2015 - regiões metropolitanas e aglomerações urbanas de SP, subsidiando o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado-PDUI) - uso na RMSP.

# Sumário



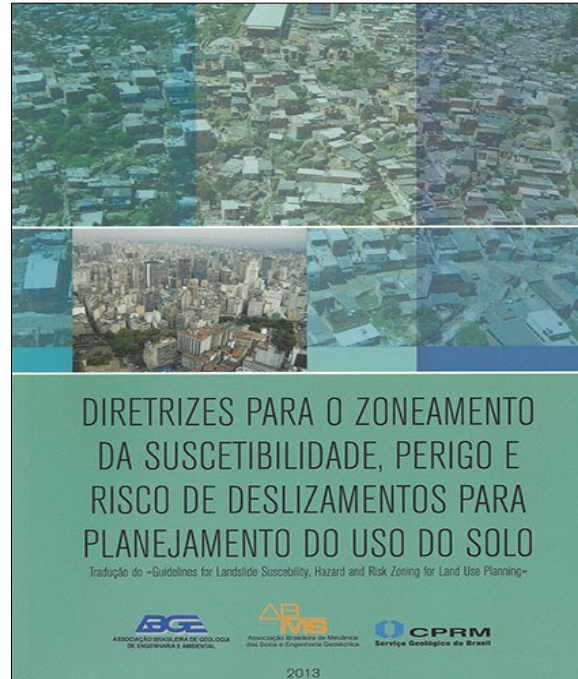
1. Origem do mapeamento na MMP;
- 2. Resultados gerais obtidos;**
3. Utilização das cartas; e
4. Considerações finais.



# Referências básicas no campo das geociências



Fell et al. (2008) - JTC 1

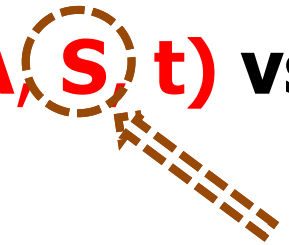


Macedo e Bressani (2013)



Julião et al. (2009)

# Referências básicas no campo das geociências

$$R = P_f (A, S, t) \text{ vs. } C \times V$$


- **R** = risco.
- **P** = **perigo** (probabilidade de ocorrência de evento associado a um tipo de ameaça "**A**", em vista da suscetibilidade "**S**" e intervalo de tempo "**t**").
- **C** = **consequências** (danos e perdas em relação aos elementos expostos (vidas, ecossistemas, bens, finanças).
- **V** = **vulnerabilidade** (0 ~1; fator de ponderação em face das condições de resposta dos elementos expostos ante o evento).

Fonte: adaptado de Hermelin, 2002 - *New Trends in Prevention of Geologic Hazards*.

