

Nº 179719

Cartas de suscetibilidade: conceitos, métodos, aplicação e limitações

Omar Yazbek Bitar

Palestra apresentada no Programa de Formação "Periferia sem Risco" do Ministério das Cidades. 100 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 de suscetibilidade: conceitos, métodos, aplicação e limitações

Omar Yazbek Bitar

Geólogo, Pesquisador
Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente – CIMA/IPT



MINISTÉRIO DAS
CIDADES



Programa de Formação “Periferia Sem Risco”
Ministério das Cidades

Plataforma Google Meet, 22 de julho de 2025



SUMÁRIO

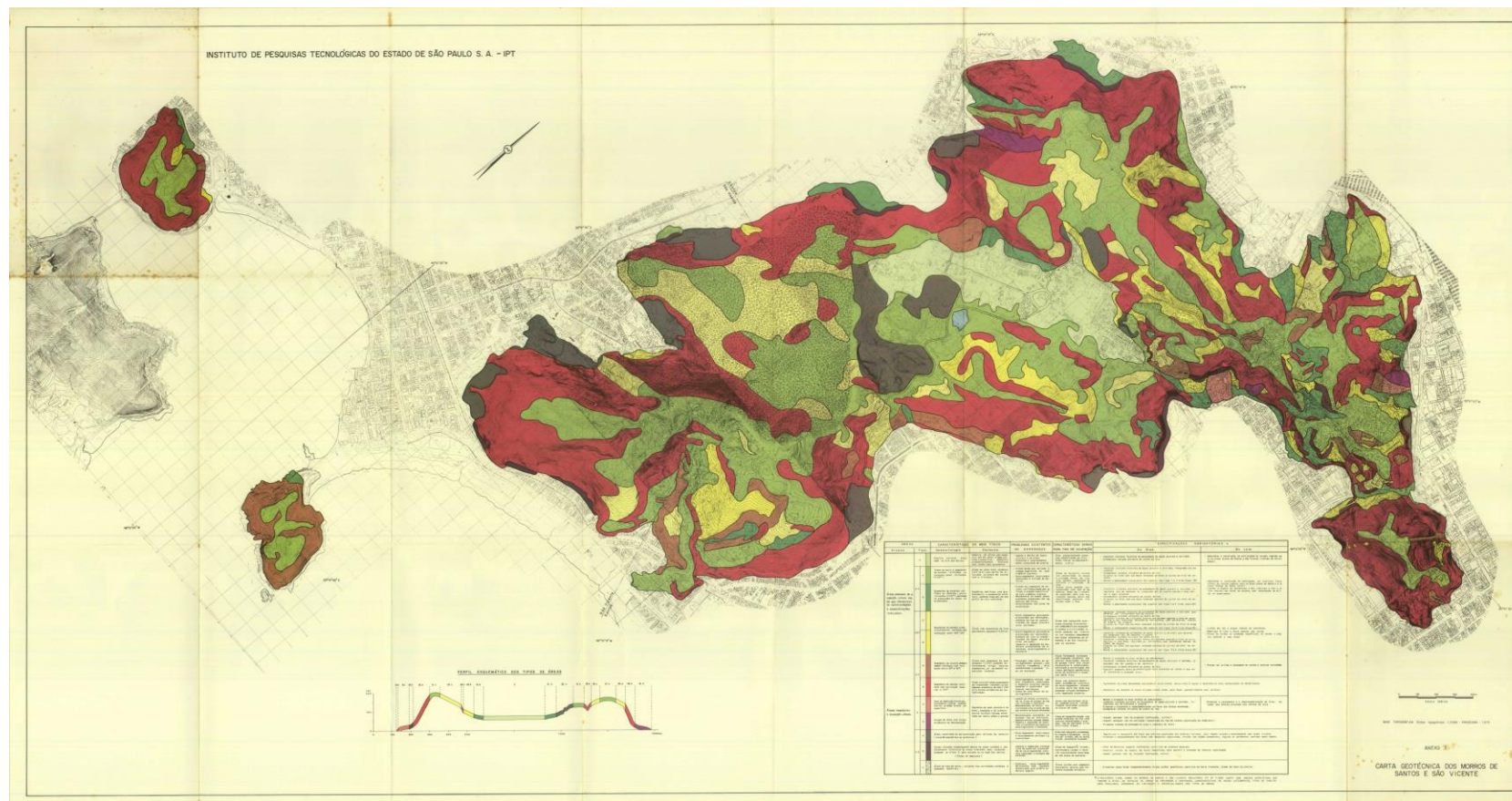
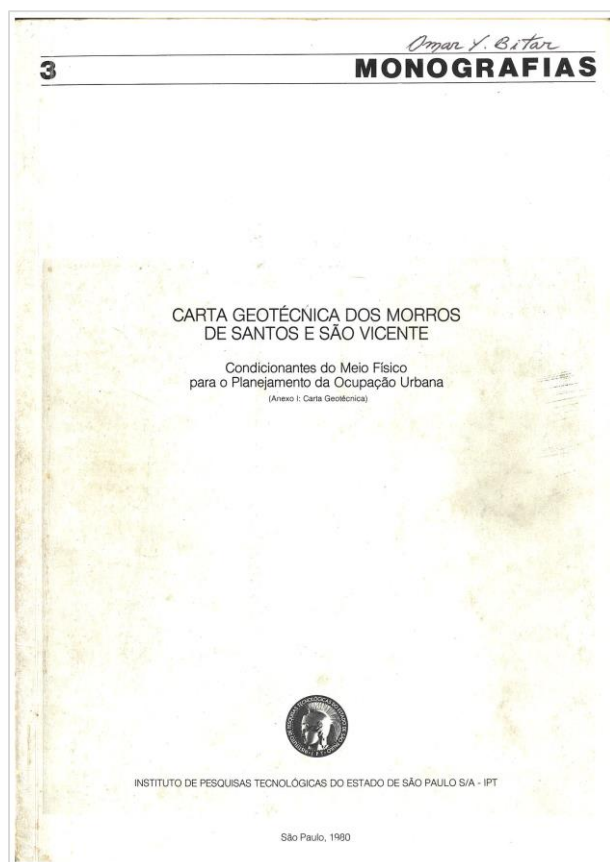
- 1. Introdução**
- 2. Marcos legais**
- 3. Bases conceituais**
- 4. Tipos de cartas requeridas**
- 5. Uso integrado das cartas**
- 6. Síntese**

SUMÁRIO

- 1. Introdução**
2. Marcos legais
3. Bases conceituais
4. Tipos de cartas requeridas
5. Uso integrado das cartas
6. Síntese

1. INTRODUÇÃO

Carta Geotécnica dos Morros de Santos e São Vicente (IPT, 1980)

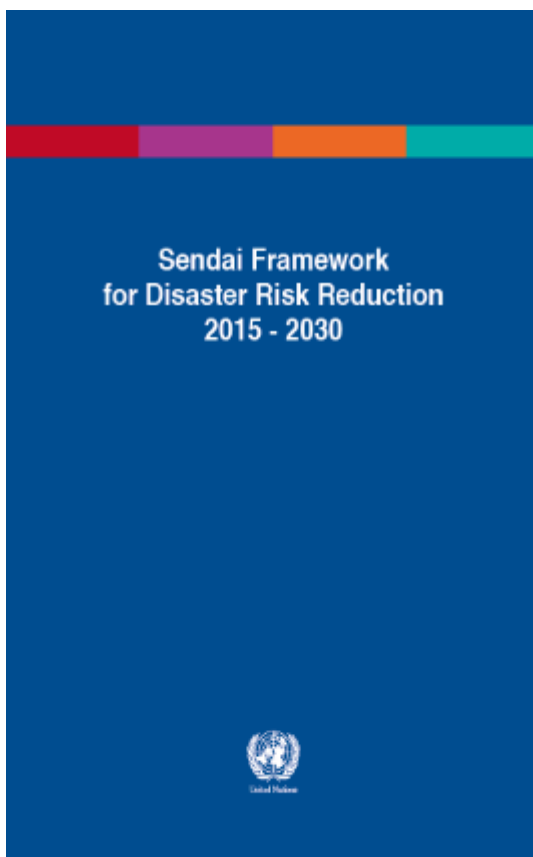


SUMÁRIO

1. Introdução
- 2. Marcos legais**
3. Bases conceituais
4. Tipos de cartas requeridas
5. Uso integrado das cartas
6. Síntese

2. MARCO LEGAL - INTERNACIONAL

3ª Conferência da ONU para a Redução do Risco de Desastre Marco de Sendai 2015-2030



2015

IV. Prioridades de ação:

Dada a experiência da 2ª Conferência da ONU - Marco de Hyogo 2005-2015, apontam-se:

1. **Compreensão do risco** (construir o conhecimento sobre o território e fatores que levam à criação de risco);
2. **Fortalecimento da governança** do risco, para gestão compartilhada (governos, empresas, sociedade)
3. **Investir na redução** do risco, para a resiliência (desafio: adaptação face a cenários de eventos extremos); e
4. **Aumentar a preparação** para desastres, de modo a dar respostas mais eficazes e reconstruir melhor.

2. MARCO LEGAL - INTERNACIONAL

3ª Conferência da ONU para a Redução do Risco de Desastre Marco de Sendai 2015-2030



“ Romper o ciclo **desastre > resposta > recuperação >... repetição!** ”

“ mais do que reconstruir melhor, deve-se **centrar em fazer melhor as coisas desde o princípio**
... o que pressupõe tanto **reduzir riscos existentes** quanto **evitar a criação de novos**...”

2. MARCO LEGAL - INTERNACIONAL

3ª Conferência da ONU para a Redução do Risco de Desastre Marco de Sendai 2015-2030

The Report of the Midterm Review
of the Implementation of the
Sendai Framework for Disaster
Risk Reduction 2015-2030



Depois de sete anos, como estamos em relação à Prioridade 1?

1. A maioria dos países tem reconhecido que ampliar o acesso a dados de qualidade e desagregados é chave para reduzir eficazmente os riscos;
2. Cada vez mais se recorre à informação sobre riscos no planejamento do desenvolvimento, mas é necessário acompanhar e avaliar com base empírica para valorar corretamente a assimilação e os efeitos das políticas;
3. A justiça, inclusão social e direitos humanos no âmbito da redução de risco seguem sendo fatores essenciais para abordagem do tema;
4. Novas tecnologias têm contribuído para corrigir as deficiências de dados e melhorar a tomada de decisão; e
5. Novas colaborações têm auxiliado a melhorar o conhecimento da natureza sistêmica do risco.

2. MARCO LEGAL - INTERNACIONAL

3ª Conferência da ONU para a Redução do Risco de Desastre Marco de Sendai 2015-2030

The Report of the Midterm Review
of the Implementation of the
Sendai Framework for Disaster
Risk Reduction 2015-2030

Depois de sete anos, como estamos em relação à Prioridade 3?

1. Os investimentos em redução de risco de desastres têm sido insuficientes para cobrir os custos crescentes;
2. Os investimentos em redução de risco de desastres têm sido reativos e mal direcionados;
3. O investimento doméstico em redução de risco de desastres continua sendo um desafio para países de baixa renda;
4. Houve inovações em seguros e outros mecanismos de transferência de risco, mas sua escala e alcance continuam inadequados;
5. A proteção social adaptativa está lentamente ganhando terreno no financiamento de redução de risco de desastres, especialmente em contextos de crises prolongadas; e
6. O investimento privado em redução de risco de desastres continua sendo impedido pelo distanciamento, capacidade de ação e um forte foco em lucros

2. MARCO LEGAL - NACIONAL

SC (2008), AL/PE (2010), SC (2010), RJ (2011) ...



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

2. MARCO LEGAL - NACIONAL

PNPDEC: Seção I - Diretrizes e Objetivos

Art. 3º A PNPDEC **abrange as ações** de ***prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação*** voltadas à proteção e defesa civil.

Parágrafo único. A PNPDEC **deve integrar-se** às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável.

Prevê o mapeamento de suscetibilidades, aptidão à urbanização e riscos, instituindo a obrigatoriedade de elaboração de Cartas Geotécnicas!

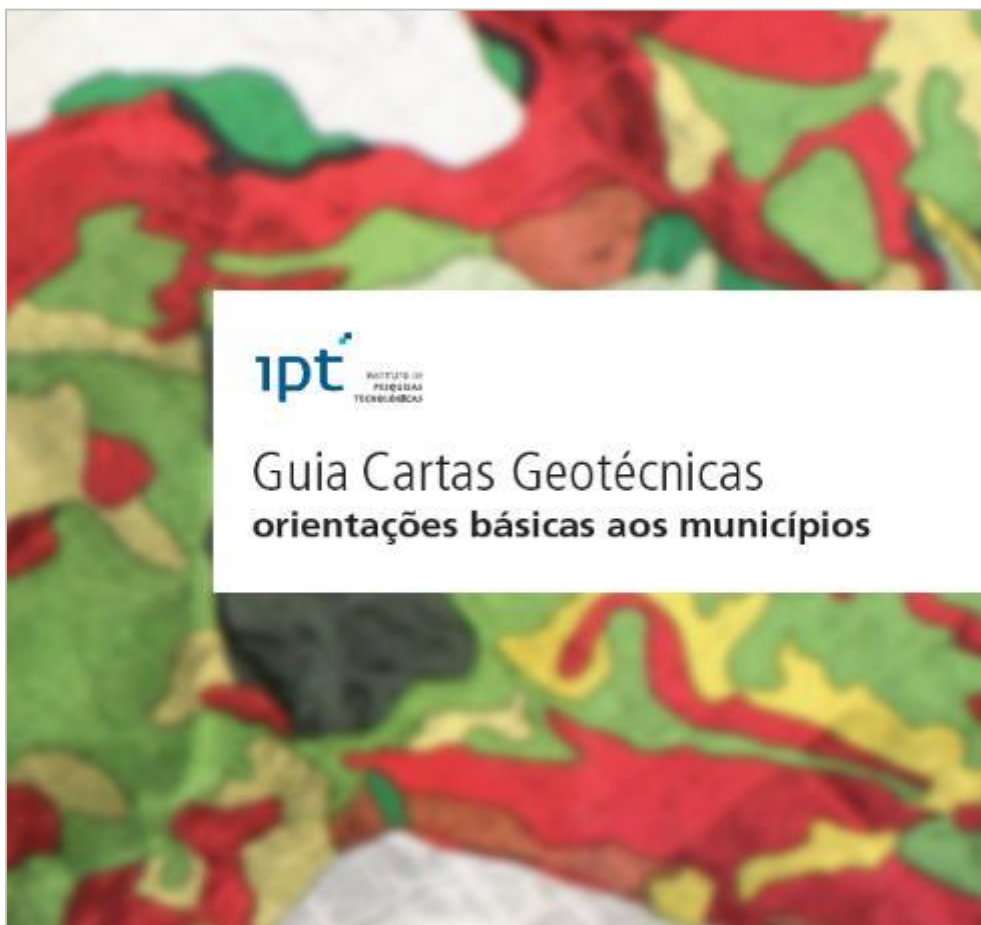
2. MARCO LEGAL - NACIONAL

Art. 4º da Lei 12.608/2012: "São diretrizes da PNPDEC: ... II - abordagem sistêmica das ações de *prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação* ..."

		Ação	Objetivo principal (ante a Lei e o Marco de Sendai) *
Antes		1. Prevenção	Evitar a criação de riscos
		2. Mitigação	Reduzir riscos existentes
		3. Preparação	Organizar a estrutura e o funcionamento da <i>Resposta</i>
Depois		4. Resposta	Proteger vidas/bens e restabelecer serviços essenciais
		5. Recuperação	Reconstruir a infraestrutura e reabilitar a dinâmica afetada

* **Obs:** algumas definições do [Decreto 10.593/2020](#) (SINDPEC, Conselho e Plano) parecem contrastar com a Lei e o Marco de Sendai, dando margem a dúvidas. [Decreto 10.692/2021](#) institui o Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis.

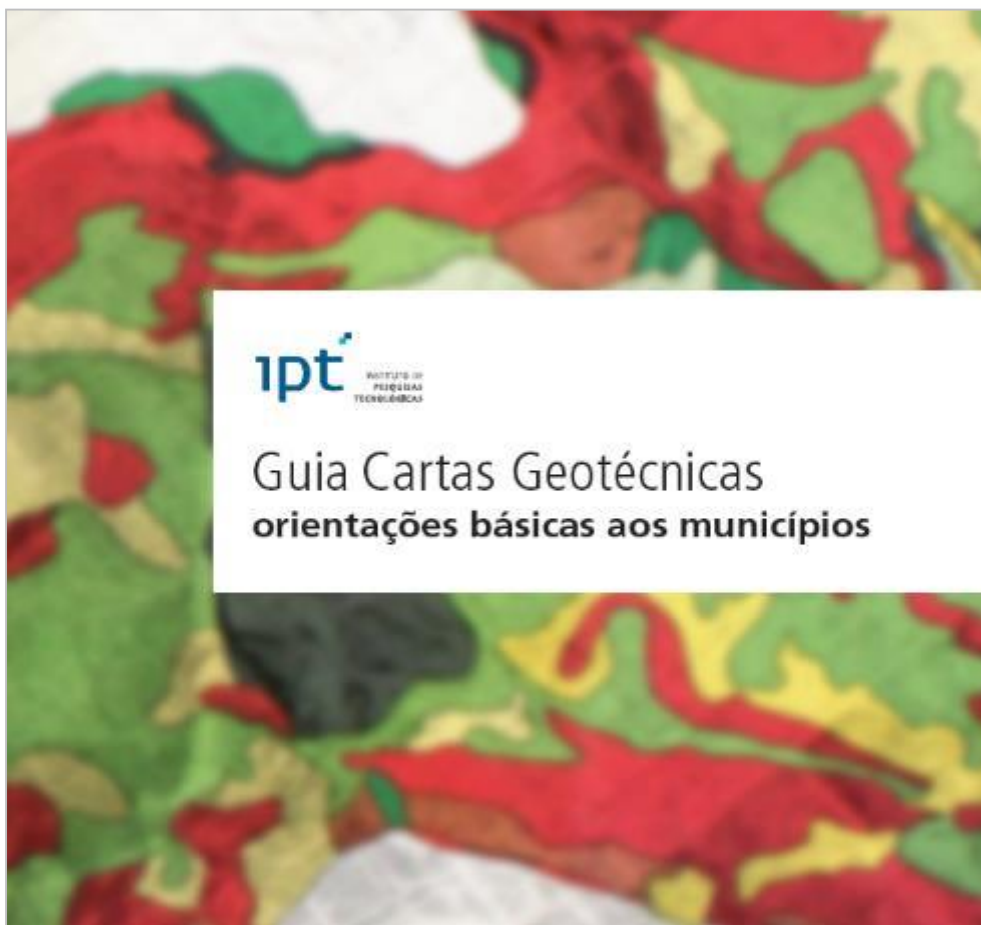
2. MARCO LEGAL - NACIONAL



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

- No **Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001)**, com a obrigatoriedade de plano diretor em 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)**, vinculando a aprovação de projetos de parcelamento do solo ao atendimento da **carta geotécnica de aptidão à urbanização**.
- Na **Lei Federal 12.340/2010**, que dispõe sobre transferência de recursos da União a estados e municípios, para que atuem na gestão de riscos e prevenção de desastres, fixando **cinco requisitos que envolvem a elaboração de cartas geotécnicas**:

2. MARCO LEGAL - NACIONAL



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

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).

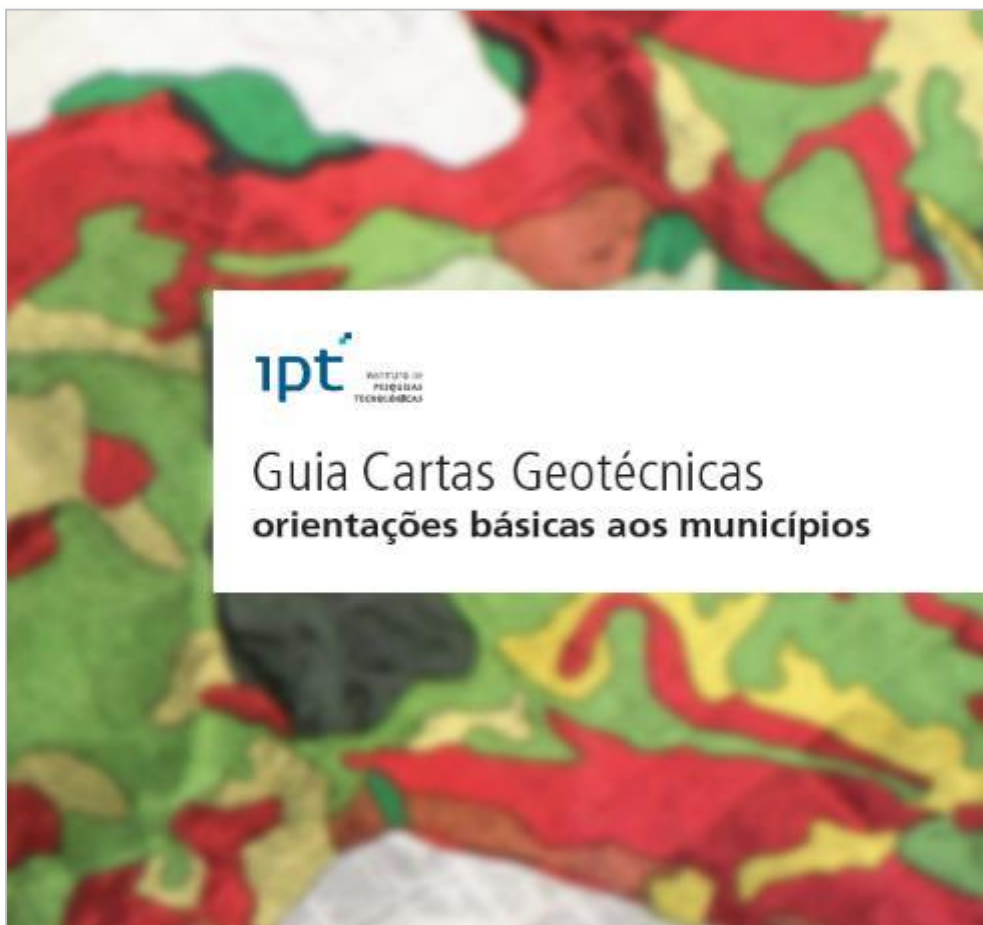
IV

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.

2. MARCO LEGAL - NACIONAL



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

Tipos de CGs requeridas pela PNPDEC:

Área do município
(urbana + rural)

Zona urbana e de
expansão urbana

Núcleos/setores
urbanos



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).

2. MARCO LEGAL - NACIONAL

Políticas públicas setoriais que demandam a elaboração de **cartas geotécnicas**

- **Política de Proteção e Defesa Civil:** PMRR, PPDC, PDN, Plancon.
- **Política Urbana:** Estatuto da Cidade, Plano Diretor Municipal, Lei Lehmann, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Estatuto da Metrópole ...
- **Política Ambiental:** PMMA, AIA (EIA/Rima), Licenciamento Ambiental, AAE, Zoneamento Ecológico-Econômico, Zoneamento Costeiro ...
- **Política de Recursos Hídricos:** implementação de programas de proteção e conservação de bacias hidrográficas/mananciais ...
- **Política de Infraestrutura:** Plano de Gerenciamento de Riscos operacionais em obras de infraestrutura (rodovias, dutovias, barragens, ...)
- **Política de Mudanças Climáticas:** mitigação de emissões/captura de carbono (indicação de áreas a proteger) e adaptação (revisão de obras frente a eventos extremos) ...
- ...

2. MARCO LEGAL - NACIONAL

Cartas geotécnicas no Índice de Efetividade da Gestão Municipal – Iegm TCESP



9.6 SÍNTESE: I-CIDADE

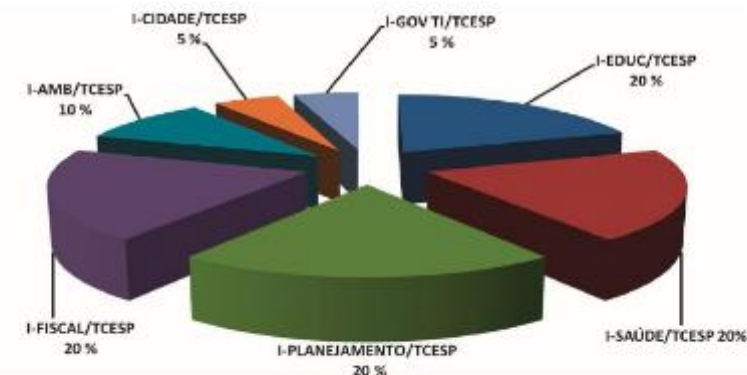
MEMORIAL DE CÁLCULOS PARA INDICADORES DA PROTEÇÃO DA CIDADE

Os índices serão apoiados pelo Sistema AUDESP em bases multivaloradas.