# Processos considerados

## I- Movimentos gravitacionais de massa

### Deslizamento (*landslide*)



### Rastejo (*creep*)



### Corrida de massa (*debris flow*)



### Queda de rocha (*rock fall*)



# Processos considerados

## II- Processos hidrológicos

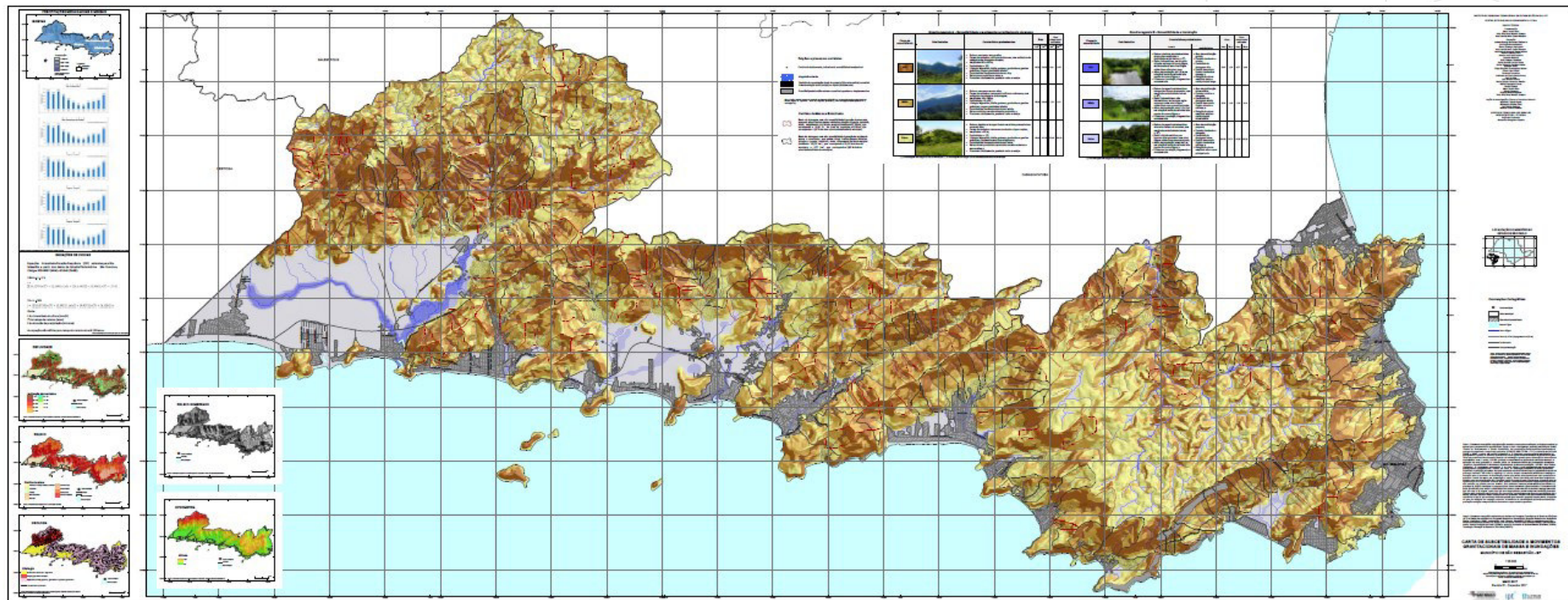
**Inundação** (*river flooding, coastal flooding*)