Nº QUESITO	QUESITOS	PONTUAÇÕES
4.0	O Município recebeu a Carta Geotécnica de Suscetibilidade, Aptidão à Urbanização e Risco?	Sim
	Disponível na endereço: http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/ .	Não
4.1	Assinale quais os tipos de ameaças potenciais identificadas na Carta Geotécnica:	☒ Riscos Geológicos ☒ Riscos Hidrológicos ☒ Riscos Meteorológicos ☒ Riscos Climatológicos ☒ Riscos Biológicos ☒ Riscos Tecnológicos

Nº QUESITO	QUESITOS	PONTUAÇÕES
4.2	A Carta Geotécnica de Suscetibilidade, Aptidão à Urbanização e Risco consta no Plano Diretor? Art. 42-A, §1º, §2º e §3º, da Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001.	Sim – 00 Não – 50 (perde 50 pontos) Não se aplica o Plano Diretor para o município – 00

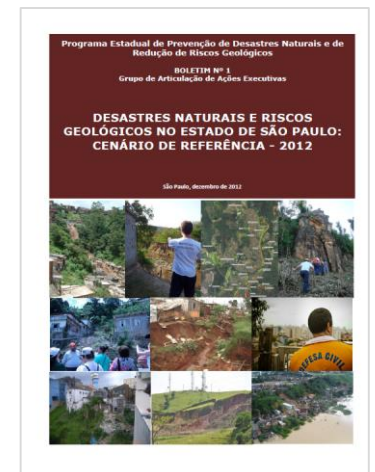
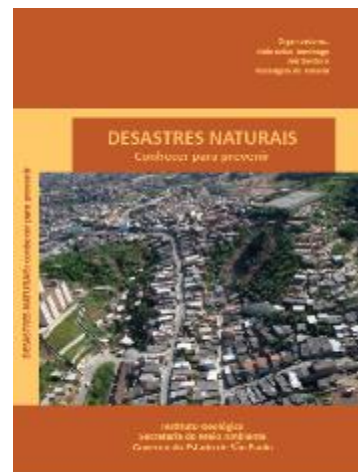
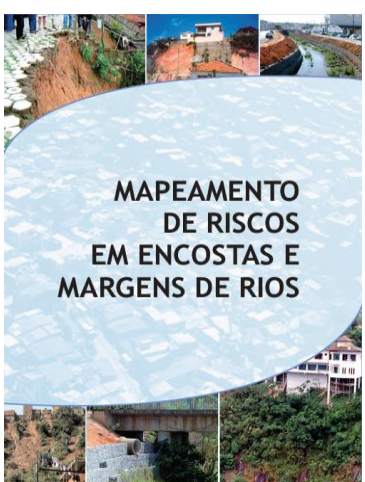
Atribuição de pesos aos índices componentes



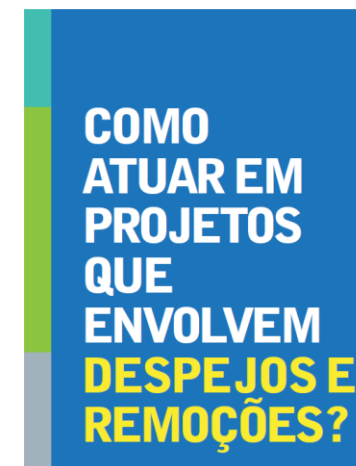
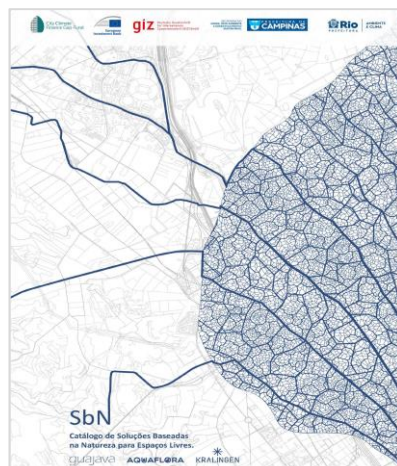
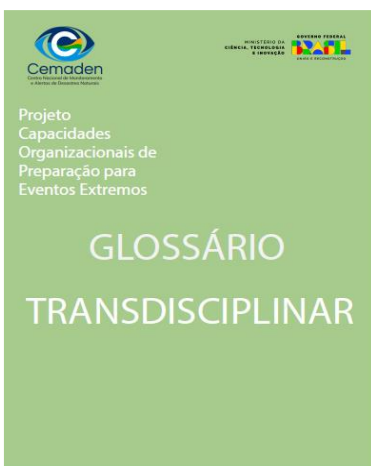
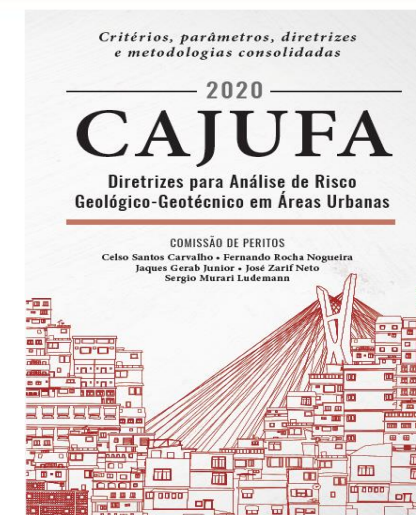
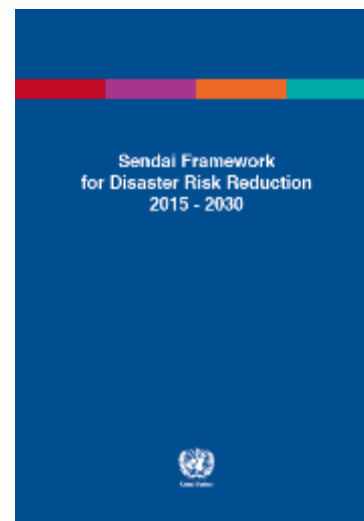
SUMÁRIO

1. Introdução
2. Marcos legais
- 3. Bases conceituais**
4. Tipos de cartas requeridas
5. Uso integrado das cartas
6. Síntese

3. BASES CONCEITUAIS - GEOCIÊNCIAS APLICADAS



3. BASES CONCEITUAIS - TERMINOLOGIA



3. BASES CONCEITUAIS - TERMINOLOGIA



<https://www.undrr.org/drr-glossary/terminology>

3. BASES CONCEITUAIS - TERMINOLOGIA

Conceitos correlatos no âmbito da gestão de riscos e desastres

- **Ameaça**: fenômeno ou processo cuja dinâmica evolutiva no território pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação a elementos expostos (vidas, ecossistemas, bens);
- **Desastre**: ruptura significativa da dinâmica socioeconômica e ambiental decorrente de fenômeno ou processo natural e/ou antropogênico;
- **Evento**: acontecimento, caso, circunstância ou episódio relacionado à ocorrência de um fenômeno/processo em determinado local/região e data/período.
- **Magnitude**: dimensão ou intensidade das consequências/impactos de um evento potencial ou ocorrido;
- **Perigo**: condição local/regional associada a uma ameaça com potencial para a geração de perdas e danos num dado período de tempo; periculosidade ou perigosidade;
- **Resiliência**: capacidade da comunidade exposta ao perigo e ao risco em se preparar, responder e recuperar-se das consequências de um desastre.
- **Risco**: uma medida da probabilidade de ocorrência de um cenário (associado a ameaça ou perigo) e das consequências (impactos a vidas, ecossistemas, bens, finanças) que poderão advir, em um dado tempo;
- **Severidade**: capacidade de um evento para a geração de perdas e danos; magnitude do evento;
- **Suscetibilidade**: propensão ou predisposição ao desenvolvimento de um determinado fenômeno ou processo do meio físico, referente a um ou mais tipos de ameaça, em um dado local/região; e
- **Vulnerabilidade**: grau de perdas e danos associados aos elementos expostos (0 a 1), em face das condições de exposição e da capacidade de preparação, resposta e recuperação; quanto > o grau, > a vulnerabilidade.

Fonte: adaptado de IPT/SGB (2014)

3. BASES CONCEITUAIS - TERMINOLOGIA

Conceitos correlatos no âmbito da gestão de riscos e desastres

Suscetibilidade: propensão ou predisposição ao desenvolvimento de um determinado fenômeno ou processo, referente a um ou mais tipos de ameaça em uma dada área/região

Portanto, diz respeito à propensão maior ou menor ao desenvolvimento de uma **ameaça** (potencial) referente a processo geológico e/ou hidrológico, tendo em conta as características inerentes ao meio físico ... associa-se ao conceito de **perigo** ... e difere de **vulnerabilidade**

Fonte: adaptado de IPT/SGB (2014)

3. BASES CONCEITUAIS - RISCO

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

- **R** = risco.
- **P** = **perigo** (probabilidade de ocorrência de cenário associado a um tipo de ameaça "**A**", em vista da suscetibilidade "**S**" e dado intervalo de tempo "**t**").
- **C** = **consequências** (impactos medidos em termos de perdas e danos em relação aos elementos expostos - vidas, ecossistemas, bens, finanças).
- **V** = **vulnerabilidade** (fator de ponderação $0 \sim 1$; estimado em vista das condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que tendem a aumentar a exposição ao perigo e aos impactos decorrentes).

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

3. BASES CONCEITUAIS - RISCO

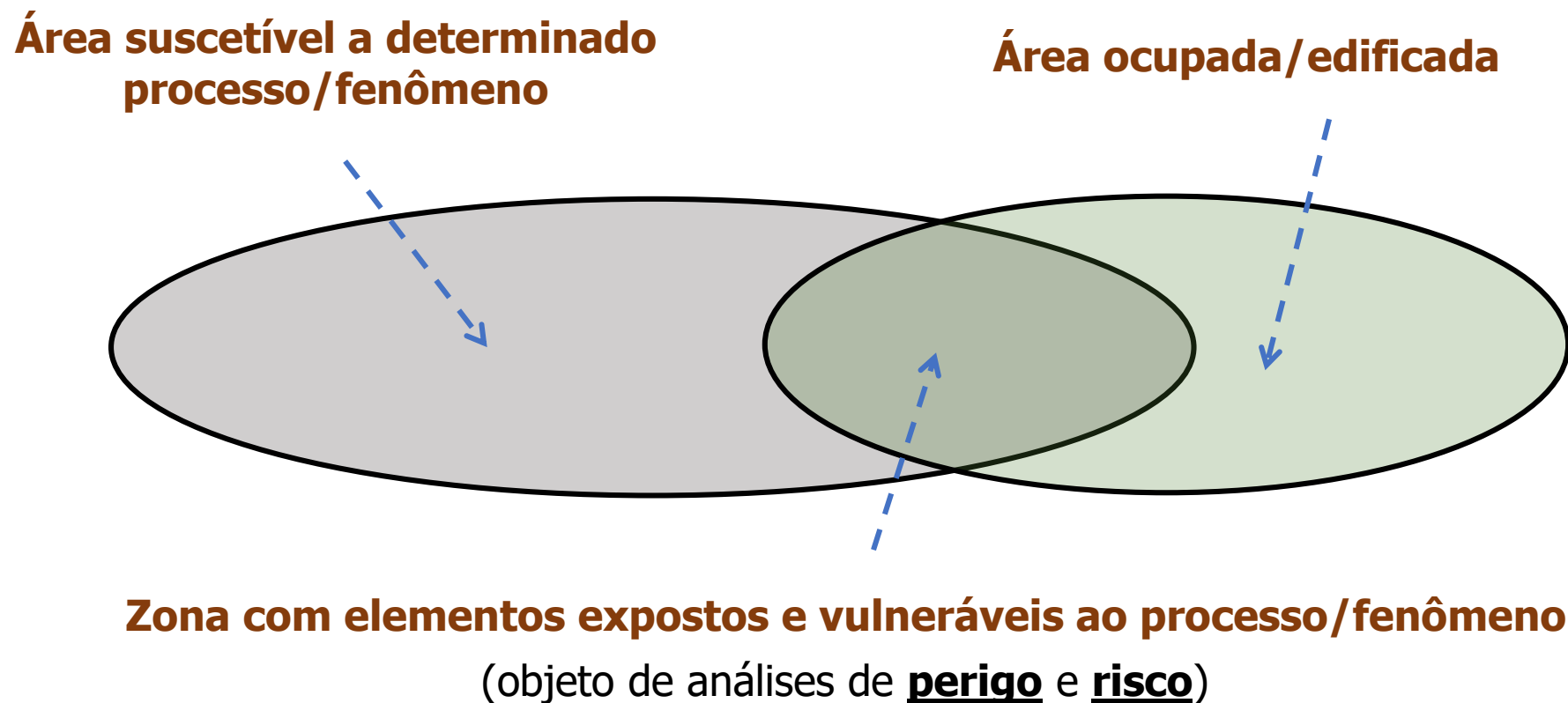
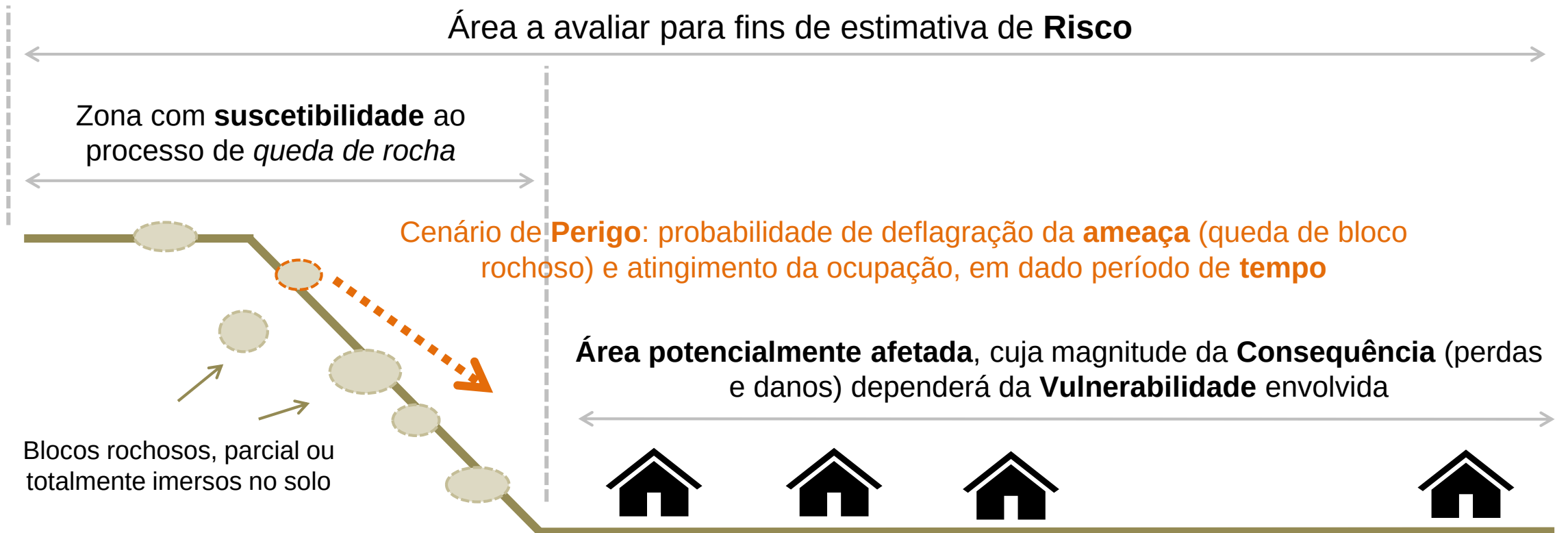


Figura - Relação entre **suscetibilidade**, **perigo** e **risco** em área ocupada. **Fonte:** modificado de Julião et al (2009).

3. BASES CONCEITUAIS - RISCO

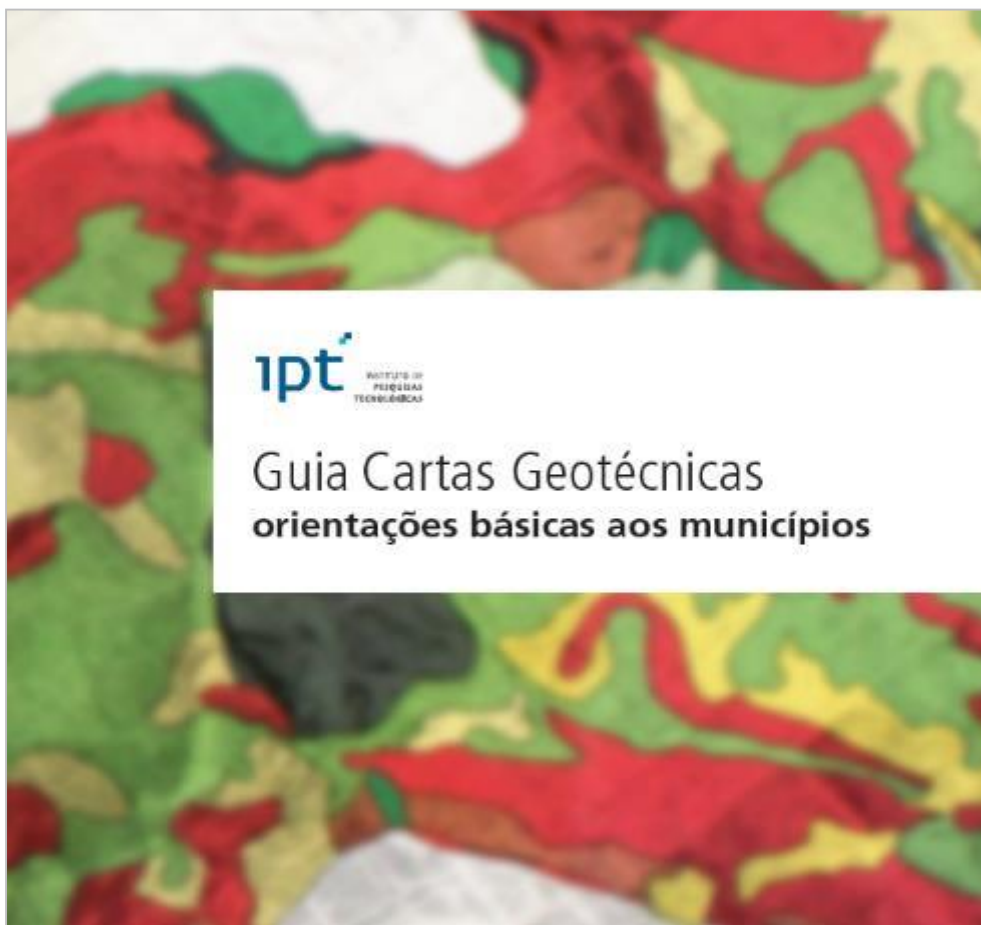
Relação entre os fatores básicos que compõem o Risco, em caso ilustrativo do processo de *queda de rocha* em uma encosta com ocupação situada em terreno plano abaixo.



SUMÁRIO

1. Introdução
2. Marcos legais
3. Bases conceituais
- 4. Tipos de cartas requeridas**
5. Uso integrado das cartas
6. Síntese

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

Tipos de CGs requeridas pela PNPDEC:

Área do município
(urbana + rural)



Carta de suscetibilidade
escala 1:25.000

Zona urbana e de
expansão urbana



Carta de aptidão
à urbanização
escala 1:10.000 ou maior

Núcleos/setores
urbanos

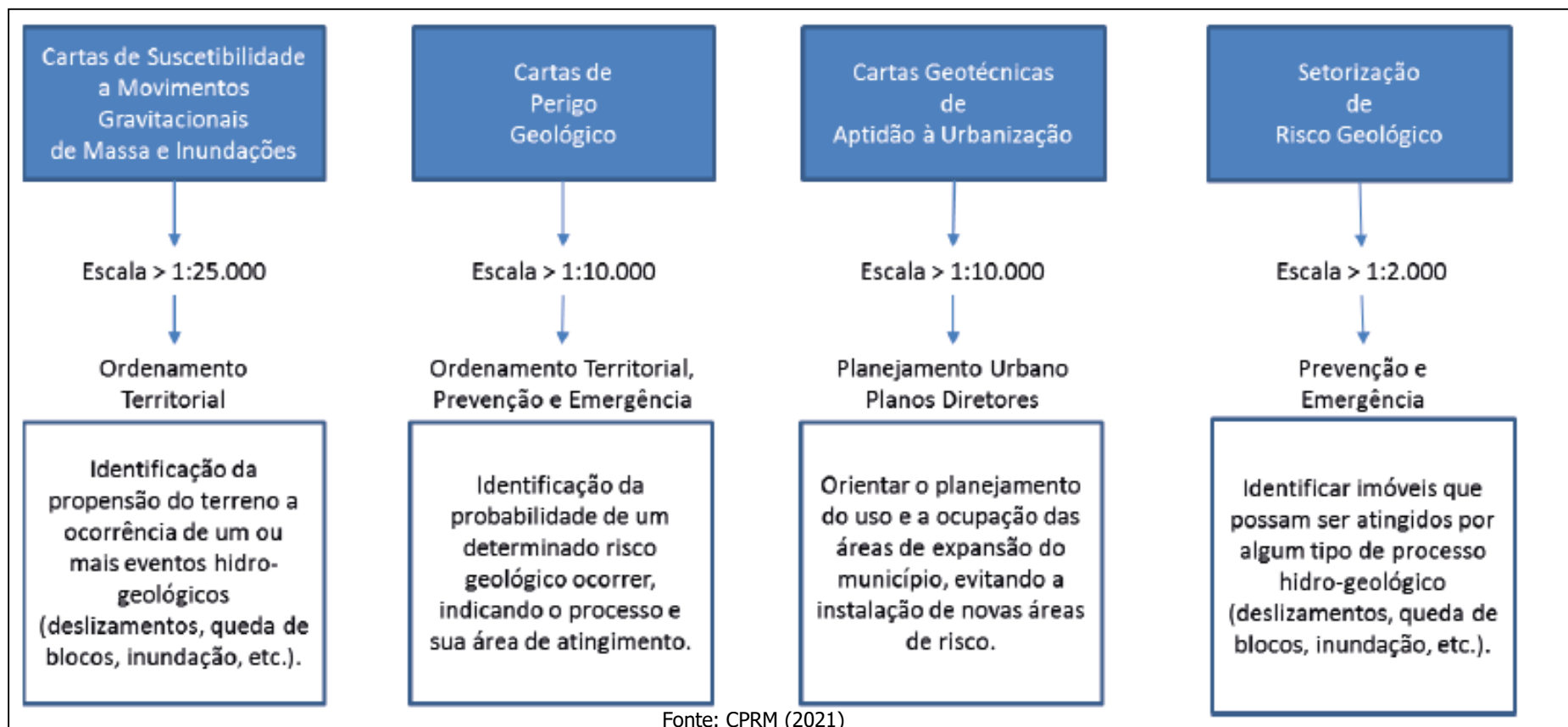


Carta de risco
escala 1:2.000 ou maior

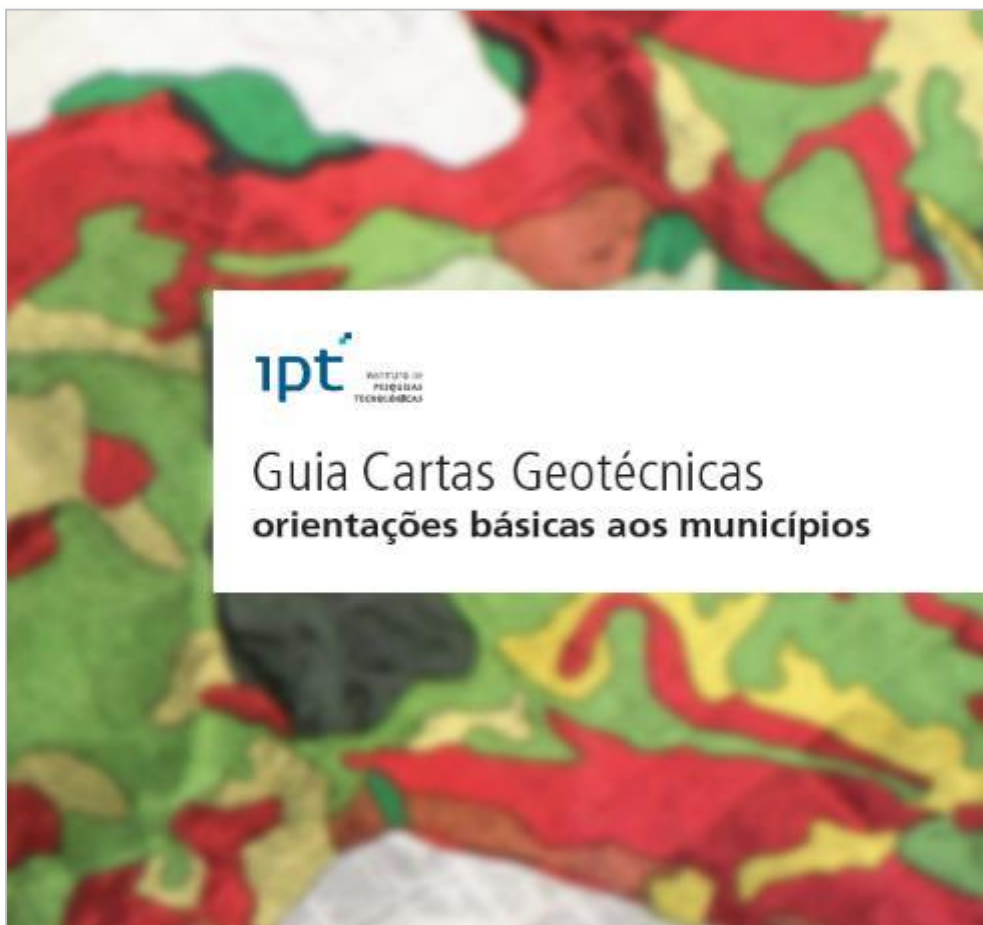
Fonte: IPT (2015), baseado em Fell et al. (2008), Diniz (2012), Sobreira e Souza (2012) e outros, bem como em discussões de vários encontros técnicos deflagrados no âmbito do **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais** – PNGRRDN (2012).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS

Tipos de CGs em desenvolvimento pelo SGB/CPRM



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

Tipos de CGs requeridas pela PNPDEC:

Área do município
(urbana + rural)

Zona urbana e de
expansão urbana

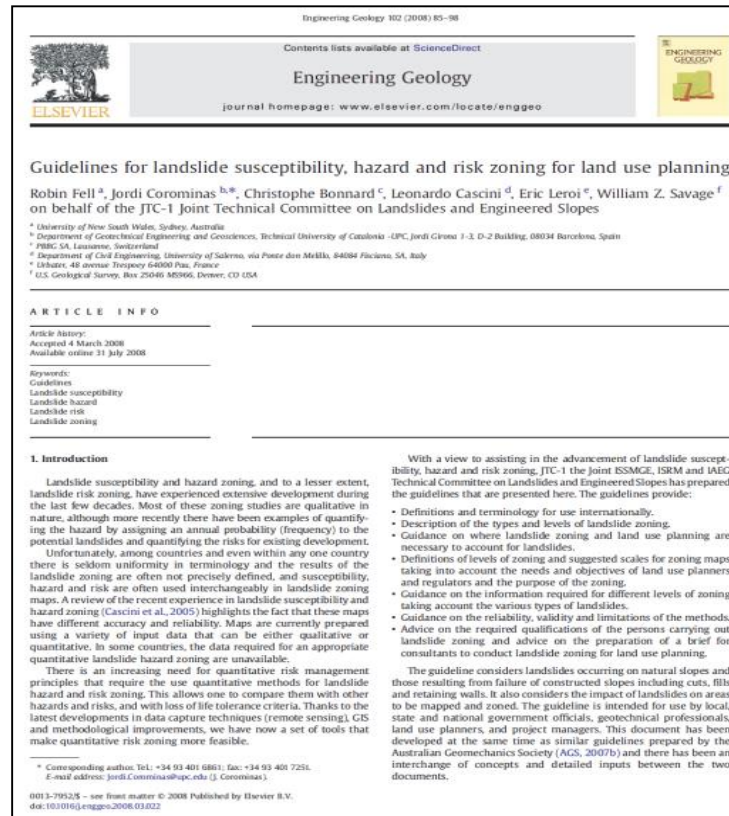
Núcleos/setores
urbanos



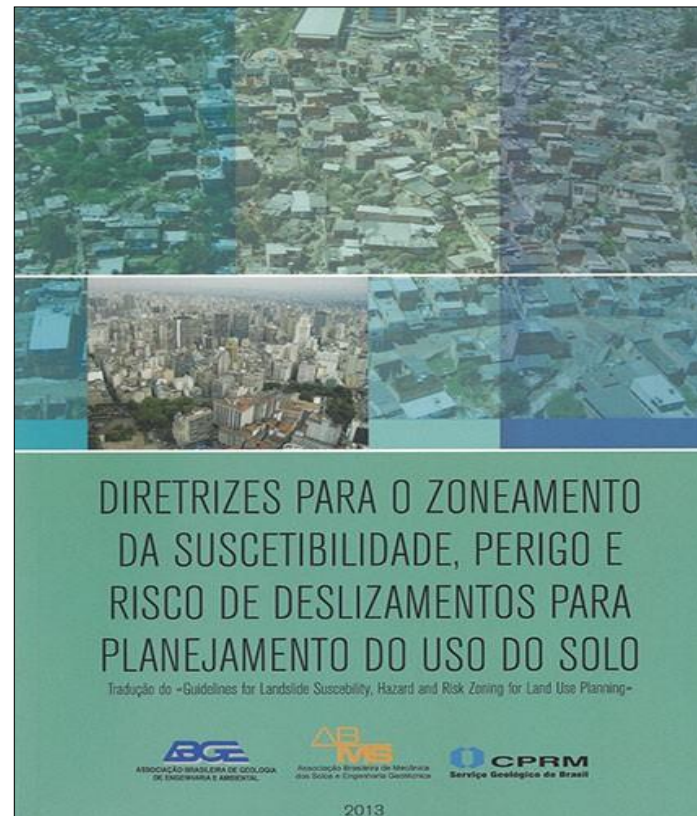
Fonte: IPT (2015), baseado em Fell et al. (2008), Diniz (2012), Sobreira e Souza (2012) e outros, bem como em discussões de vários encontros técnicos deflagrados no âmbito do **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais** – PNGRRDN (2012).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

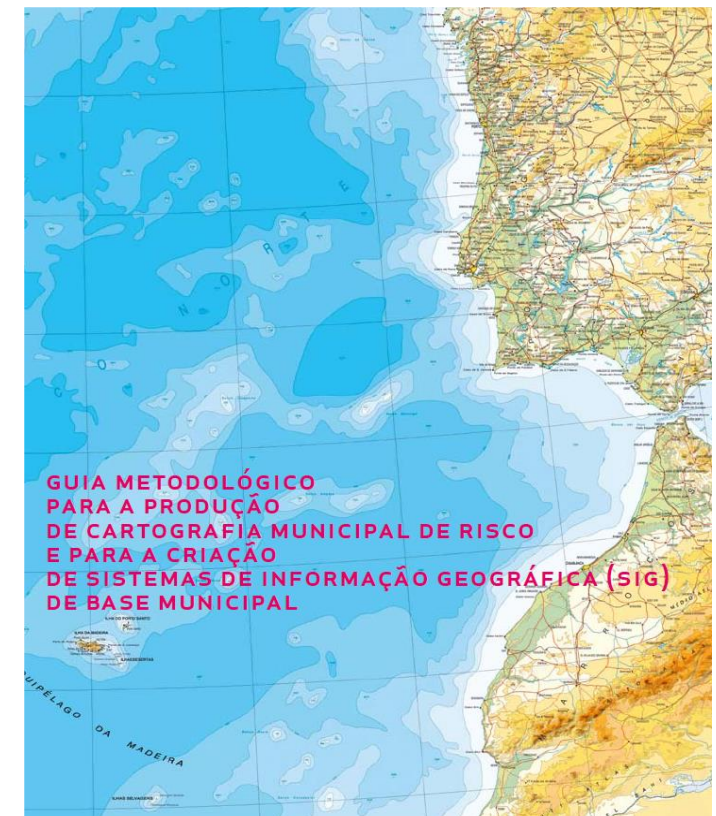
Carta de suscetibilidade: procedimentos metodológicos



Fell et al. (2008) - JTC 1



Macedo e Bressani (2013)

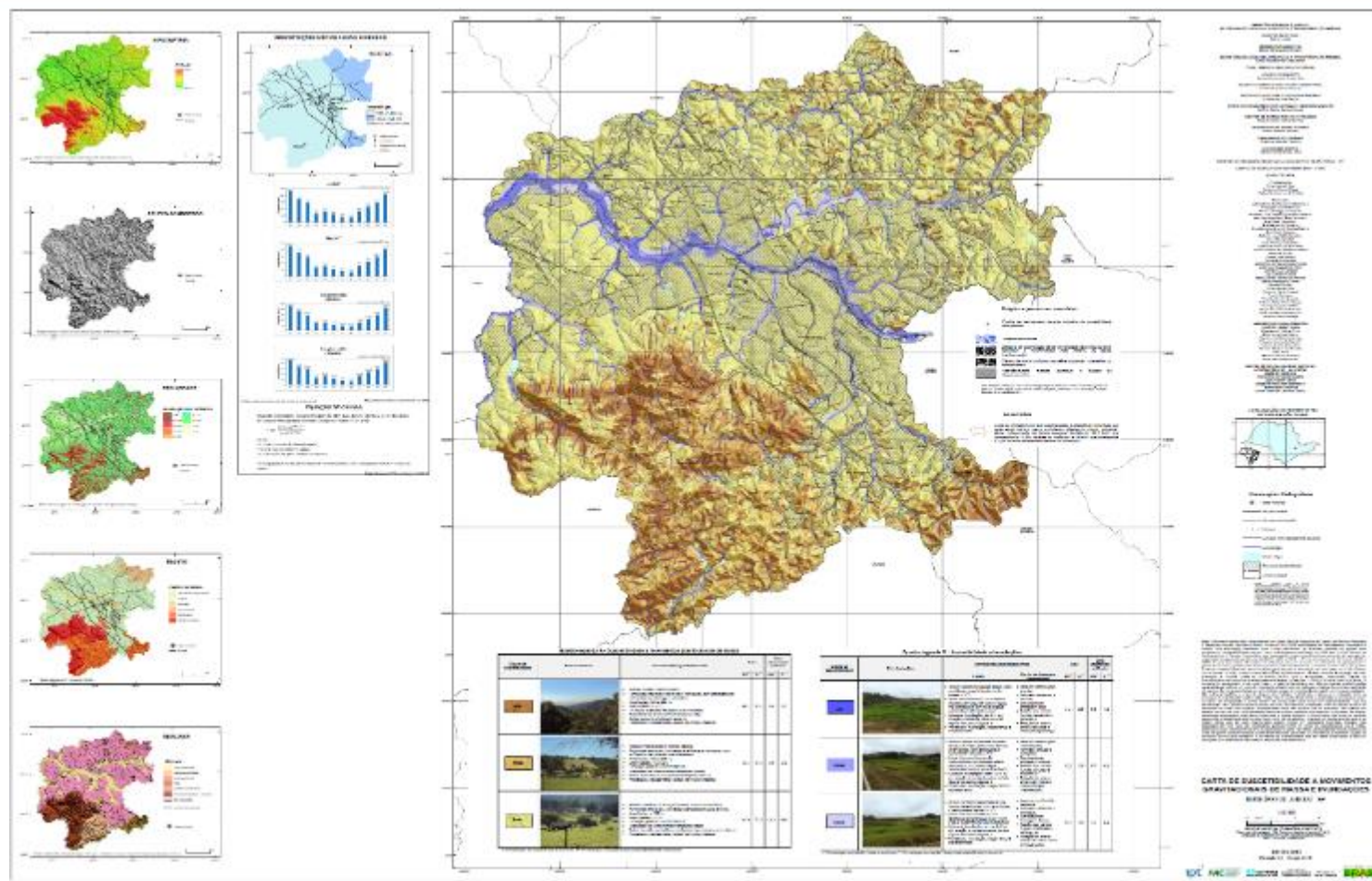


Julião et al. (2009)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS



Fonte: IPT/CPRM, 2014.



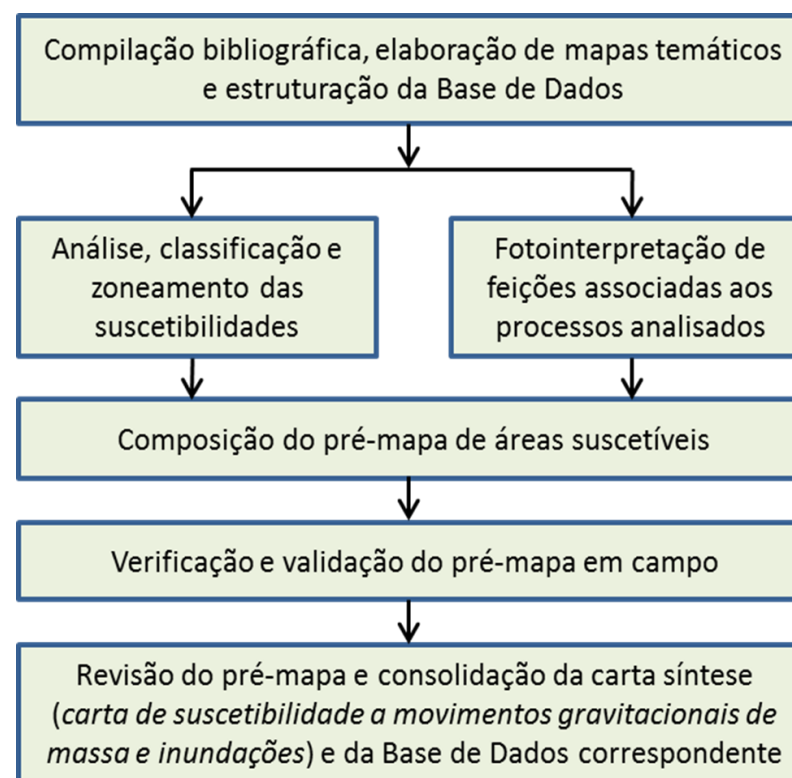
Fonte: IPT, 2015 (Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15200>. Acesso: jul.2023).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade: procedimentos metodológicos



Fonte: IPT/CPRM (2014)



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a MGM e inundações: processos considerados

I- Movimentos gravitacionais de massa (MGM)

Deslizamento
(*landslide*)



Rastejo
(*creep*)



Corrida de massa
(*debris flow*)



Queda de rocha
(*rock fall*)



II- Processos hidrológicos

Inundação (*river flooding, coastal flooding*)



Enxurrada (*flash flood*)



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Principais *fatores predisponentes* considerados na carta de suscetibilidade

Conjunto de processos considerados	Fatores predisponentes e parâmetros, de acordo com o tipo de processo	Classes de suscetibilidade geradas
Movimentos gravitacionais de massa (exceto corrida de massa)	• Deslizamento: declividade, curvatura de encosta e densidade de lineamentos (falhas, fraturas, juntas e outras descontinuidades estruturais)	• Alta, média ou baixa
	• Rastejo: presença de feições locais correspondentes (depósitos de acumulação em sopé de encosta, depósitos de talus, depósitos coluvionares e outras), indicativas de suscetibilidade ao processo	• Alta, média ou baixa, conforme a classe a deslizamento
	• Queda de rocha: presença de feições locais correspondentes (campo de blocos rochosos, paredão rochoso e outras), indicativas de suscetibilidade ao processo	• Alta, média ou baixa, conforme a classe a deslizamento

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Principais *fatores predisponentes* considerados na carta de suscetibilidade

Conjunto de processos considerados	Fatores predisponentes e parâmetros, de acordo com o tipo de processo	Classes de suscetibilidade geradas
Inundações e/ou alagamentos (expresso em planícies e terraços)	• Inundação: características morfológicas das bacias hidrográficas, regionais (área de contribuição, relação de relevo, densidade de drenagem, índice de circularidade e índice de sinuosidade) e locais (aplicação do modelo HAND), com integração e recorte em padrão de relevo de planícies e terraços	• Alta, média ou baixa
	• Alagamento: presença de feições locais correspondentes (áreas úmidas, áreas alagadas e outras), indicativas de suscetibilidade ao processo	• Alta, média ou baixa, conforme a classe a inundação

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

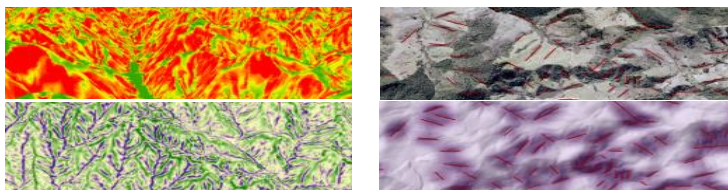
Principais *fatores predisponentes* considerados na carta de suscetibilidade

Conjunto de processos considerados	Fatores predisponentes e parâmetros, de acordo com o tipo de processo	Classes de suscetibilidade geradas
Corrida de massa e/ou enxurrada (bacias de drenagem com alta suscetibilidade)	• Corrida de massa: padrão de relevo serrano; incidência de suscetibilidade alta a deslizamento; amplitude de relevo $> 500\text{m}$; bacias de drenagem com Área $< 10\text{km}^2$; e Índice de Melton “M” $> 0,3$, onde $M = \text{amplitude} / \text{raiz quadrada da Área}$	• Alta
	• Enxurrada: padrão de relevo serrano e/ou de morros altos; amplitude de relevo $> 300\text{m}$; e bacia de drenagem com Área $< 10\text{km}^2$.	• Alta

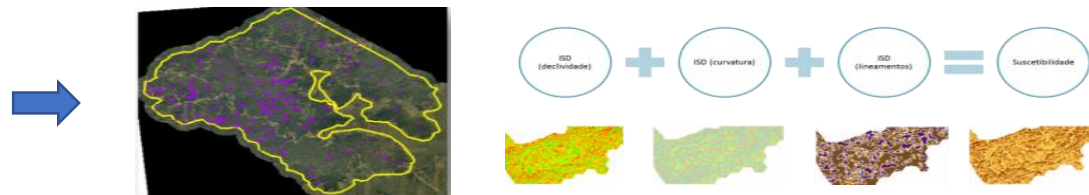
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Deslizamentos: modelagem estatística baseada nas relações entre *fatores predisponentes* e em eventos passados

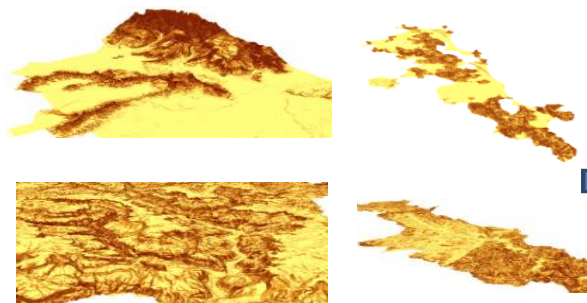
1) Mapeamento dos fatores a partir de MDE, ortofotos e geoprocessamento



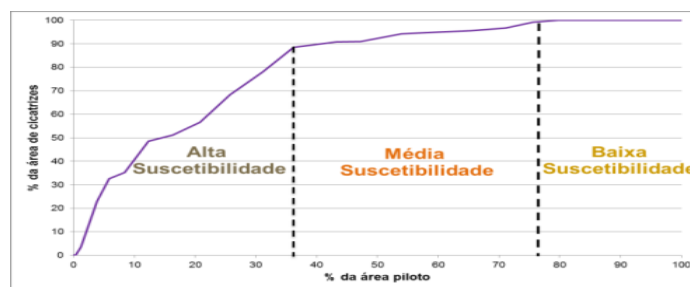
2) Mapeamento de cicatrizes em área piloto, válida para cada município; e cálculo do índice de suscetibilidade



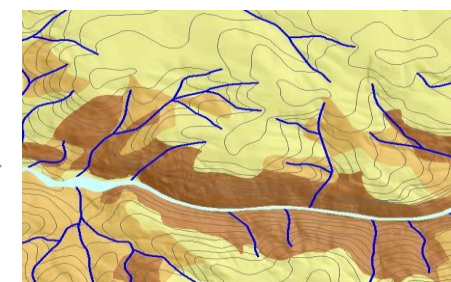
3) Resultados em diferentes municípios



4) Classificação da suscetibilidade em relação à área piloto

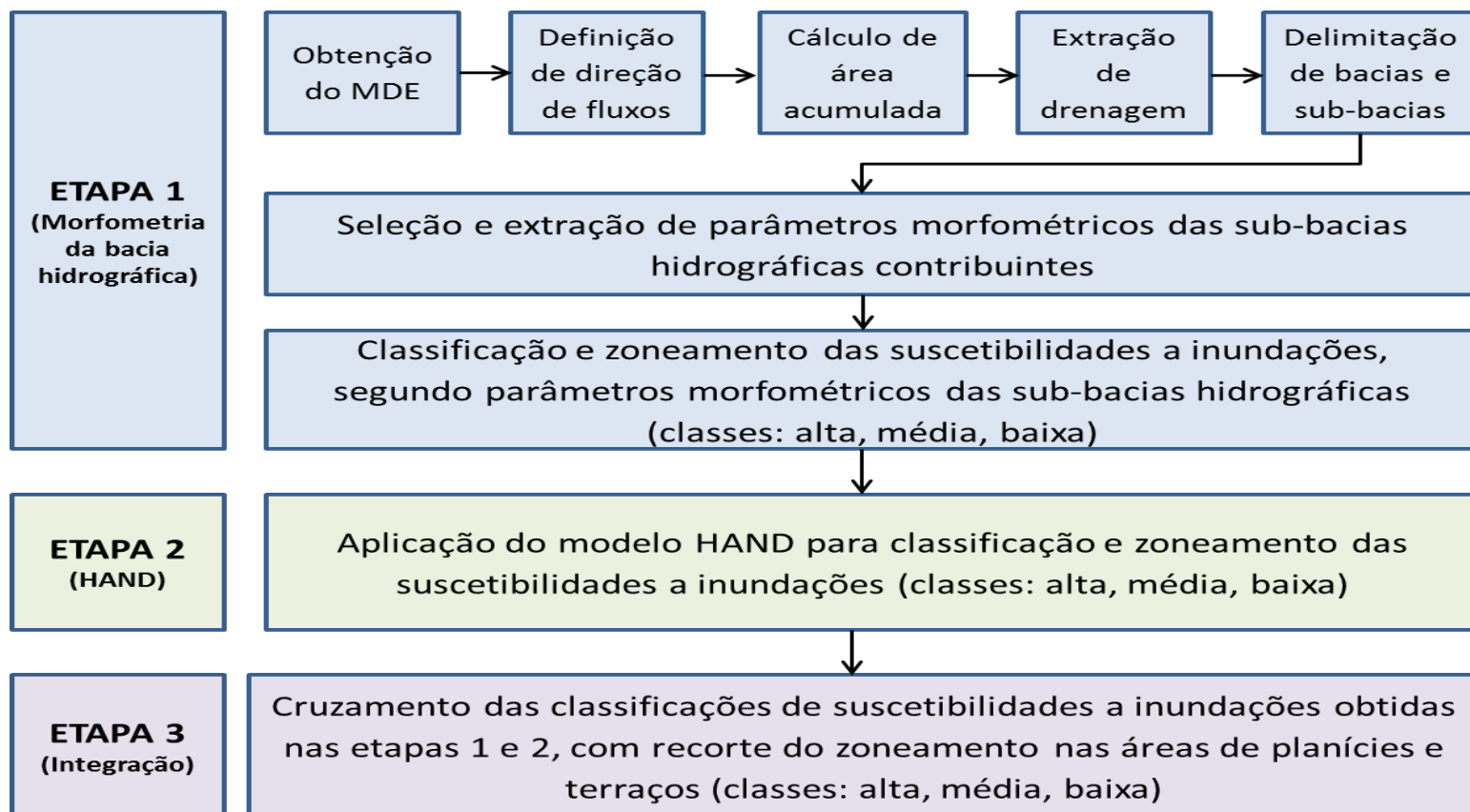


5) Zoneamento da suscetibilidade



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Inundações e alagamentos: análise regional e local