**Enxurrada** (*flash flood*)

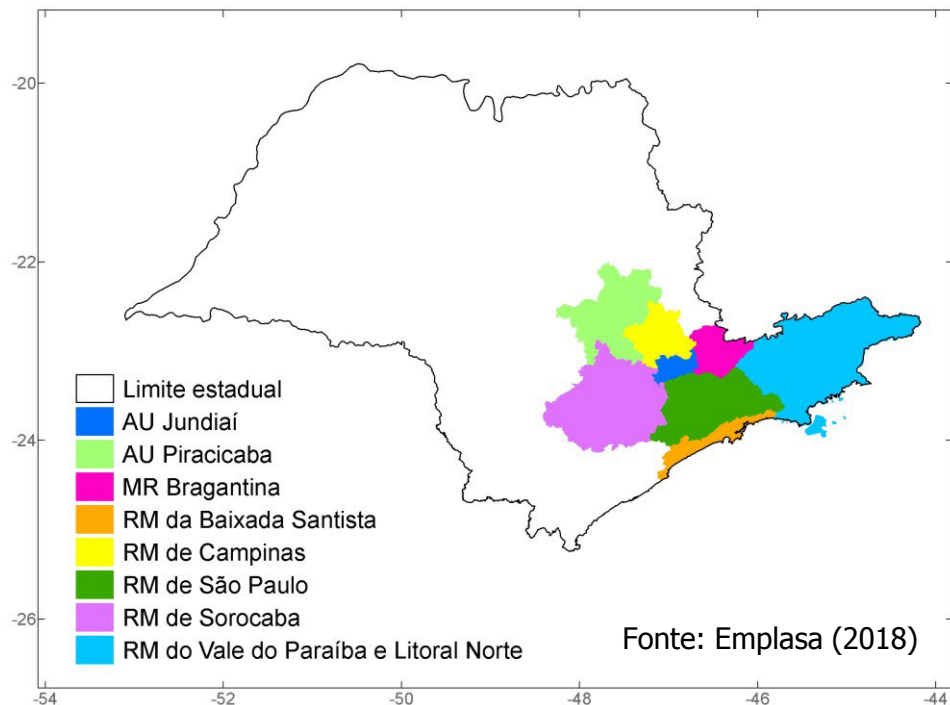


# Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações 1:25.000



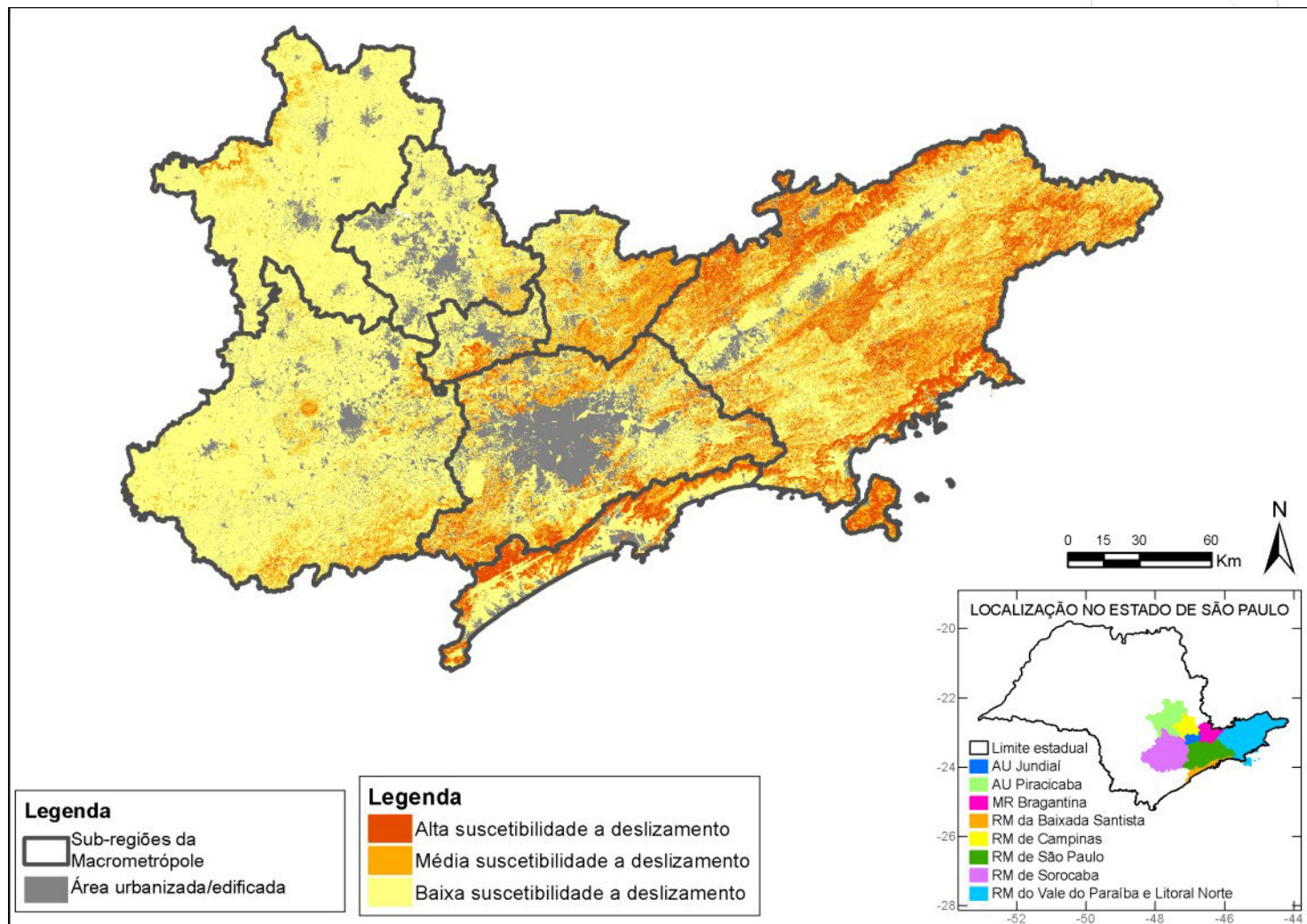
**Figura 1-** Ilustração da carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações de São Sebastião, Litoral Norte, distinguindo-se: áreas suscetíveis a deslizamento (tons em marrom), inundação e/ou alagamento (tons em azul), corrida de massa (polígono com contorno preto), enxurrada (polígono com contorno vermelho) e área urbanizada e/ou edificada (hachura cinza). À esquerda estão os mapas temáticos e dados de chuvas utilizados. Fonte: IPT e CPRM.