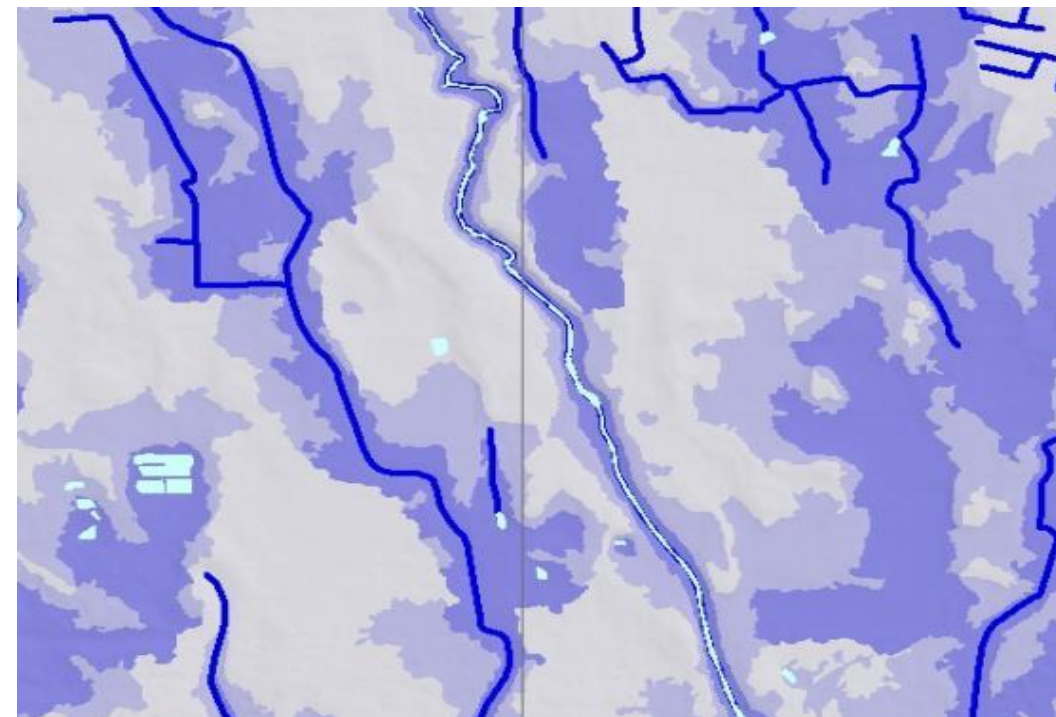


4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Inundações: análise regional e local

Etapas 3: integração das etapas 1 e 2

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



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Corridas de massa e enxurradas: critérios para delimitação de bacias de drenagem

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

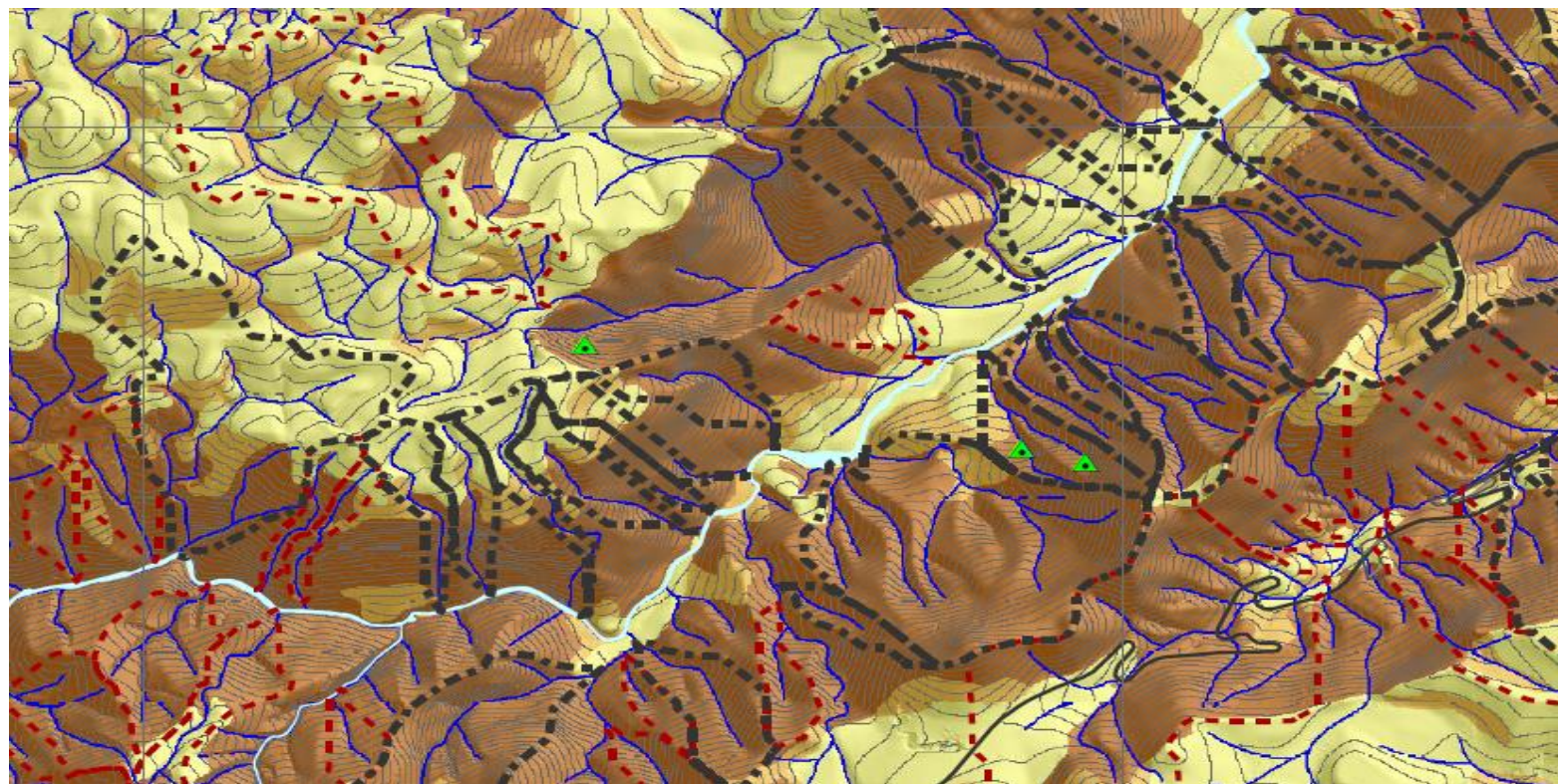
- Unidades de relevo serrano e/ou de morros altos;
- Amplitude > 300 metros;
- Bacias de drenagem com Área < 10 km².



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)



Fonte: 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)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Fotointerpretação de feições associadas aos processos analisados (e outros)

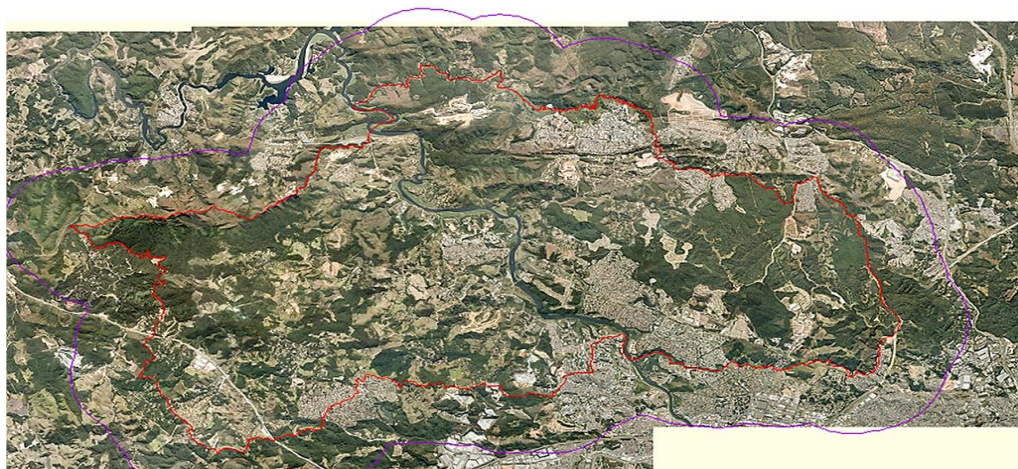


Figura 22 - Cena de visualização em escala variável, entre 1:150.000 e 1:100.000, sobre mosaico regional, para reconhecimento geral dos padrões morfoestruturais presentes na área analisada - Santana de Parnaíba, SP.

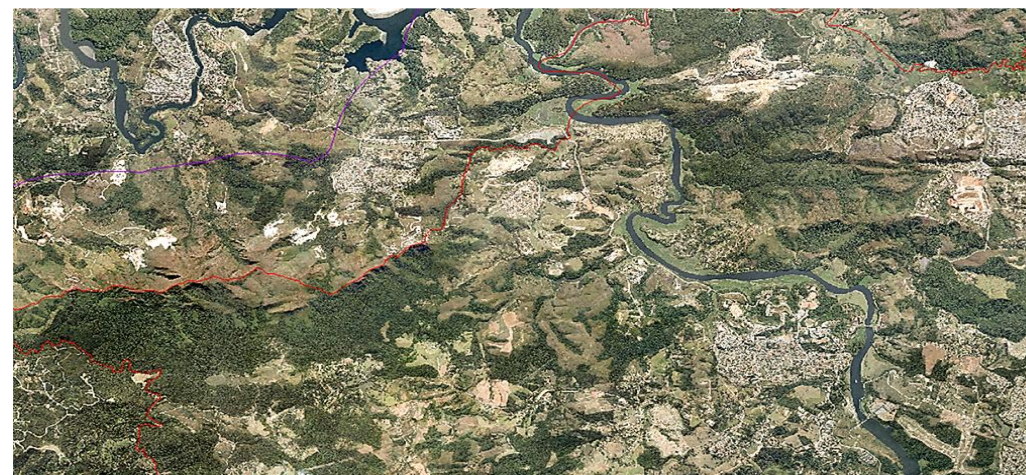


Figura 23 - Cena de visualização em escala oscilando entre 1:60.000 e 1:50.000, sobre mosaico regional, para reconhecimento dos diferentes padrões de relevo presentes na área analisada - Santana de Parnaíba, SP.

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Fotointerpretação de feições associadas aos processos analisados (e outros)

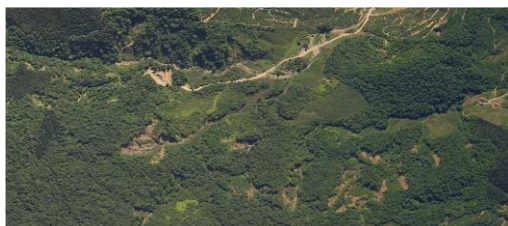


Figura 24 - Cicatrizes de deslizamentos recentes, visualizadas em escala 1:12.500 - Ilhota, SC.



Figura 25 - Ravinas em encostas – Camboriú, SC.



Figura 30 - Paredão rochoso proeminente, com suscetibilidade local a quedas e deslocamentos de blocos rochosos- Balneário de Camboriú, SC.

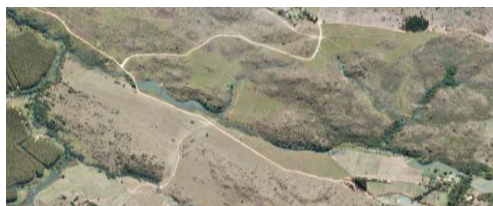


Figura 26 - Campo de blocos rochosos identificado por meio de fotointerpretação em escala 1:12.500 - Itu, SP.



Figura 27 - Campo de blocos rochosos – Itu, SP.



Figura 31 - Costão rochoso, com suscetibilidade localizada a quedas e deslocamentos de blocos rochosos - Florianópolis, SC.



Figura 28 - Depósito de acumulação em sopé de encosta, com indicação de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa - Ilhota, SC.



Figura 29 - Depósitos de sopé de encosta (1-tálus) e de rampa de colúvio (2) - Nova Veneza, SC.



Figura 32 - Área úmida com tonalidade e texturas características e associação com presença de gramíneas típicas de áreas úmidas, indicativa de suscetibilidade a inundações e/ou alagamento.

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Fotointerpretação de feições associadas aos processos analisados

	Cicatriz de deslizamento recente indicativa de suscetibilidade local/pontual
	Ravina/boçoroca indicativa de suscetibilidade local/pontual decorrente de processos erosivos que podem induzir movimentos gravitacionais de massa
	Alagado/área úmida
	Depósito de acumulação de pé de encosta (tálus e/ou colúvio) suscetível a movimentação lenta (rastejo) ou rápida (deslizamento)
	Campo de blocos rochosos suscetível a queda, rolamento ou tombamento
	Paredões rochosos suscetíveis a queda ou deslocamento

Obs: Feições obtidas por meio de fotointerpretação e análise do relevo sombreado gerado a partir do modelo digital de superfície - MDS (Emplasa, 2010/2011) com iluminação artificial (azimute 45° e inclinação 45°).

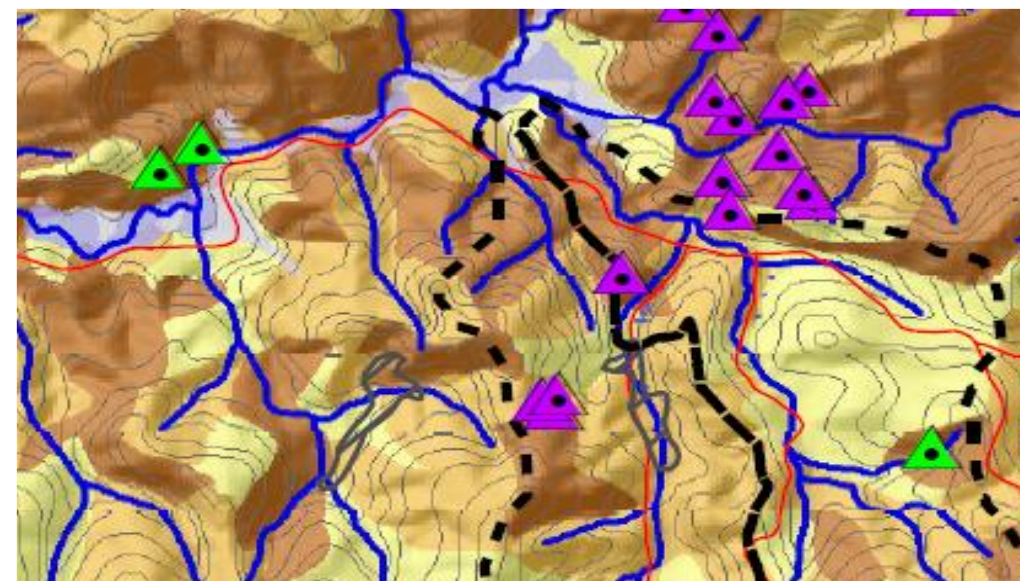
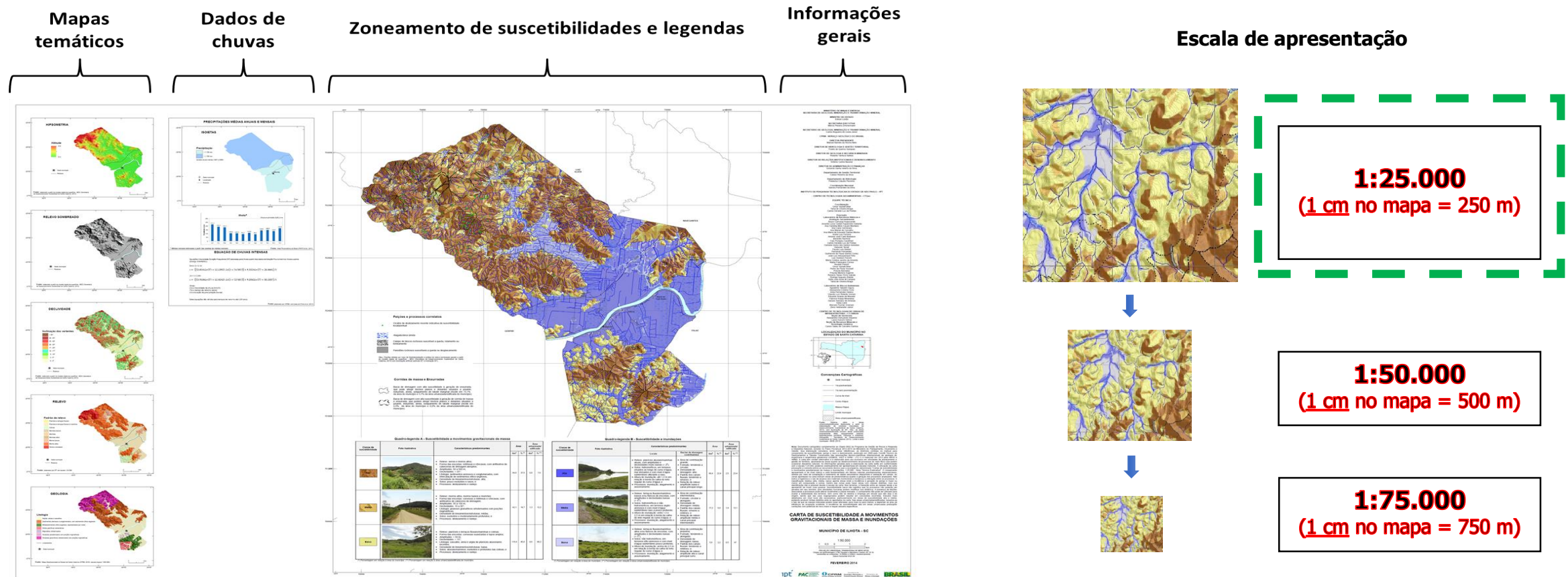


Figura 43 – Exemplo de indicação de feições em trecho da carta síntese, com destaque a ravina/boçoroca (triângulo lilás) e cicatriz de deslizamento recente (triângulo verde). O ponto central do triângulo indica a localização aproximada da feição.

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

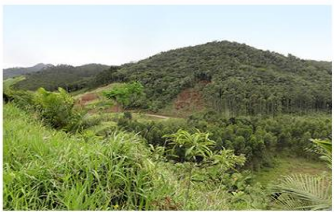
Estrutura básica da carta de suscetibilidade a MGM e inundações



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Classes e indicadores: deslizamentos e inundações

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.

Figura 21 - Ilustração da estrutura geral adotada para apresentação do quadro-legenda de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

Quadro-legenda B - Suscetibilidade a inundações

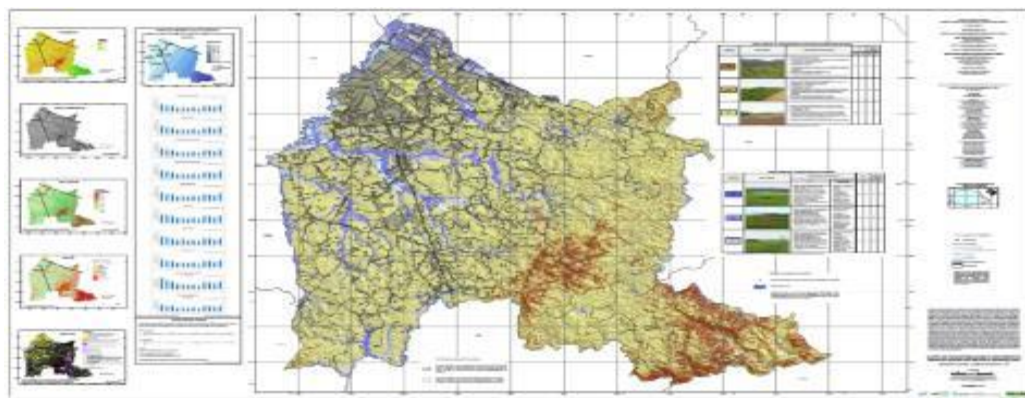
Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km ²	% (*)	km ²	% (**)
Alta		- Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2°); - Solos: hidromórficos, em 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/marinhos 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/marinhos 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	4,7

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

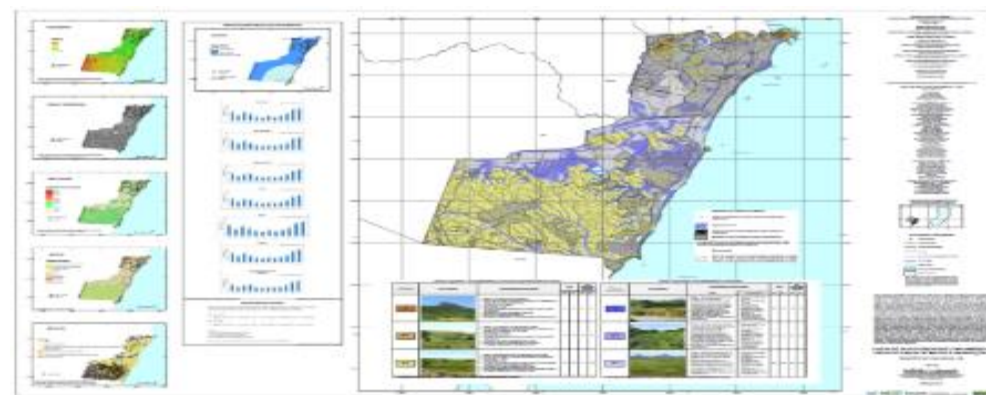
Figura 22 - Ilustração da estrutura geral adotada para apresentação do quadro-legenda de suscetibilidade a inundações, focalizando as áreas de planícies e terraços.