# Macrometrópole Paulista – MMP

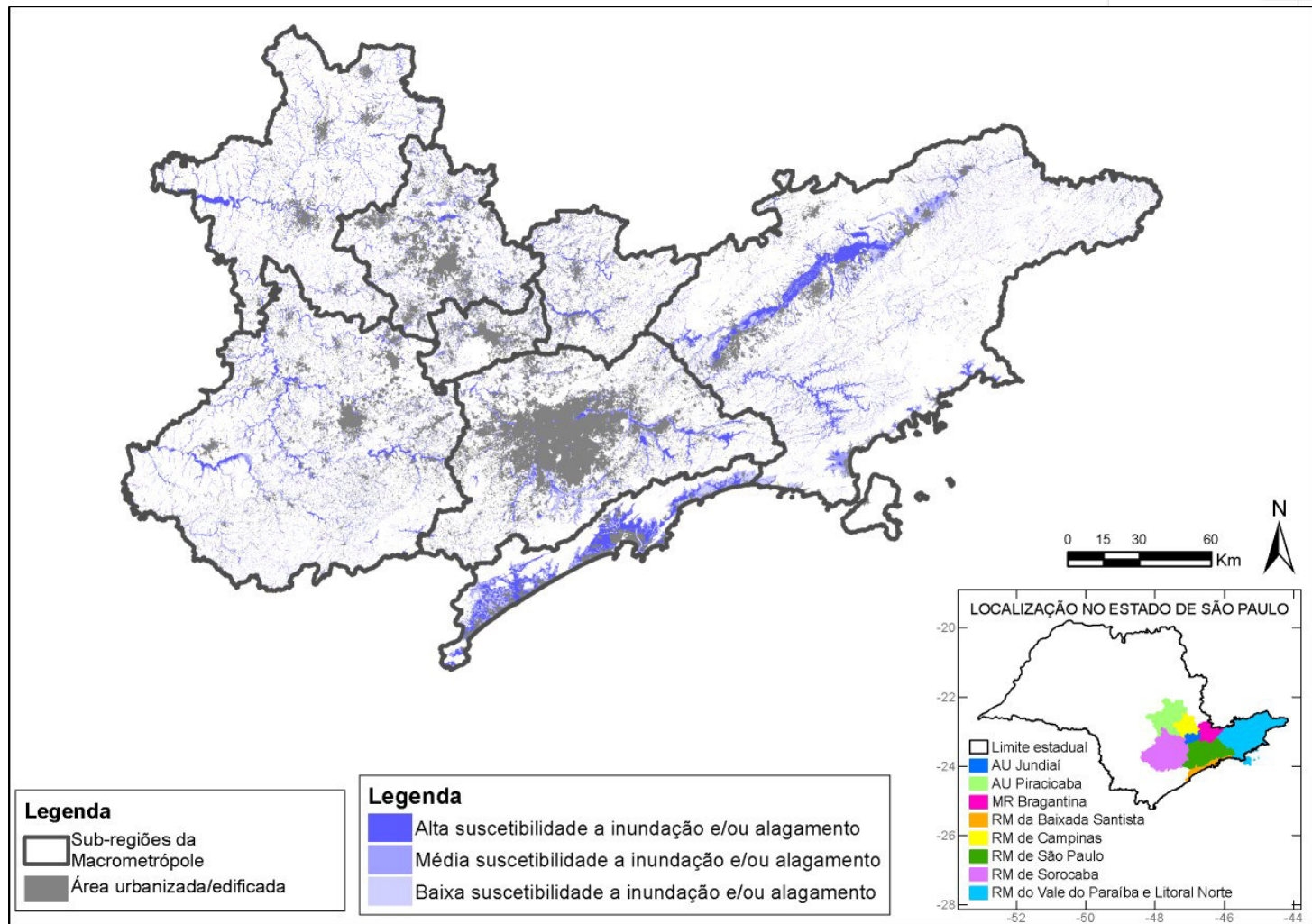


Sub-região	Quantidade de municípios
Aglomeração Urbana de Jundiaí (AUJ)	7
Aglomeração Urbana de Piracicaba (AUP)	23
Micro Região Bragantina (MRB)	10
Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)	9
Região Metropolitana de Campinas (RMC)	20
Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)	39
Região Metropolitana de Sorocaba (RMS)	27
Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN)	39
<b>Total</b>	<b>174</b>

# Suscetibilidade a deslizamentos - MMP

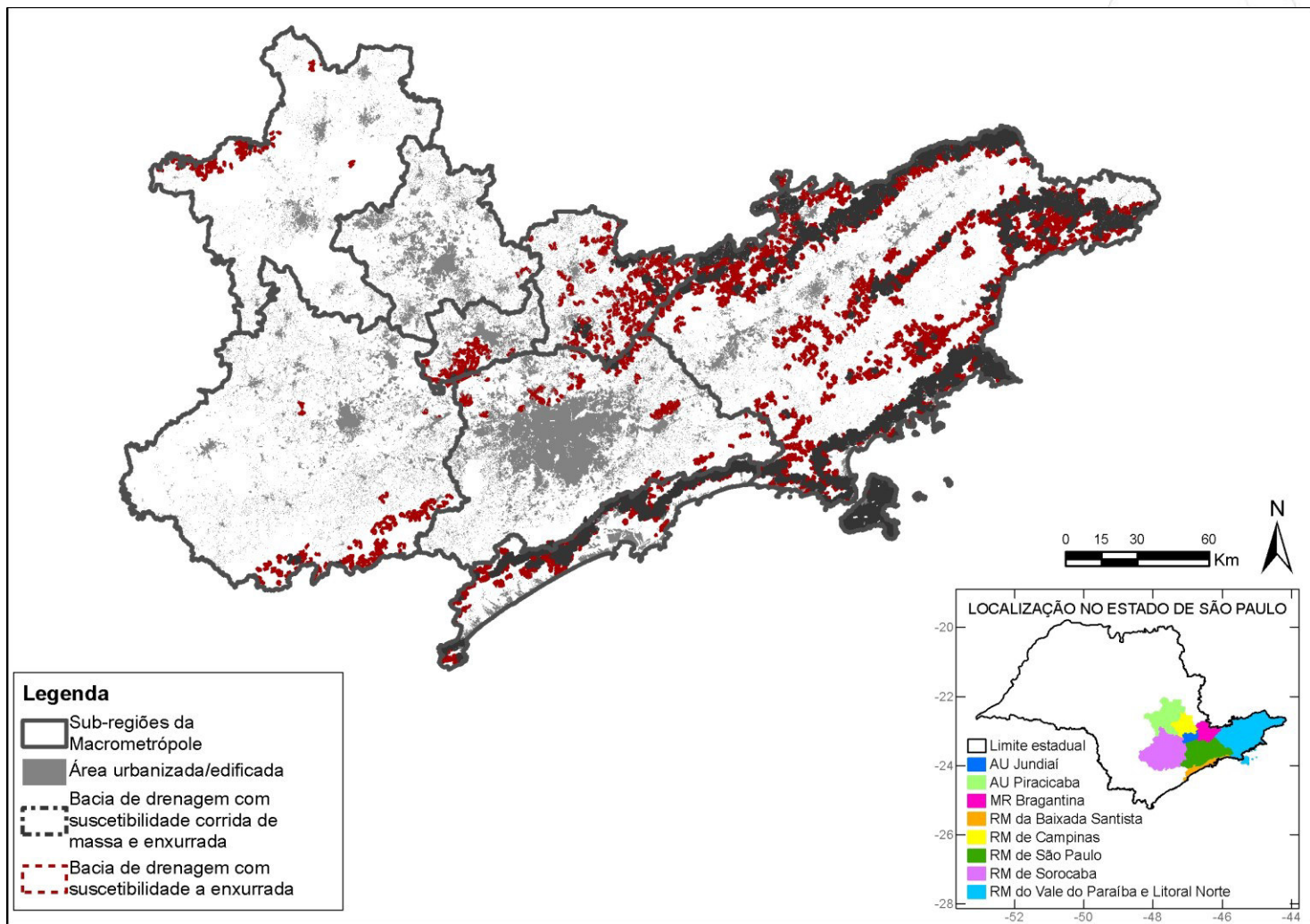


# Suscetibilidade a inundações e/ou alagamentos - MMP

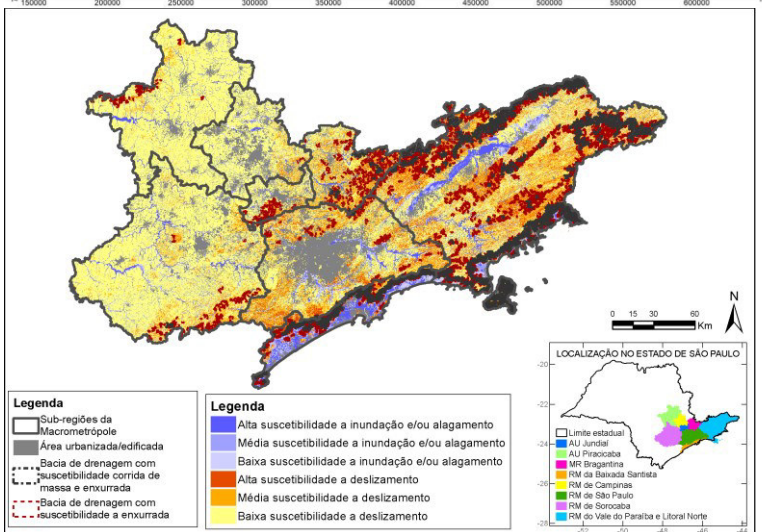
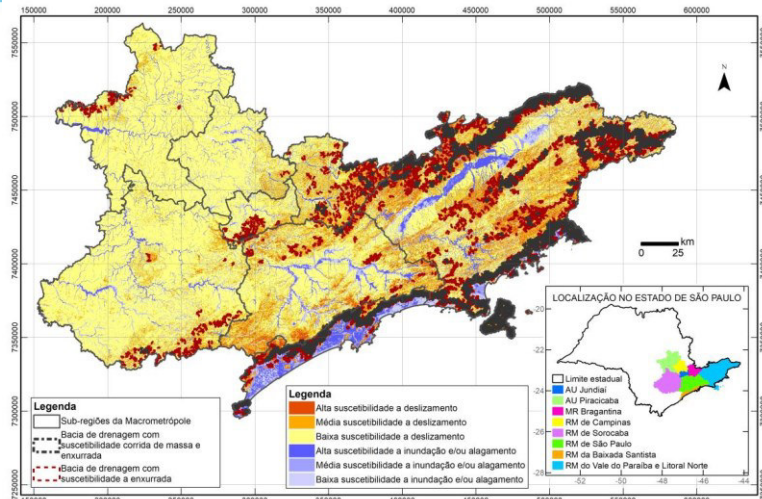




# Suscetibilidade a corrida de massa e/ou enxurrada - MMP

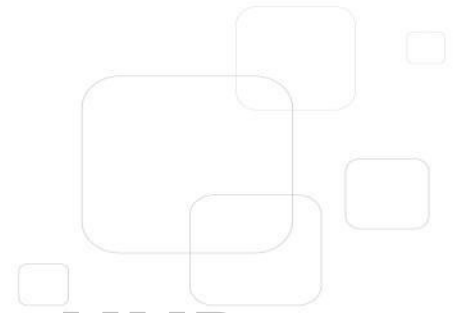


# Composição das suscetibilidades - MMP



- Incidência municipal de zonas de alta suscetibilidade é maior a deslizamento.
- Em AUE é a inundação e/ou alagamento.
- No conjunto, a RMBS se destaca com incidência maior de zonas de altas suscetibilidades aos distintos processos.
- Seguem-se a RMVPLN, RMSP e MRB.
- RMC apresenta incidência menor.
- Maior parte das AUE está em zonas de baixa suscetibilidade a deslizamento, sugerindo que muitas situações de perigo e risco conhecidas são provavelmente criadas pelo modo de uso e ocupação do solo.