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

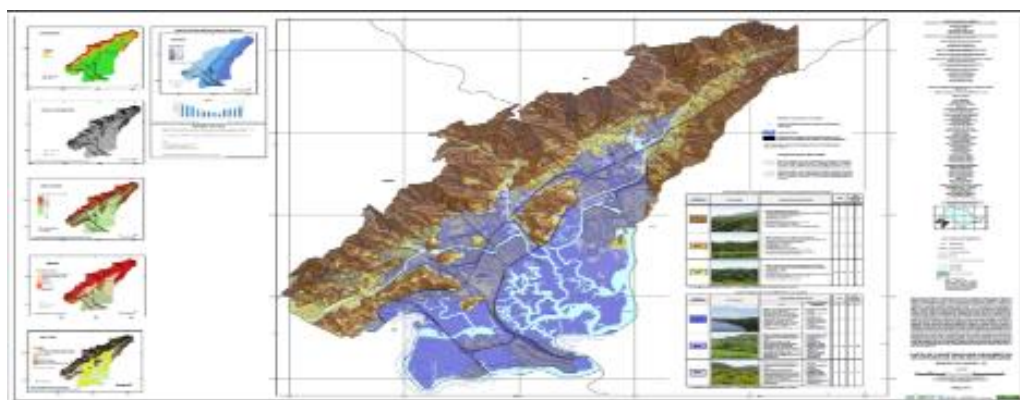
Comparabilidade entre os municípios



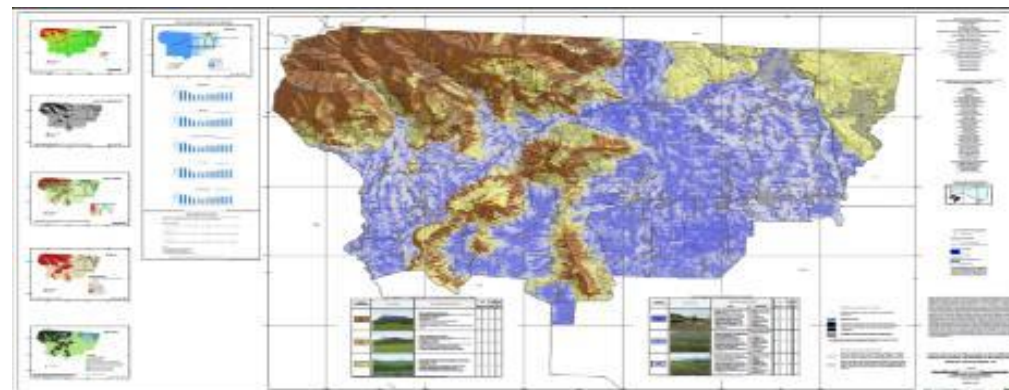
S.J. dos Pinhais (PR)



Vila Velha (ES)



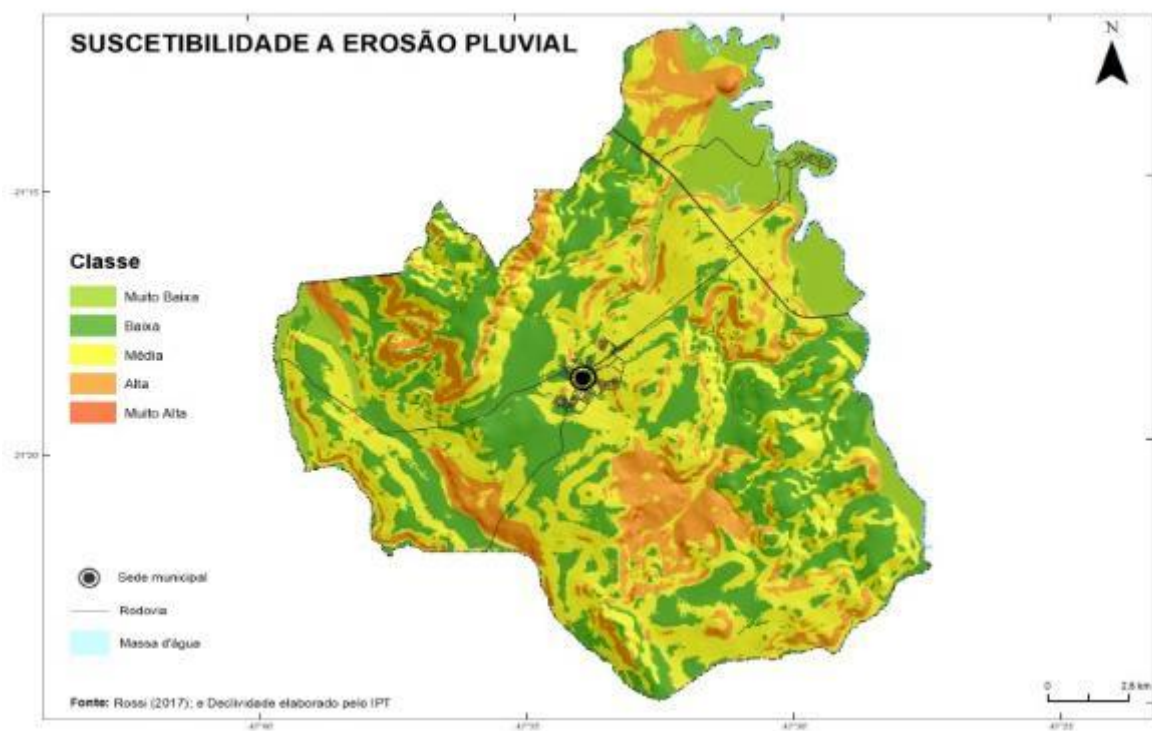
Cubatão (SP)



Nova Veneza (SC)

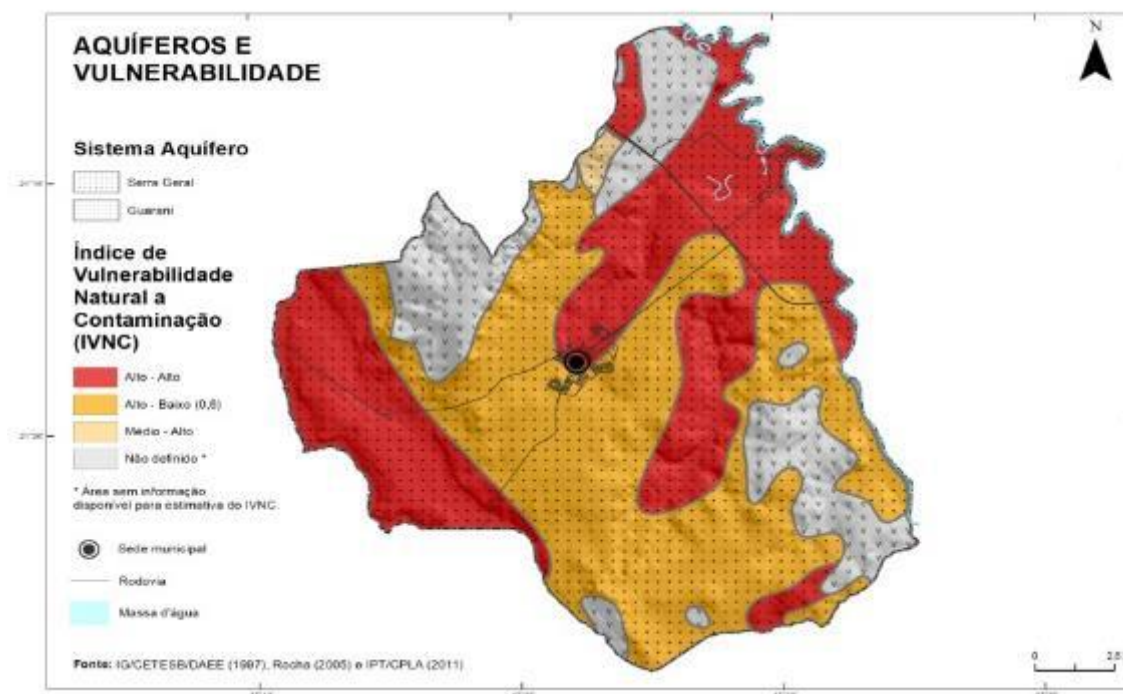
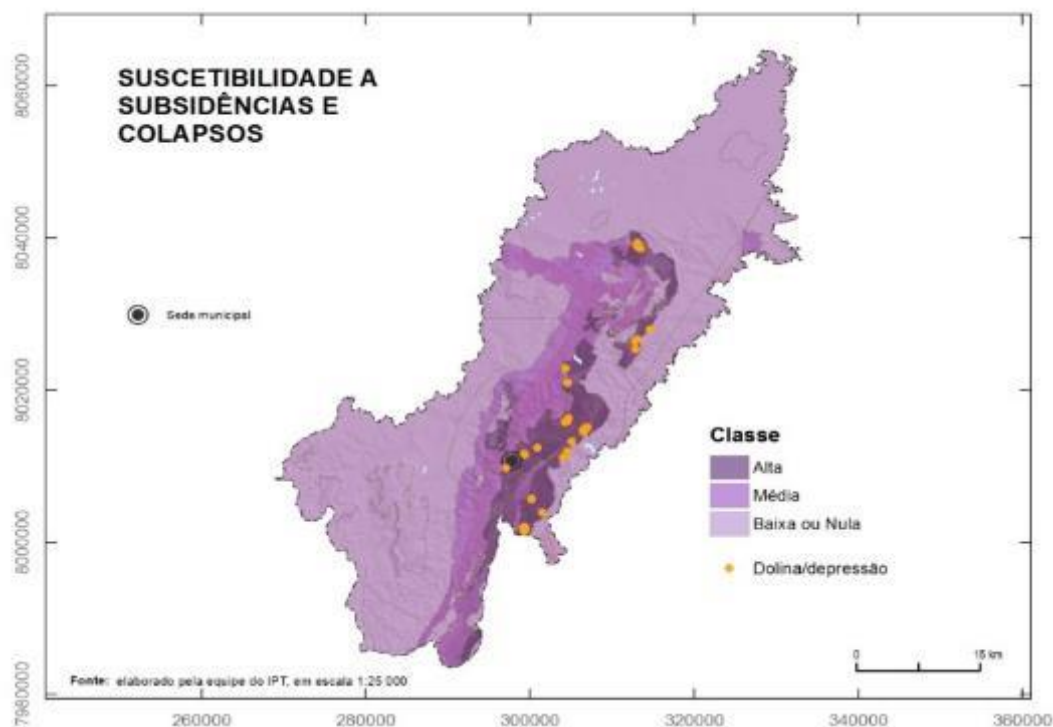
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Outros processos que podem ser incluídos



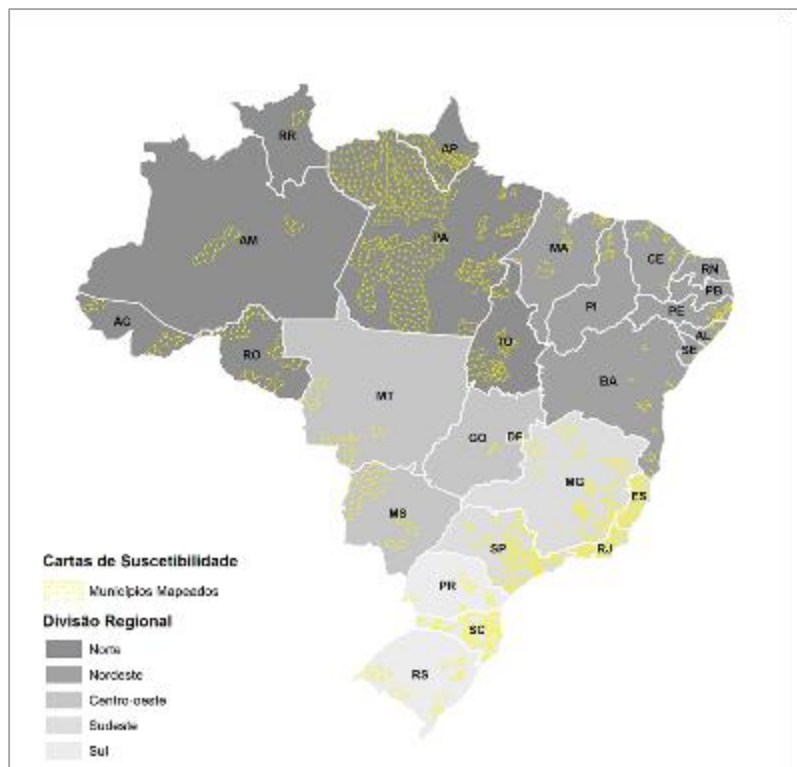
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Outros processos que podem ser incluídos



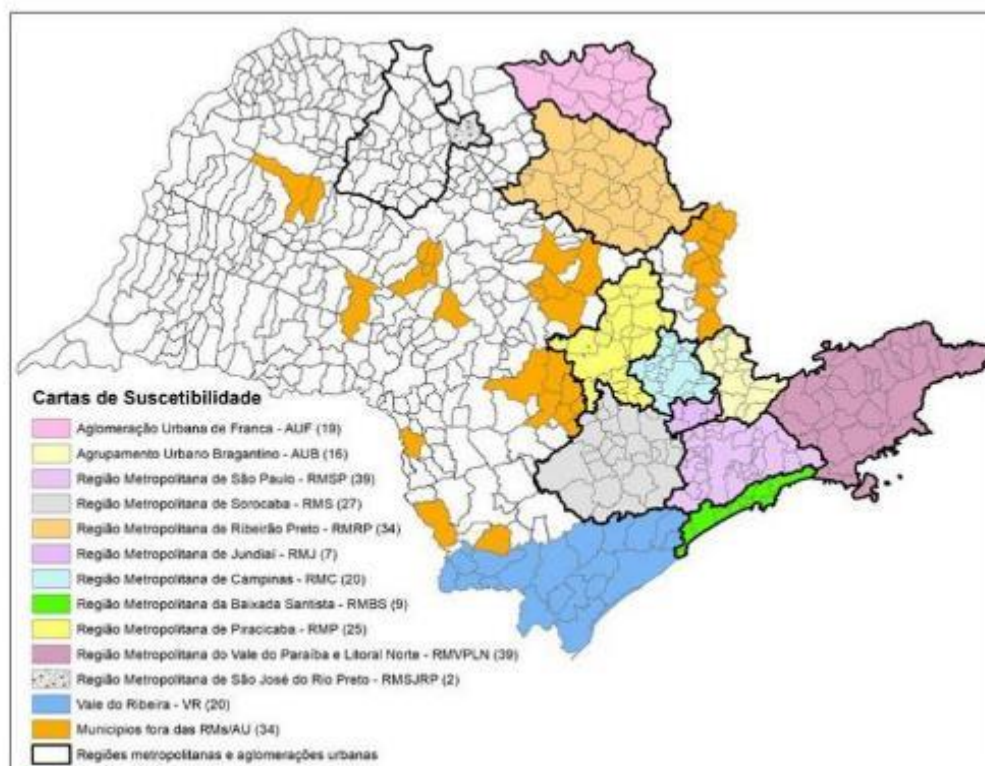
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Brasil



~ 900 municípios - SGB e IPT (2013 – 2025)

Estado de São Paulo



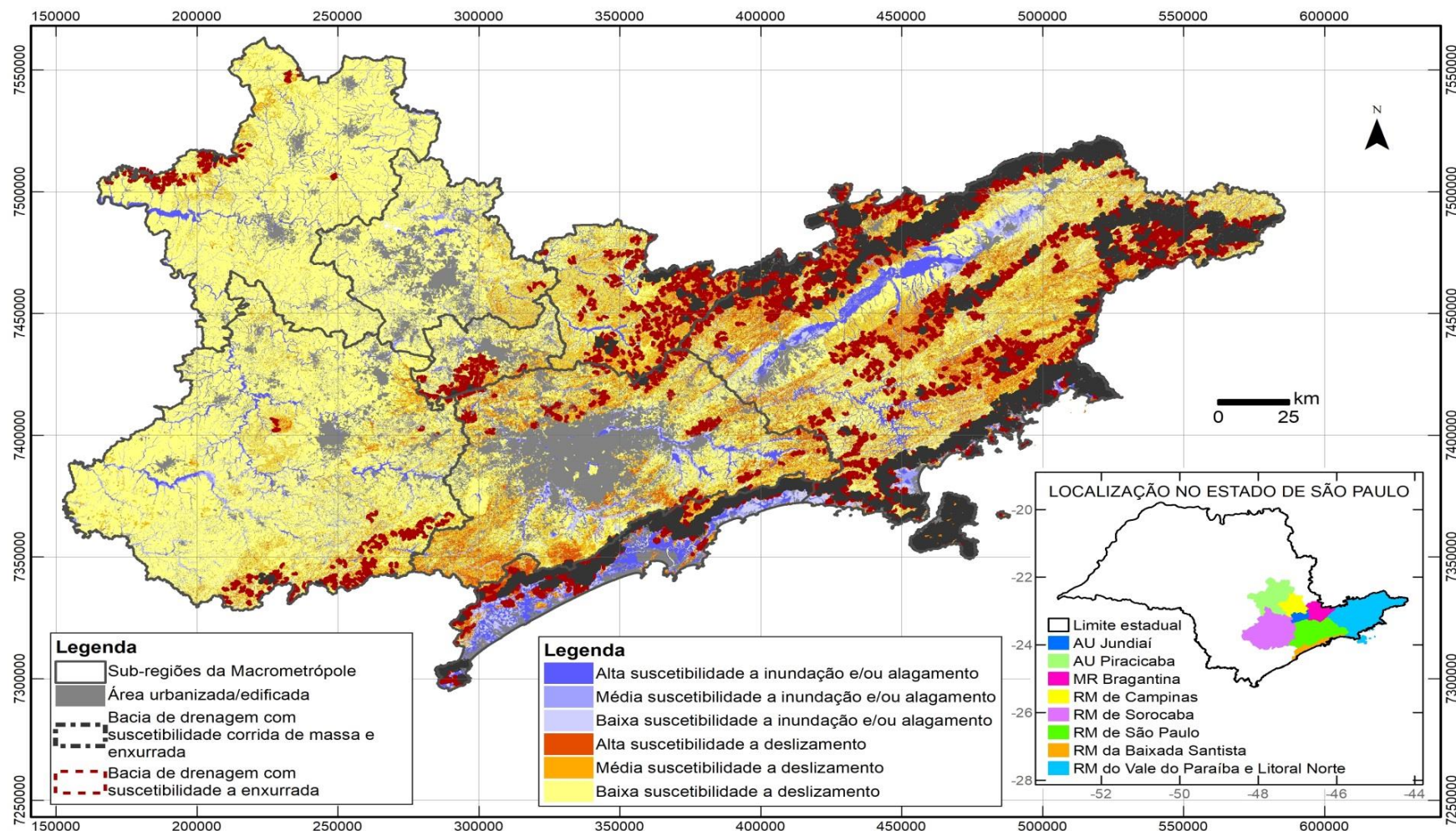
~ 300 municípios - IPT e SGB (2013 a 2024)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Integração regional das CSs:

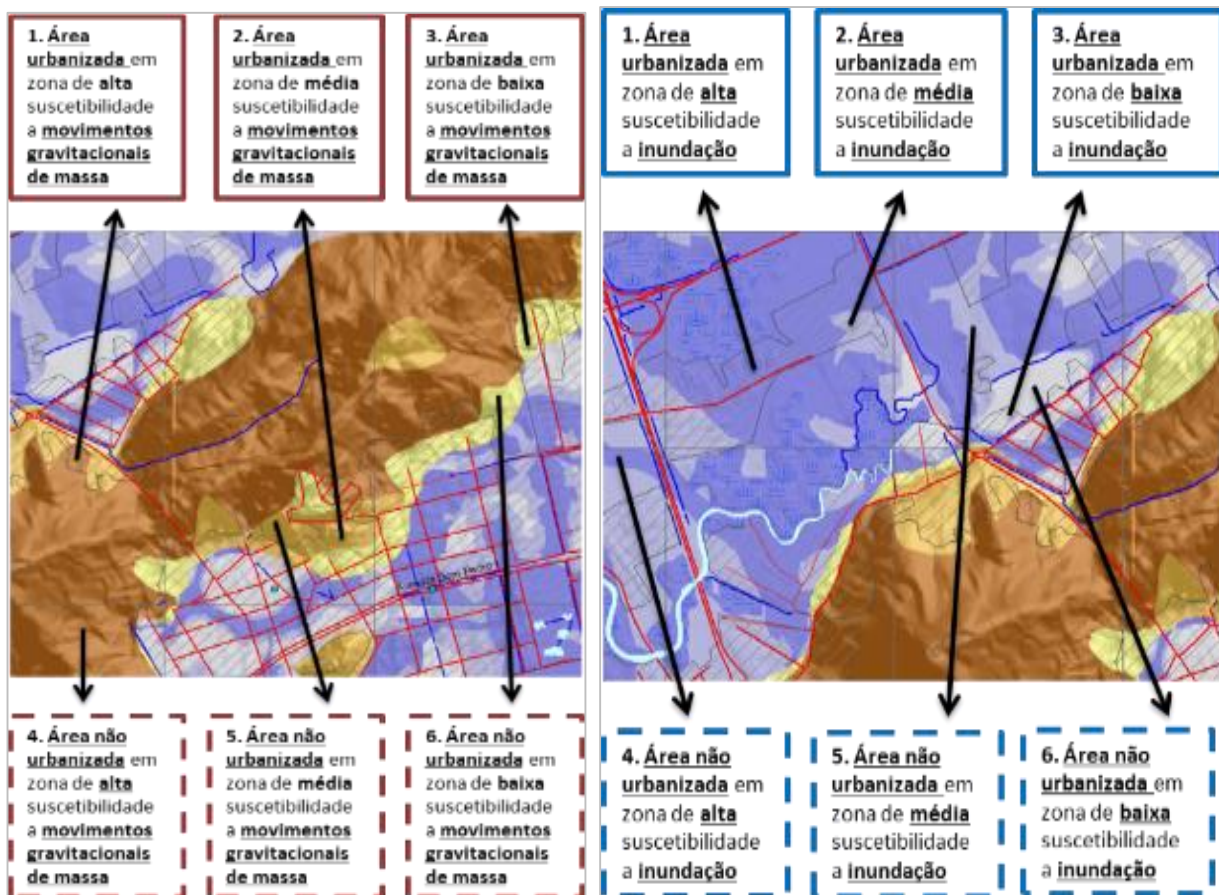
Ex.: Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações da Macrometrópole Paulista - MMP

Fonte: IPT e SGB (2020)



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

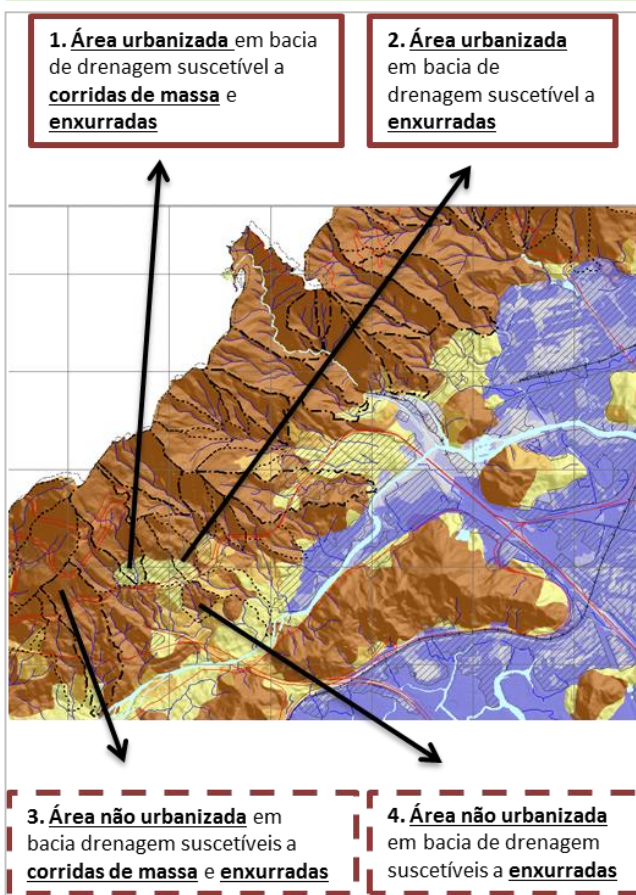
Aplicações no planejamento territorial e gestão de riscos



- Mapeamento de áreas suscetíveis revela a distribuição das áreas que requerem ações no planejamento territorial e na **prevenção** de riscos e desastres.
- Com o uso das cartas, pode-se dirigir as pressões da urbanização para **zonas de baixas suscetibilidades** a processos geológicos e/ou hidrológicos.
- **Zonas de altas suscetibilidades** não ocupadas devem ser protegidas, visando a não gerar novas áreas de risco no futuro.
- Ocupação em zonas de alta suscetibilidade pode ser objeto de **análises de perigo e risco** (priorizando-se áreas com ocorrências registradas), para fins de **mitigação**.

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Aplicações no planejamento territorial e gestão de riscos



- **Bacias de drenagem suscetíveis** a corridas de massa e/ou enxurrada indicadas devem ser objeto de estudos específicos, incluindo-se áreas a jusante.
- CS deve servir de base orientativa para elaboração da **carta geotécnica de aptidão à urbanização**, referente a perímetros de áreas urbanas e de expansão urbana, conforme definidas em legislação municipal.
- CS pode, ainda, auxiliar na elaboração das **cartas de setorização de risco**, a realizar em assentamentos urbanos precários, para fins de mitigação de riscos (via PMRR).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Aplicações no planejamento territorial e gestão de riscos

- **Bacias de drenagem suscetíveis a corridas de massa e/ou enxurrada, devem ser objeto de estudos específicos, incluindo-se áreas a jusante.**

Figura 12 – Bacias maiores que abrigam bacias menores com alto potencial a gerar enxurradas, com AUE inserida, na RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

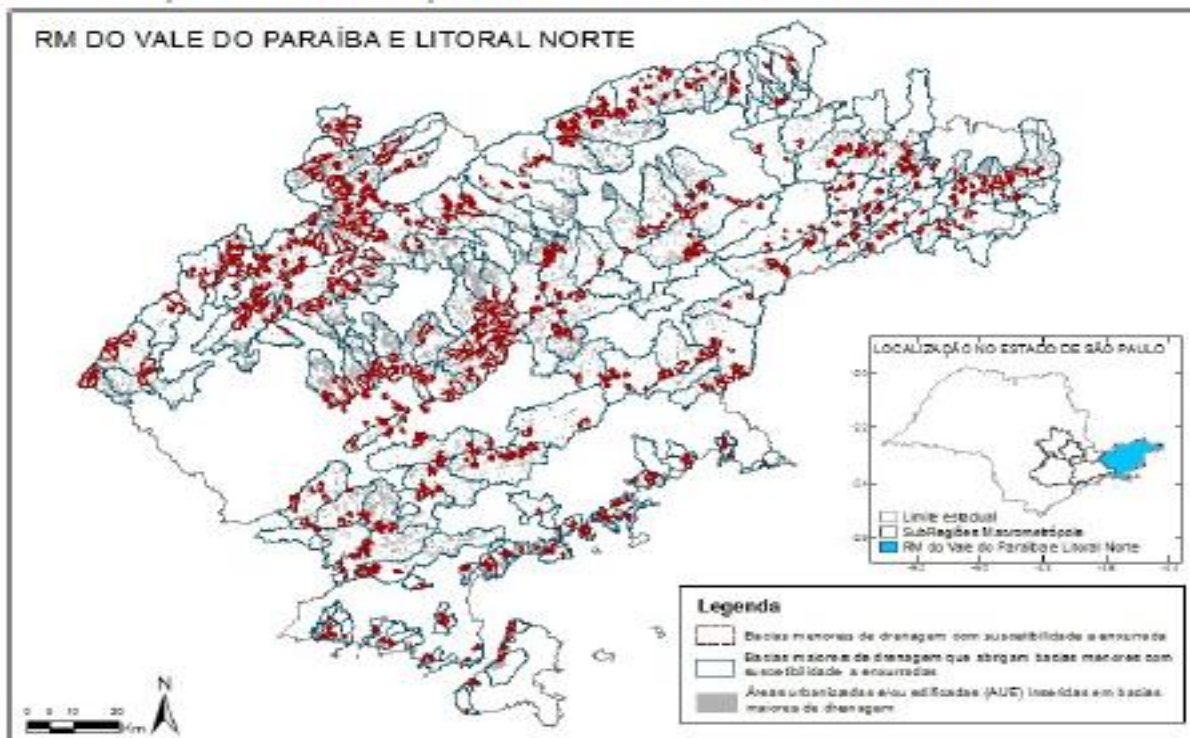
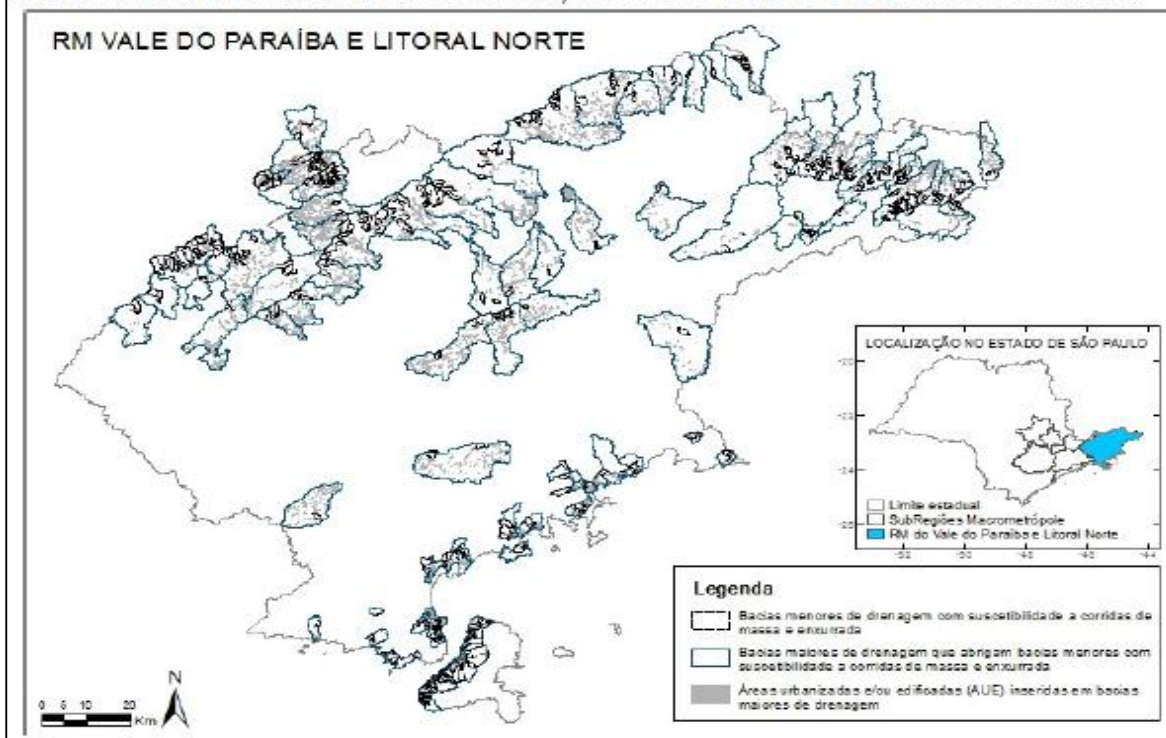
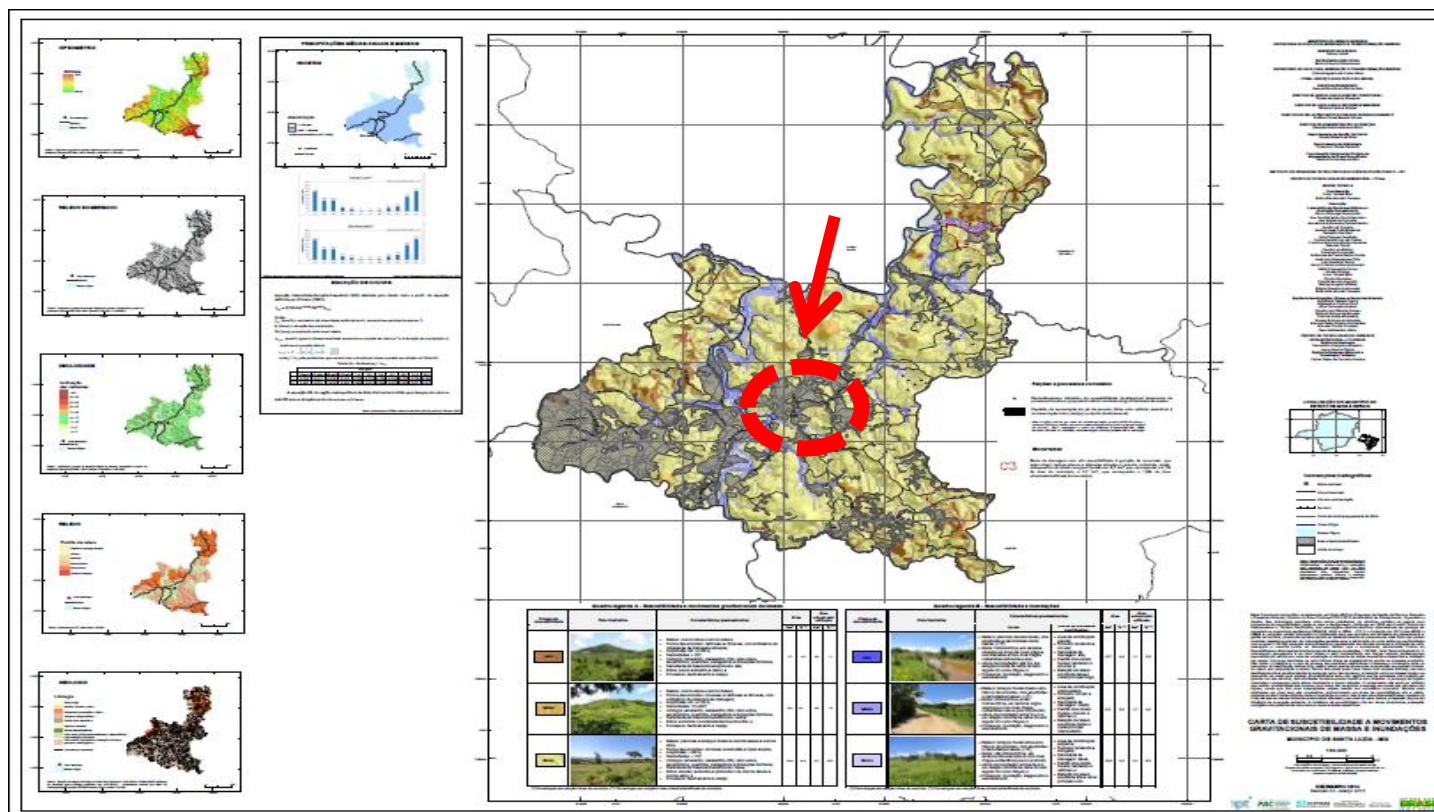


Figura 18. Bacias maiores que abrigam bacias menores com alto potencial a gerar corridas e/ou enxurradas e AUE inserida, na RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte.



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações Santa Luzia/MG (Fonte: IPT e SGB, 2014)



Evento 24dez2021

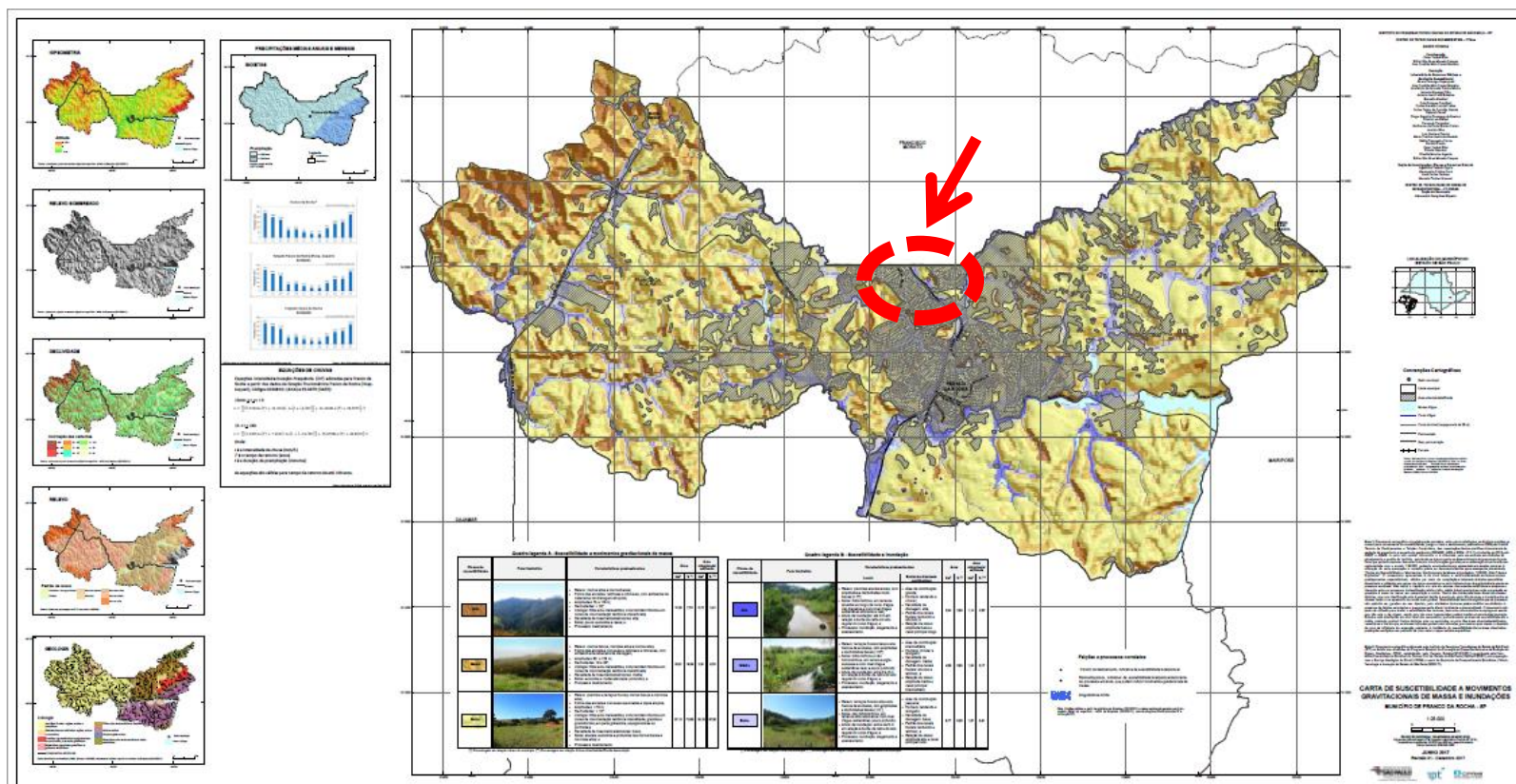


Fonte: site G1

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações

Franco da Rocha/SP - (Fonte: IPT/CPRM, 2017)



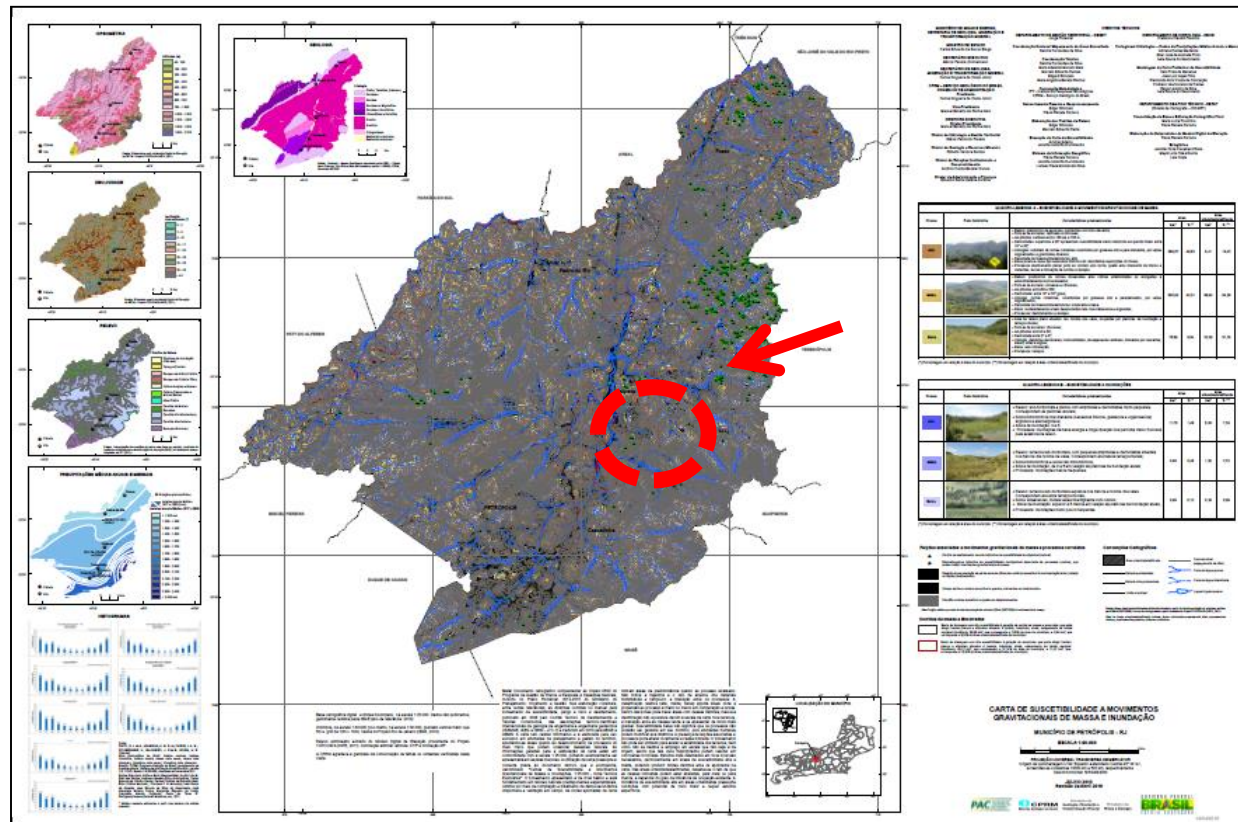
Evento - Rua São Carlos - 30jan2022



Fonte: UFABC

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações Petrópolis/RJ - (Fonte: IPT e SGB, 2016)



Morro da Oficina – 15 fev 2022



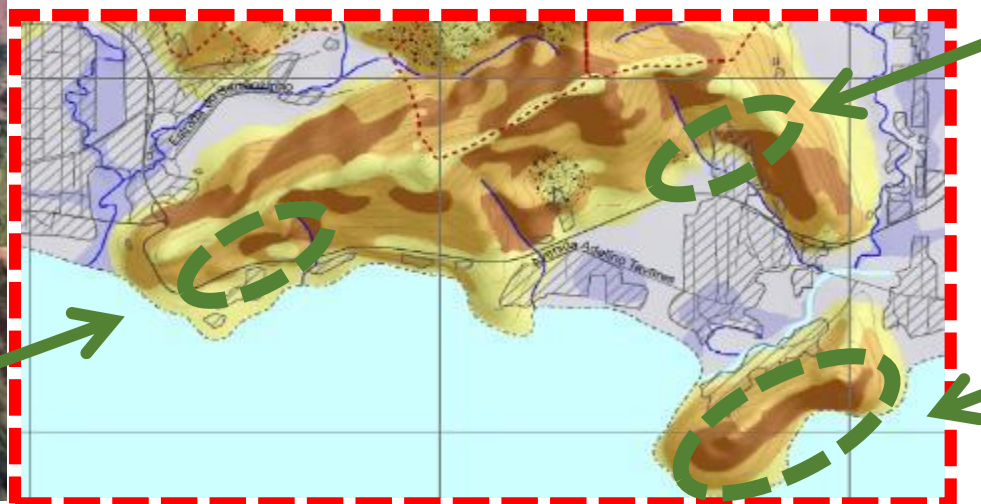
Fonte: site CNN Brasil

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

BR 101 - Juquehy/Praia Preta - São Sebastião/SP - 19fev2023



Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações de Sebastião/SP - 2017

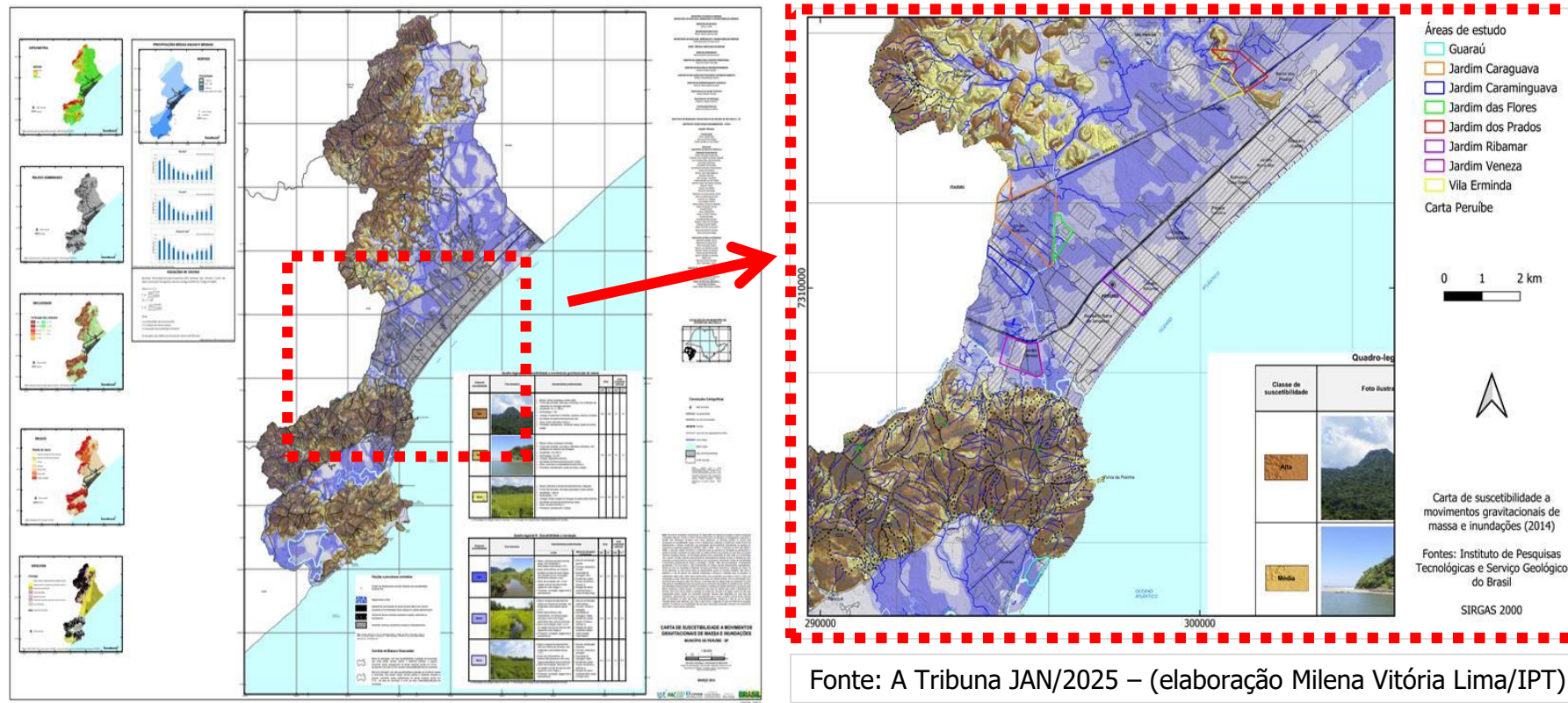


Vila Sahy e morro Sahy/Baleia – São Sebastião/SP – 19fev2023



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações Peruíbe/SP - (Fonte: IPT e SGB, 2014)



Fonte: A Tribuna JAN/2025 – (elaboração Milena Vitória Lima/IPT)

A TRIBUNA

O que você está

Relembre

As fortes chuvas começaram a atingir o município na madrugada da última quarta-feira. Segundo a Defesa Civil do Estado, entre 8h e 11h de quarta-feira, choveu 115 mm em Peruíbe. Em 24 horas, a cidade registrou 263 mm de chuva, superando o volume esperado para todo o mês de janeiro, que era de 236 mm.

Além do alto volume de precipitação, o aumento da maré contribuiu para a criação de pontos de alagamentos em diversos bairros. Conforme o órgão, os bairros mais afetados pelas inundações são Caraminguava, Ribamar, Caraguava e Jardim das Flores. A Prefeitura também acrescenta a Vila Erminda, Jardim Veneza, Jardim dos Prados e Nova Itariri entre os bairros que mais sofreram com os impactos das fortes chuvas.

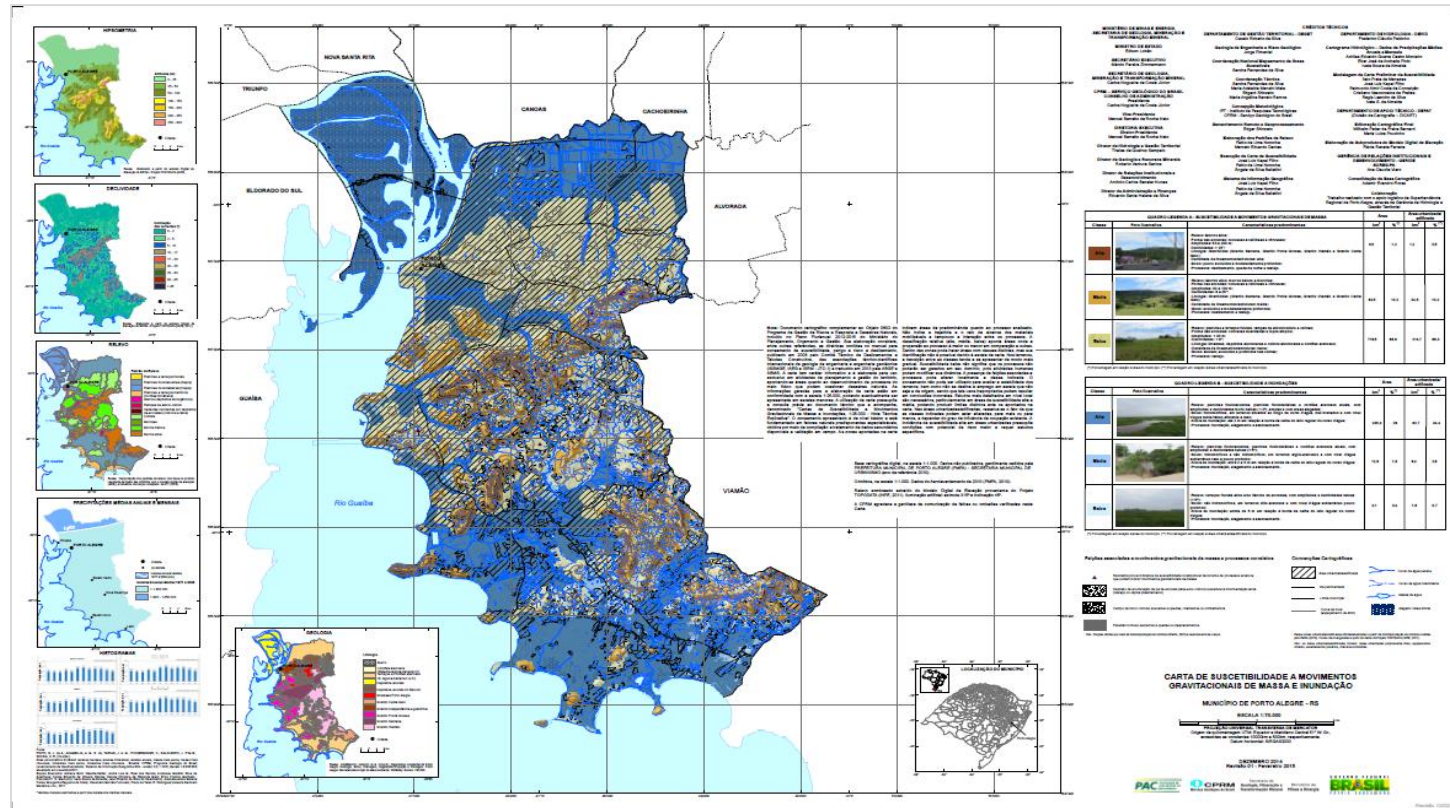
Além dos pontos de alagamento, a cidade registrou erosão na Rua Tenente José Ignácio Monte Oliva, no bairro Residencial Park D'Avielle.