# Sumário



1. Origem do mapeamento na MMP;
2. Resultados gerais obtidos;
- 3. Utilização das cartas; e**
4. Considerações finais.

# Exs. de utilização das cartas de suscetibilidade na MMP:

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

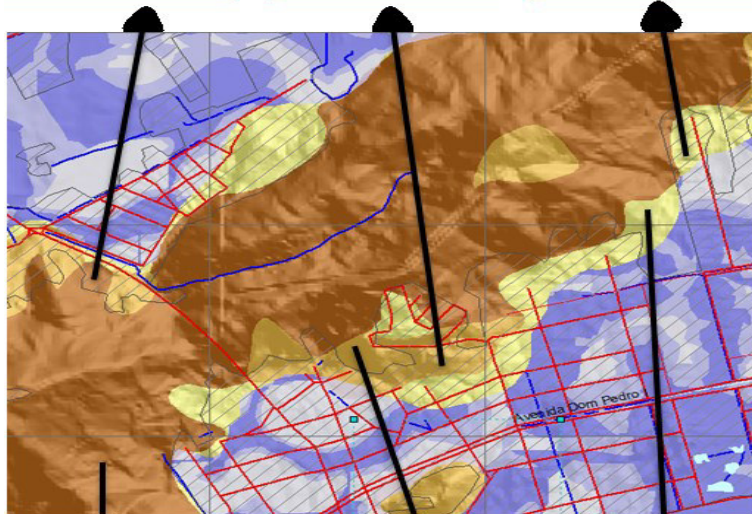
**Obs.:** dados disponibilizados nos portais da CPRM, Defesa Civil/SP, Plataforma IPT Municípios e Datageo/SIMA.

# Diretrizes a desenvolver: 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**

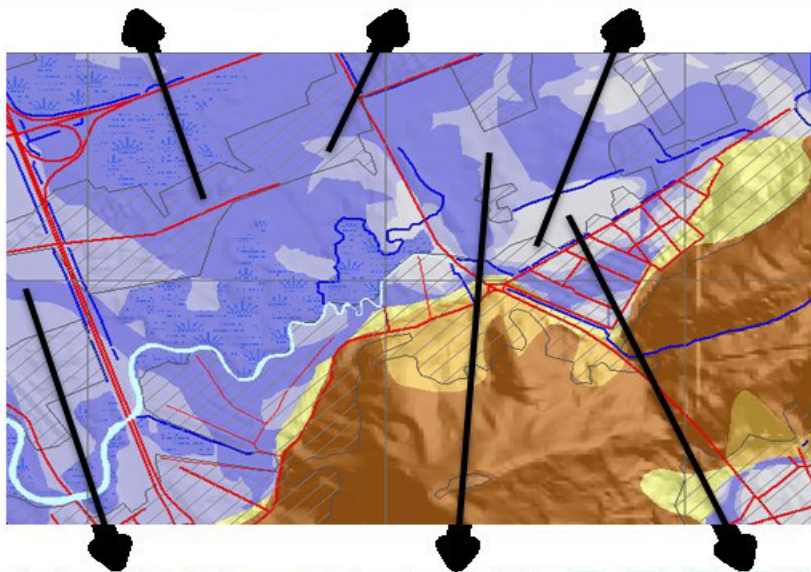
1. Identificar perigos e estimar riscos;
2. Identificar perigos e, onde necessário, estimar riscos e elaborar carta de risco e plano de gestão;
3. Avaliar influência da ocupação e, onde necessário, identificar perigos, estimar riscos e elaborar carta de risco e plano de gestão;
4. Não ocupar ou, caso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

# Diretrizes a desenvolver: inundações e/ou alagamentos

**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**

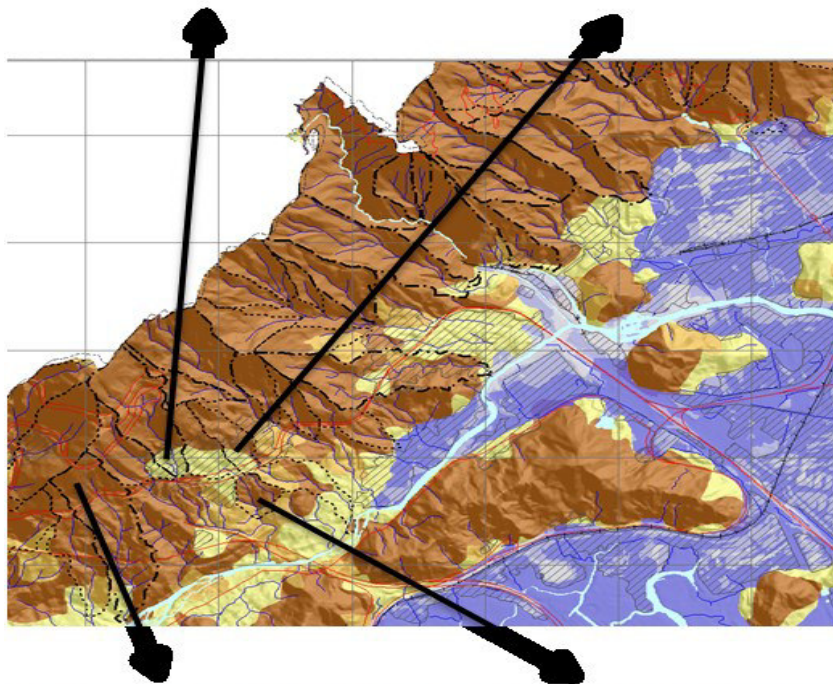
**6. Área não urbanizada em zona de baixa suscetibilidade a inundação**

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 e estimar riscos;
4. Não ocupar ou, caso necessário, somente mediante avaliação hidrológico-hidráulica;
5. Ocupar mediante avaliação hidrológico-hidráulica; e
6. Ocupar mediante práticas hidrológico-hidráulicas convencionais.

# Diretrizes a desenvolver: corrida de massa e enxurrada

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

**2. Área urbanizada em bacia de drenagem suscetível a enxurradas**



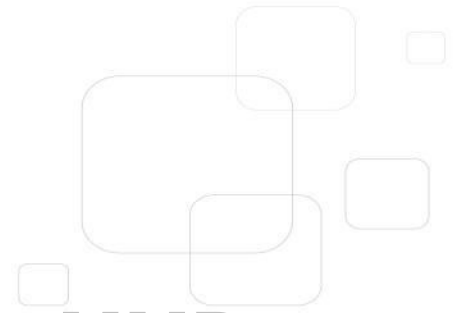
**3. Área não urbanizada em bacia drenagem suscetíveis a corridas de massa e enxurradas**

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

**1 e 2** - Identificar perigos e estimar riscos na bacia de drenagem e a jusante; e

**3 e 4** - Realizar mapeamento detalhado da evolução provável dos processos na bacia de drenagem e a jusante.


# Sumário



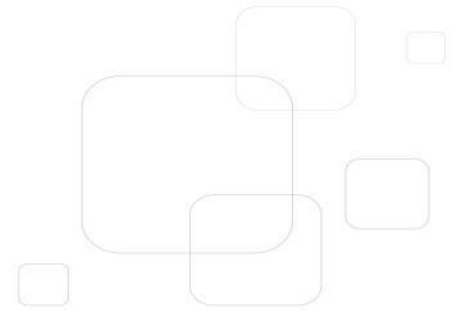
1. Origem do mapeamento na MMP;
2. Resultados gerais obtidos;
3. Utilização das cartas; e
- 4. Considerações finais.**



# Considerações finais

- Mapeamento revela a distribuição das áreas mais suscetíveis, que devem merecer atenção no planejamento territorial e prevenção de desastres, considerando-se os cenários IPCC de aumento de chuvas intensas;
- Com o uso das cartas, espera-se que as demandas e pressões acerca de expansão urbana sejam dirigidas para zonas de baixas suscetibilidades;
- Ocupação existente em zonas de altas suscetibilidades devem ser objeto de análises de perigo e risco;
- As bacias de drenagem suscetíveis a corridas de massa e/ou enxurrada, devem ser objeto de estudos específicos e detalhados, focalizando as áreas ocupadas situadas em seu interior e também a jusante; e
- Conforme efetuado na RMSP, recomenda-se a utilização das cartas de suscetibilidade na elaboração do PDUI das demais sub-regiões da MMP, assim como em outras metrópoles e aglomerações do ESP e do País. 

# Agradecimentos



- Serviço Geológico do Brasil (CPRM).
- Universidades e instituições parceiras.
- Defesa Civil Estadual – CEPDEC/SP.
- Prefeituras e defesas civis dos municípios da MMP.
- Instituto Geológico e Datageo – SIMA/SP.
- IPT/SDE.

# Seminário de resultados do Projeto Temático MacroAmb: Planejamento e Governança de *Incertezas* Climáticas e Regionais



**Obrigado!**

**omar@ipt.br**