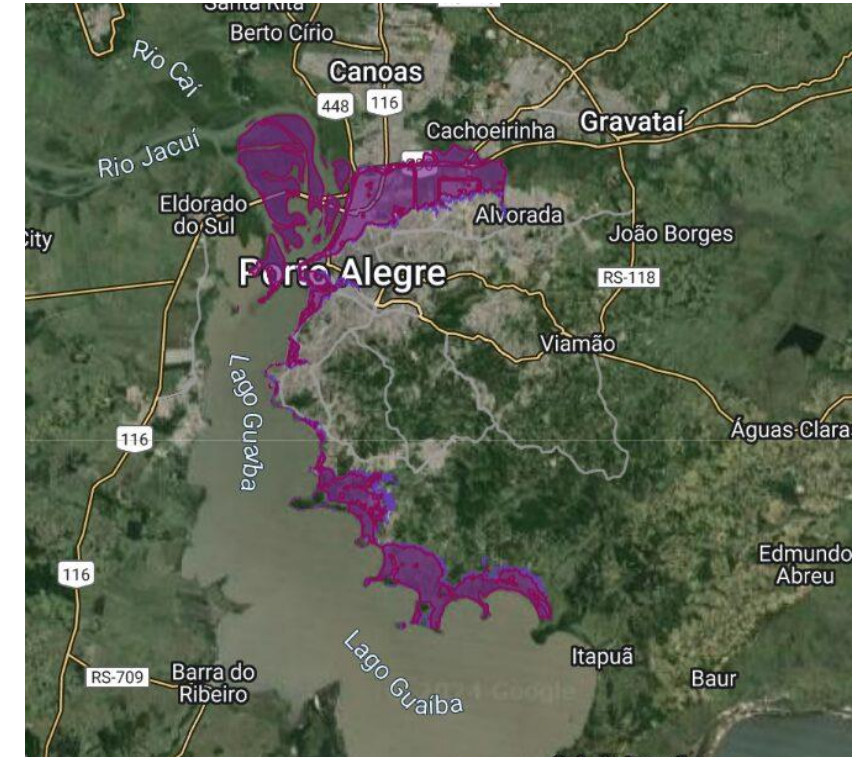
Em Peruíbe, choveu 272 mm entre a madrugada de quarta-feira (8) e a manhã desta quinta-feira (9); município registra diversos pontos de alagamento (Divulgação/Defesa Civil de São Paulo)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações Porto Alegre/RS - (Fonte: SGB, 2015)

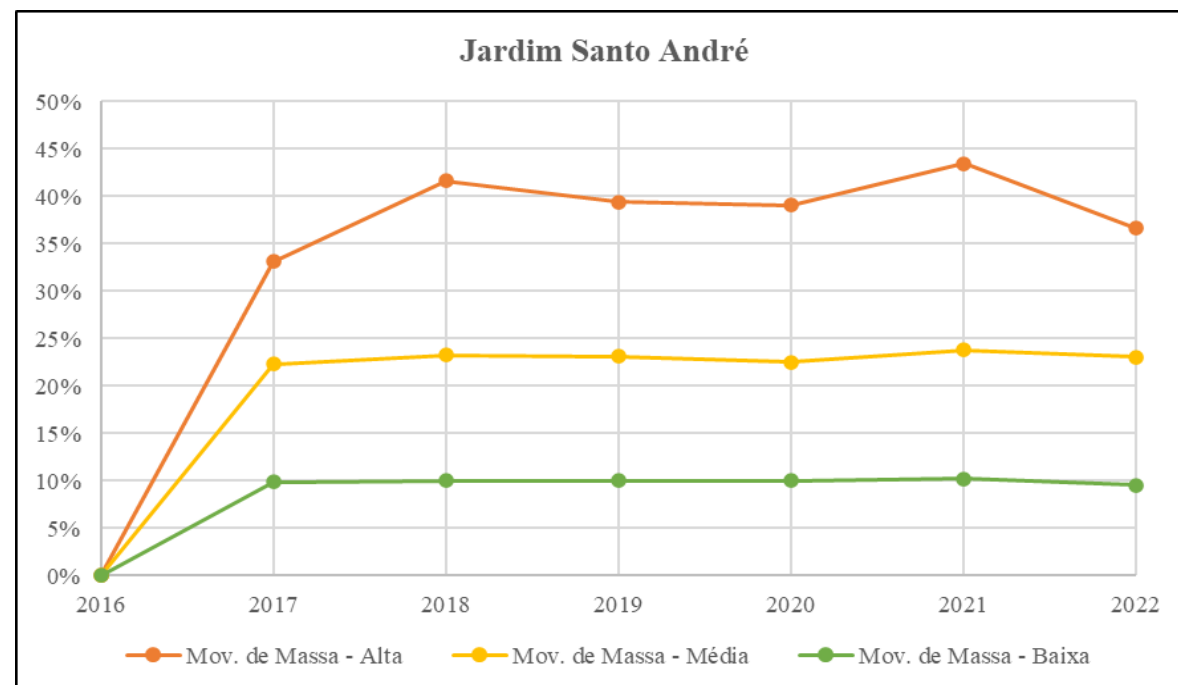
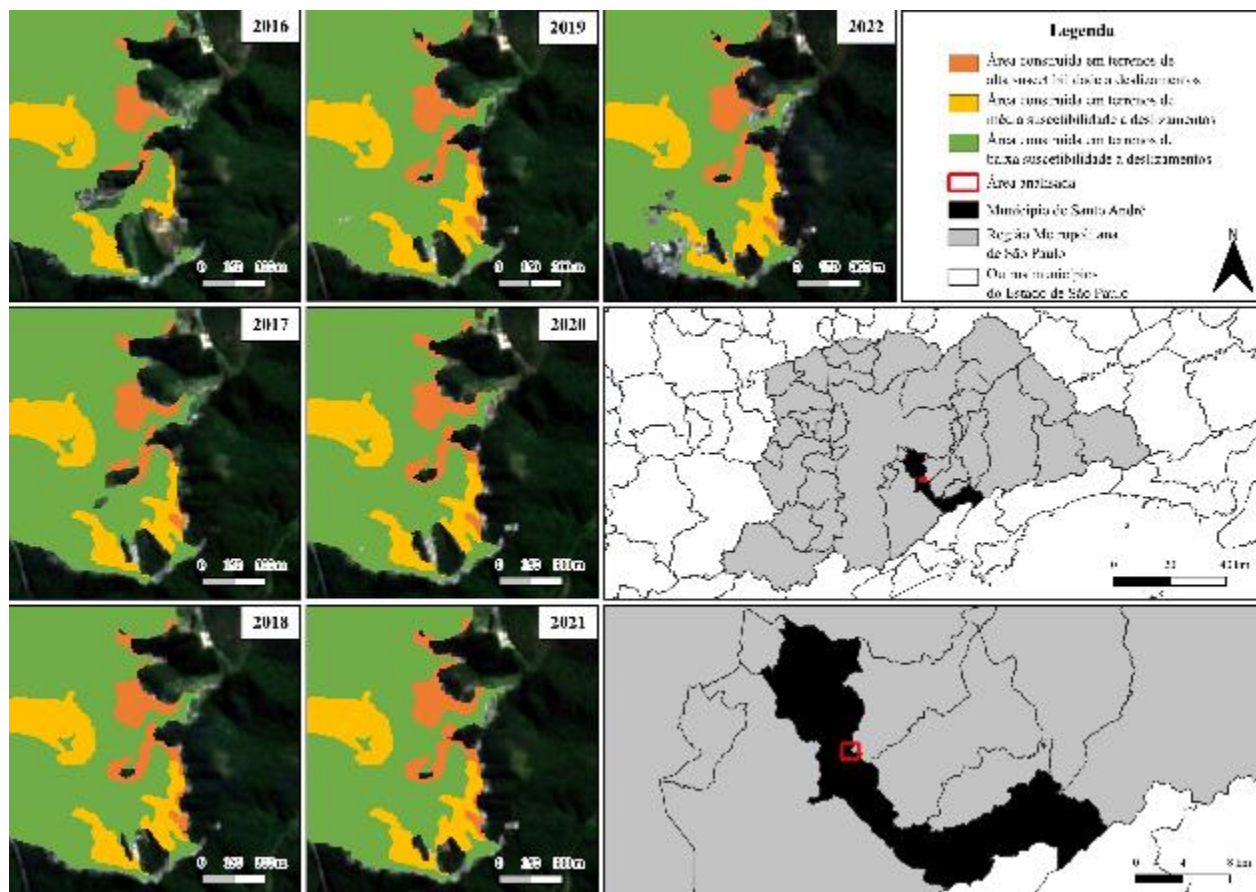


Evento maio/2024 – Fonte IPH/UFRGS



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Área construída em terrenos suscetíveis a deslizamentos – Jd. Santo André – Santo André. Fonte: Sandre (2025)

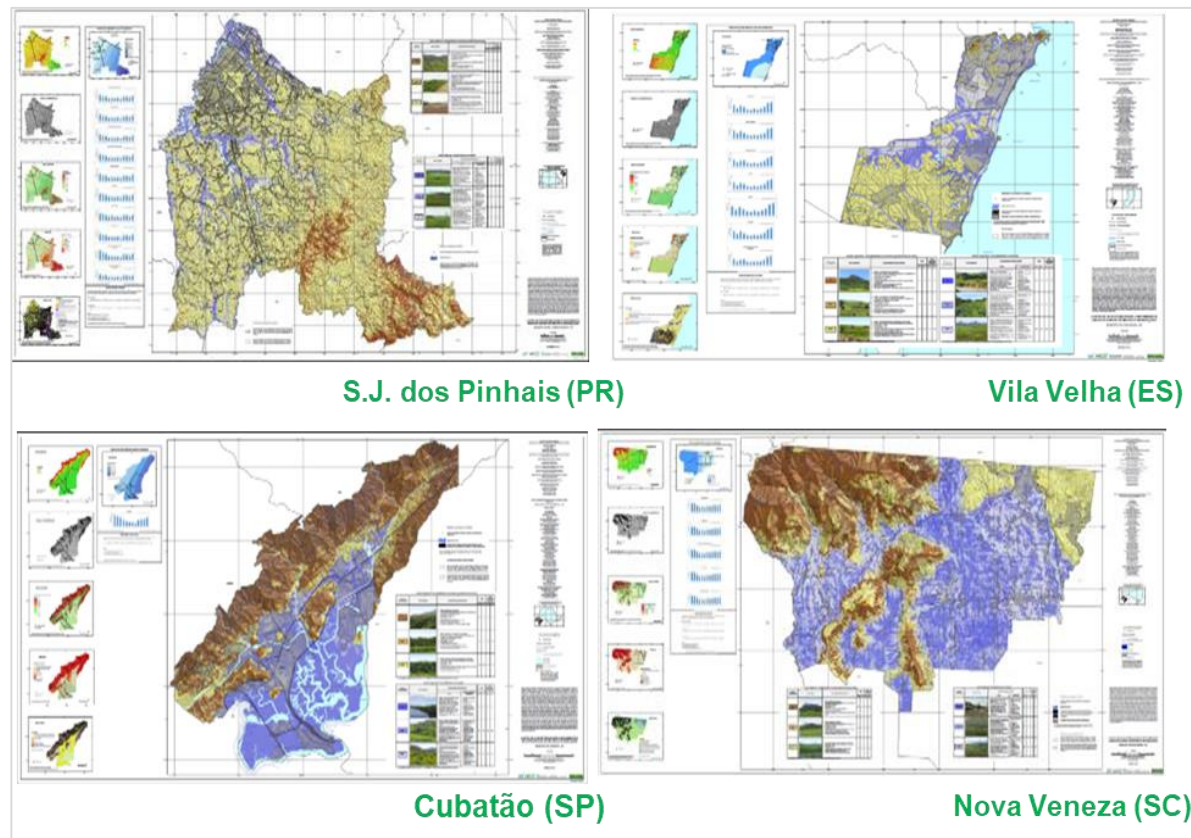


Local	Classe	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
RMSP	Alta	5,20	1,74	-4,03	4,52	7,38	-4,40
	Média	4,42	0,51	-1,47	3,64	4,41	-2,17
	Baixa	0,97	0,49	-1,08	1,30	1,91	-1,09

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Limitações ao emprego da Carta de Suscetibilidade - CS (Fonte: IPT e SGB, 2014)

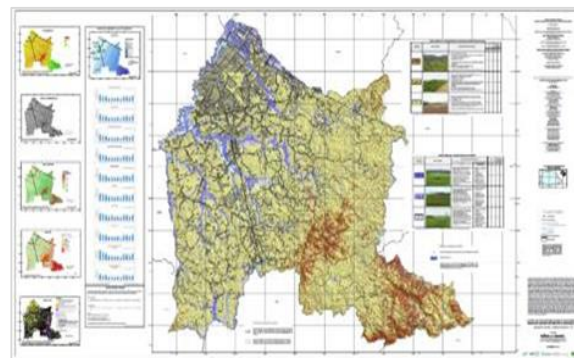
- Carta baseada em modelagem desenvolvida a partir de compilação e geoprocessamento de dados do meio físico fatores espacializáveis.
- É possível que outros fatores não incluídos venham a ser importantes em certas situações, como a variabilidade climática no território.
- Esse e outros fatores podem ser integrados ao modelo, desde que haja dados na escala de referência e sejam disponibilizados em formatos espacializáveis.



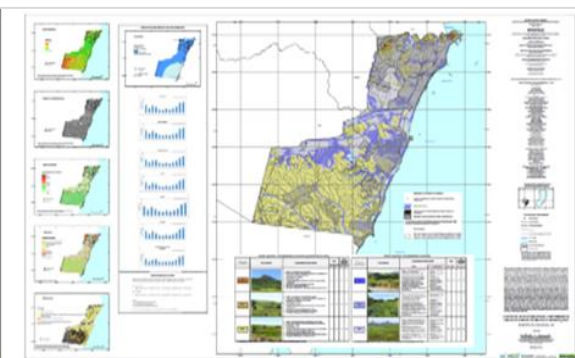
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Limitações ao emprego da Carta de Suscetibilidade - CS (Fonte: IPT e SGB, 2014)

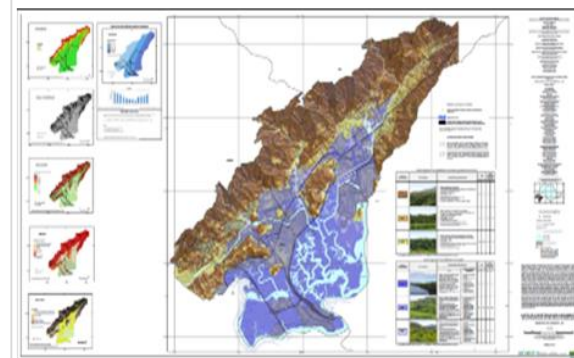
- A classificação gerada é relativa (alta, média, baixa), apontando áreas onde a propensão é maior ou menor em comparação a outras.
- Suscetibilidade baixa não significa que os processos não poderão se desenvolver em seu domínio, pois atividades humanas podem alterá-los e acelerar a dinâmica.
- Não se indicam a trajetória e o alcance territorial dos materiais mobilizados e tampouco a sinergia entre os distintos processos atuantes numa dada área.
- Dentro das zonas de maior ou menor suscetibilidade pode haver áreas com classe distinta, cuja delimitação não é compatível com a escala de referência.



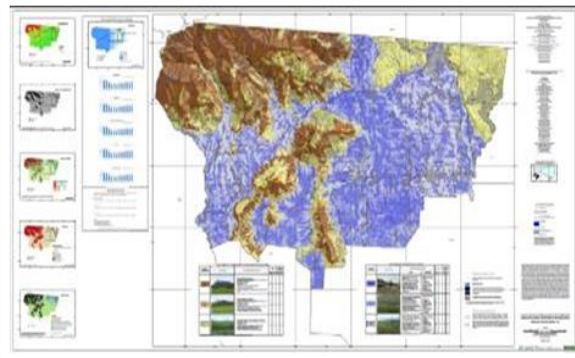
S.J. dos Pinhais (PR)



Vila Velha (ES)



Cubatão (SP)

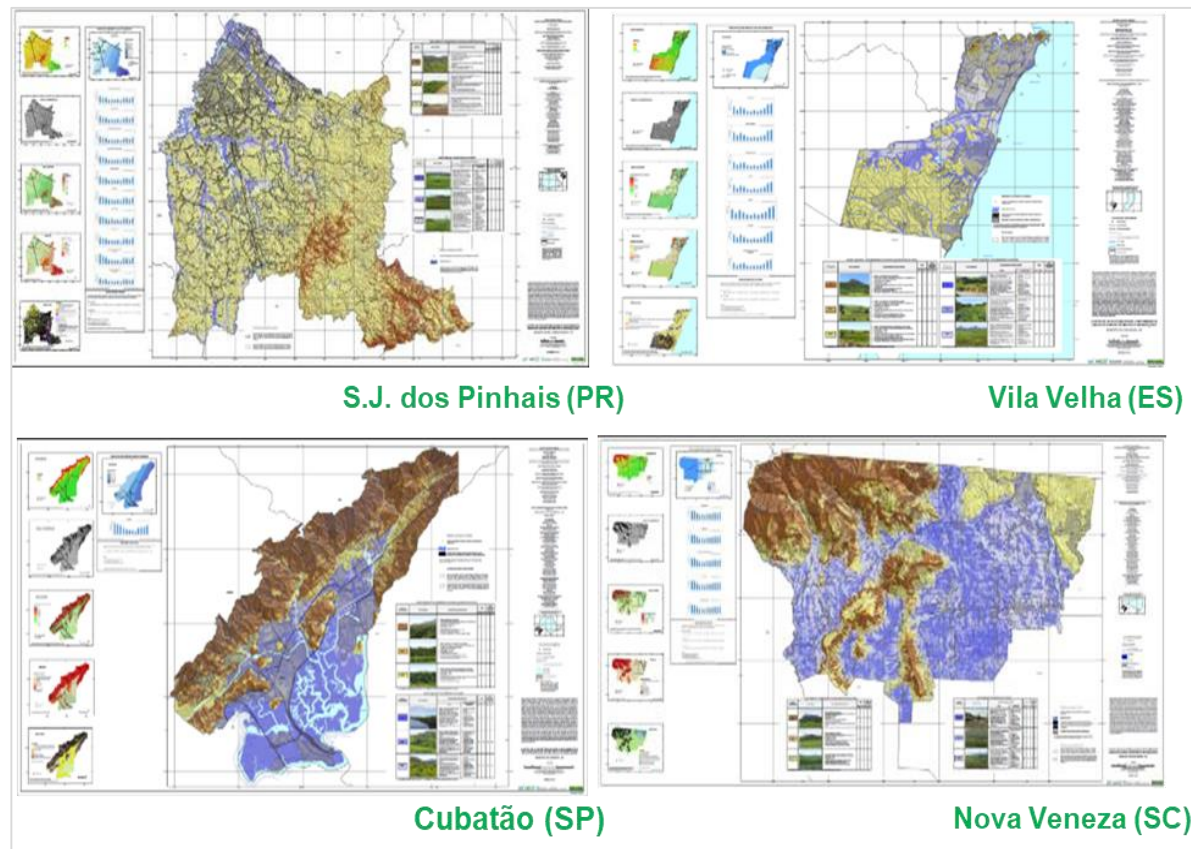


Nova Veneza (SC)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Limitações ao emprego da Carta de Suscetibilidade - CS (Fonte: IPT e SGB, 2014)

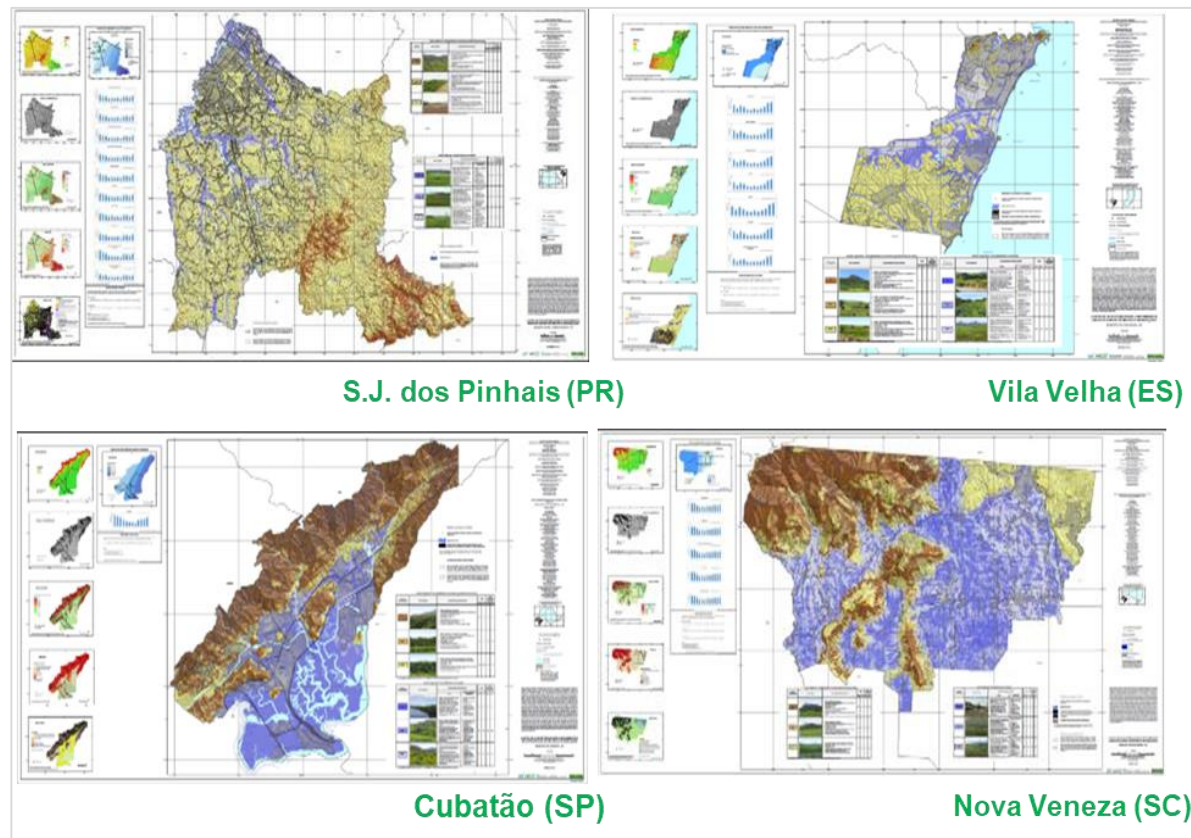
- A CS deve ser atualizada à medida que novos conhecimentos sobre o território estejam disponíveis, incorporando-os à correspondente Base de Dados digitais.
- Estudos detalhados podem ser necessários em áreas de suscetibilidade alta e média, podendo haver diferenças nas delimitações em relação às apontadas na CS, quando observadas em nível local.
- A incidência de alta suscetibilidade em áreas urbanizadas pressupõe condições com potencial de risco maior e requer estudos de perigo e risco em nível local.



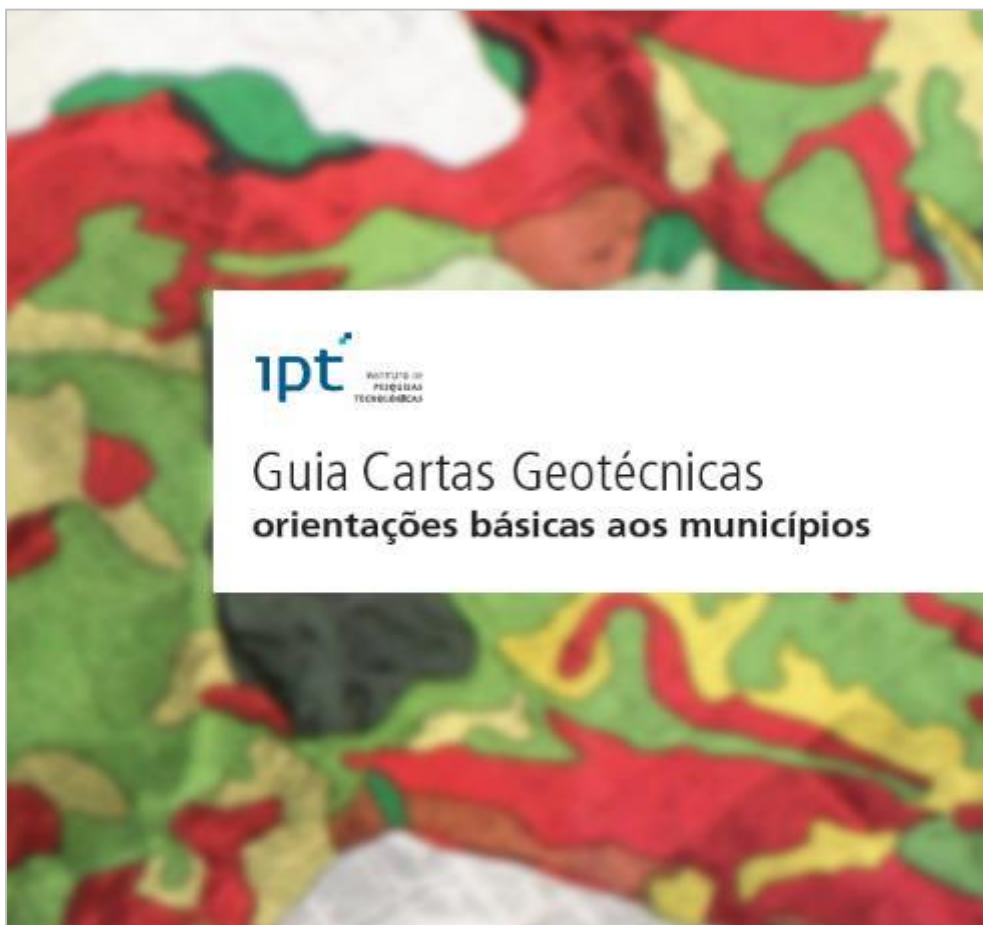
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CS

Limitações ao emprego da Carta de Suscetibilidade - CS (Fonte: IPT e SGB, 2014)

- Assim, não pode ser utilizada, por exemplo, para análise de estabilidade de taludes ou elaboração de cenários em face da ocupação, bem como não se destina ao uso em qualquer outra escala que não seja a de referência.
- Esses e outros usos inapropriados podem resultar em conclusões equivocadas acerca da incidência de maior ou menor suscetibilidade em uma dada área.
- Destina-se ao uso exclusivo em atividades de planejamento territorial e de gestão de riscos, apontando áreas suscetíveis em relação a processos do meio físico.



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

Tipos de CGs requeridas pela PNPDEC:

Área do município
(urbana + rural)



Carta de suscetibilidade
escala 1:25.000

Zona urbana e de
expansão urbana



Carta de aptidão
à urbanização
escala 1:10.000 ou maior

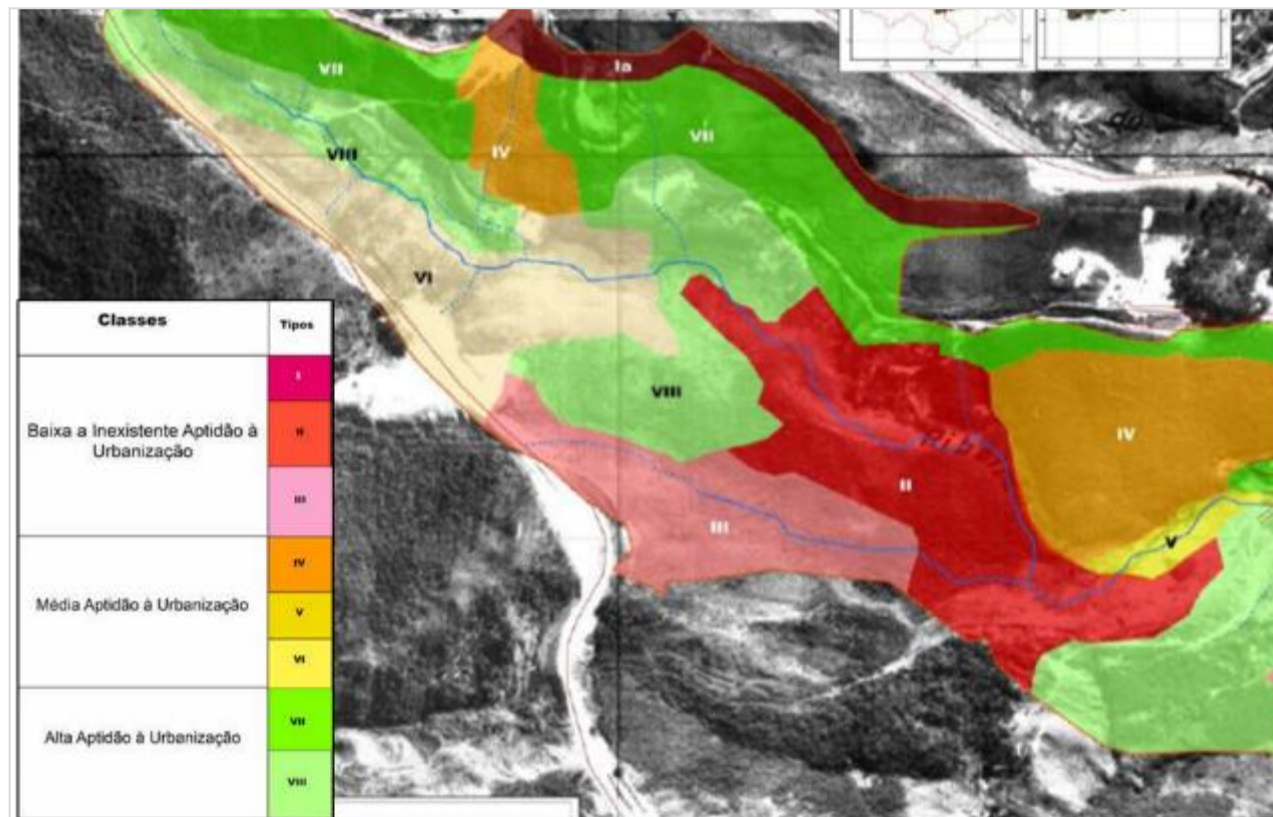
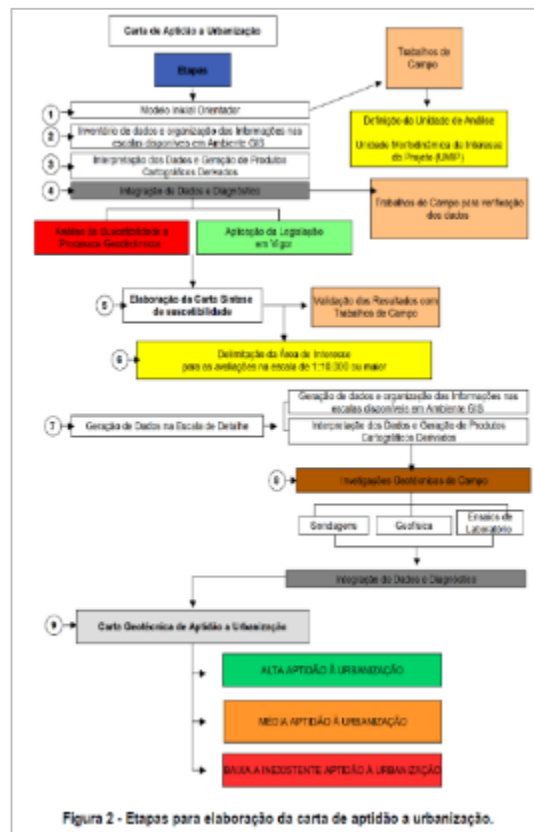
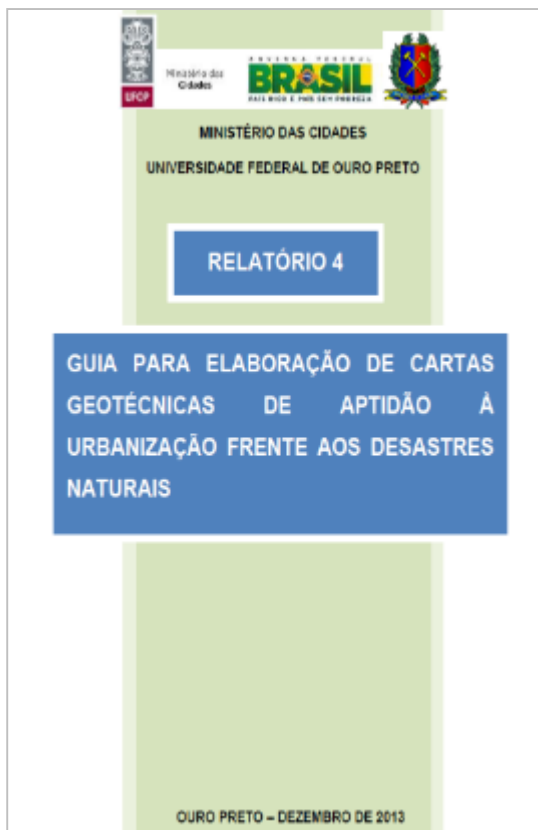
Núcleos/setores
urbanos



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).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



CGAU em área piloto de Ouro Preto/MG. **Fonte:** Sobreira e Souza, 2013.

(Fonte: Sobreira e Souza, 2013 – MCidades/UFOP)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

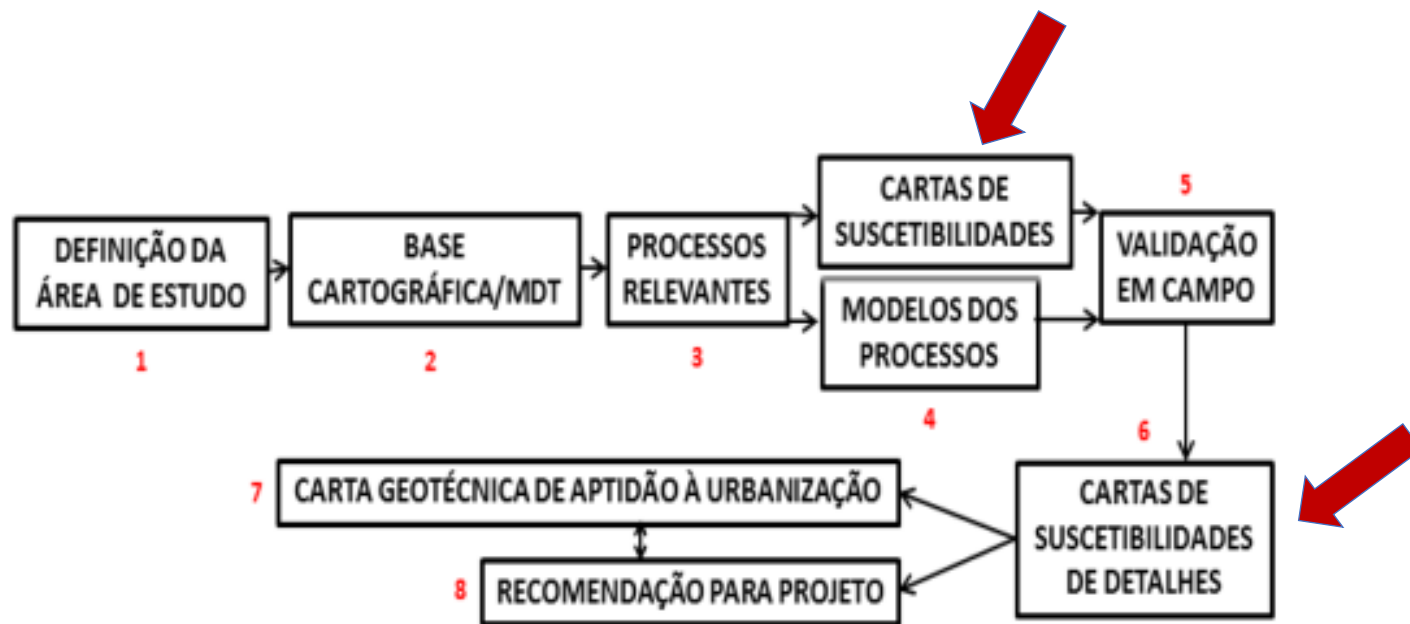


Figura - Sequência simplificada de atividades para elaboração da CGAU frente aos desastres, conforme adotada pelo MCidades. **Fonte:** Batista et al. (2015).



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

1. Identificação de processos geodinâmicos e hidrológicos atuais e/ou prováveis

- Enchente, inundação e alagamento
- Deslizamento
- Queda de rocha
- Enxurrada
- Solapamento de talude marginal
- Erosão pluvial
- Assoreamento
- Rastejo
- Recalque (solo mole; bloco / matacão no subsolo)
- Corrida de massa / fluxo de detritos
- Expansividade do solo e desagregação superficial
- Subsidência e colapso do solo
- Outros

2. Mapeamento de características e fatores predisponentes em relação aos processos

- **Relevo:** padrões, hipsometria, declividade, amplitude e perfil de encosta;
- **Geologia:** estratigrafia, litologia e estruturas;
- **Solo:** intemperismo, solos residuais (eluviais e saprolíticos) maduros e jovens e solos transportados/coluviais;
- **Hidrologia:** pluviometria, morfometria de bacias de drenagem e escoamento superficial; e
- **Água subterrânea:** sistema aquífero e vulnerabilidade a poluição/contaminação.

3. Análise da interação entre suscetibilidades aos processos e fatores de indução/deflagração

- Caracterização das suscetibilidades aos processos identificados, em razão de fatores predisponentes;
- Caracterização de fatores de indução / deflagração de processos (pluviometria, uso e ocupação do solo, infraestrutura, mineração);
- Correlação de dados e informações e identificação preliminar de unidades geotécnicas (interpretação do comportamento geotécnico face à urbanização);
- Análise da interação provável entre suscetibilidades específicas e fatores de indução / deflagração, para agrupamento de unidades similares, conforme predominância na escala de trabalho;
- Verificação da distribuição territorial de ocorrências pretéritas associadas a processos e validação das unidades; e
- Definição das unidades geotécnicas (classes).

4. Zoneamento geotécnico e elaboração de diretrizes e recomendações à ocupação

- Geração do zoneamento geotécnico (distribuição das classes no território);
- Caracterização das unidades geotécnicas (características do meio físico; e processos predominantes, atuantes e/ou prováveis);
- Análise de potencialidades e limitações do meio físico: aspectos favoráveis e desfavoráveis ante fatores de indução/deflagração dos processos;
- Classificação das unidades geotécnicas quanto à aptidão geral à ocupação do solo; e
- Elaboração de diretrizes e recomendações gerais à ocupação do solo (considerando áreas não ocupadas e áreas ocupadas; e ensaios geotécnicos aplicáveis) e aproveitamento de agregados para construção civil.

Fonte: IPT/PMSP (2024)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

1. Identificação de processos geodinâmicos e hidrológicos atuais e/ou prováveis

- Enchente, inundação e alagamento
- Deslizamento
- Queda de rocha
- Enxurrada
- Solapamento de talude marginal
- Erosão pluvial
- Assoreamento
- Rastejo
- Recalque (solo mole; bloco / matacão no subsolo)
- Corrida de massa / fluxo de detritos
- Expansividade do solo e desagregação superficial
- Subsidência e colapso do solo
- Outros

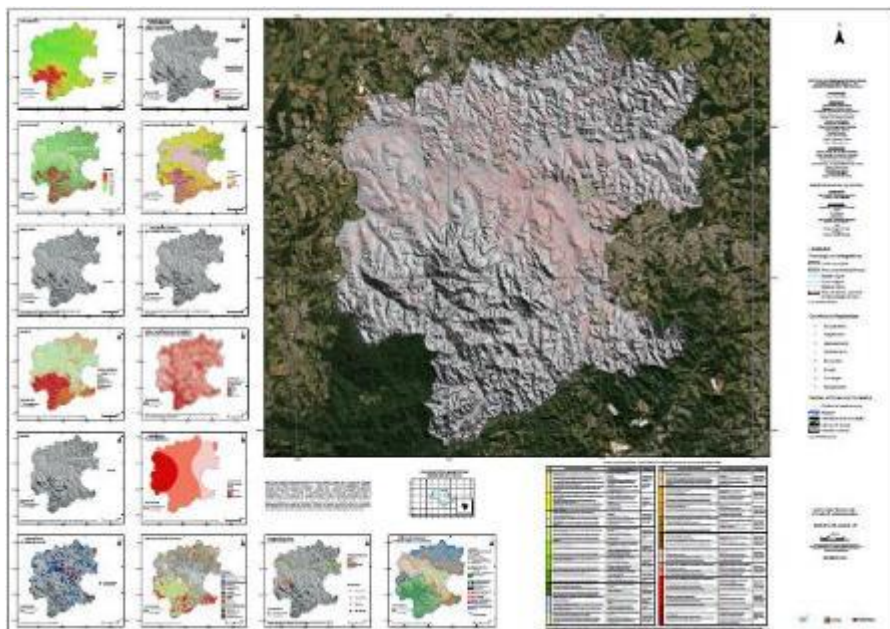
Obs.: nessa etapa **1**, deve-se obter e analisar os dados históricos de ocorrências registradas pela defesa civil municipal.

Ocorrências Registradas

- Afundamento
- Alagamento
- Assoreamento
- Deslizamento
- Enxurrada
- Erosão
- Inundação
- Solapamento

Fonte: PMJ./Defesa Civil (2024)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



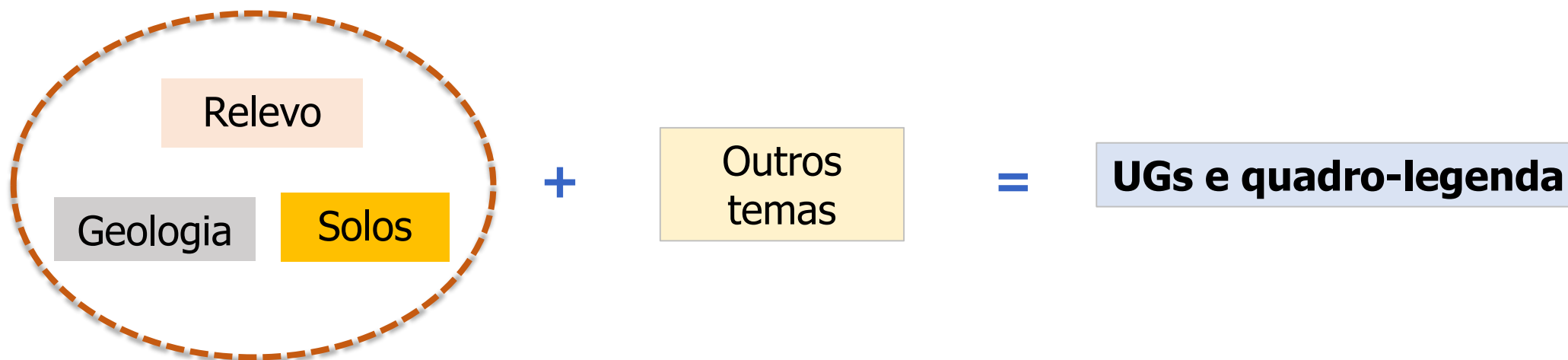
Mapas temáticos intermediários

(características do meio físico, suscetibilidades a processos, fatores indutores/deflagradores e restrições)

1. Hipsometria
2. Declividade
3. Geologia
4. Relevo
5. Solos
6. Aquíferos e vulnerabilidade a poluição/contaminação
7. Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações
8. Suscetibilidade a erosão pluvial
9. Suscetibilidade a escoamento superficial
10. Potencialidade a eventos hidrológicos extremos
11. Tendência pluviométrica
12. Uso e ocupação do solo
13. Agregados para construção civil
14. Áreas protegidas e restrições à ocupação

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

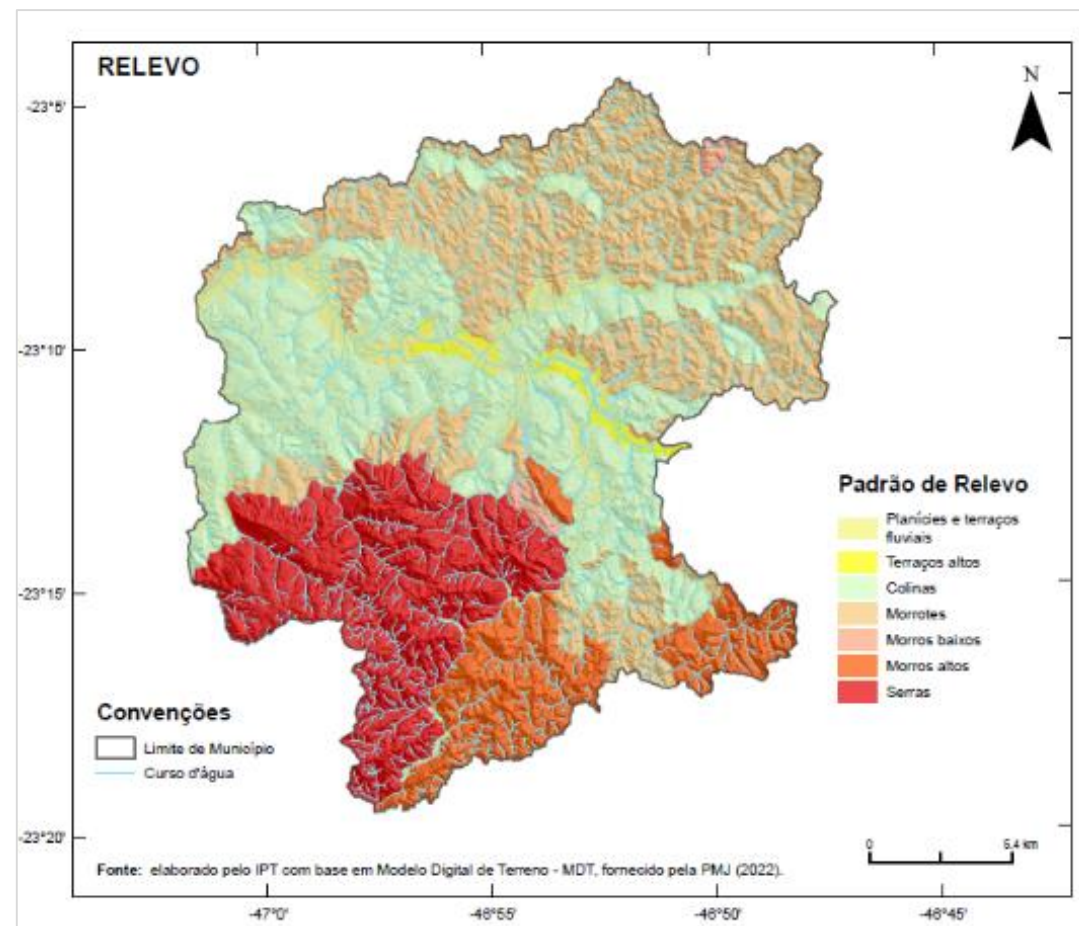
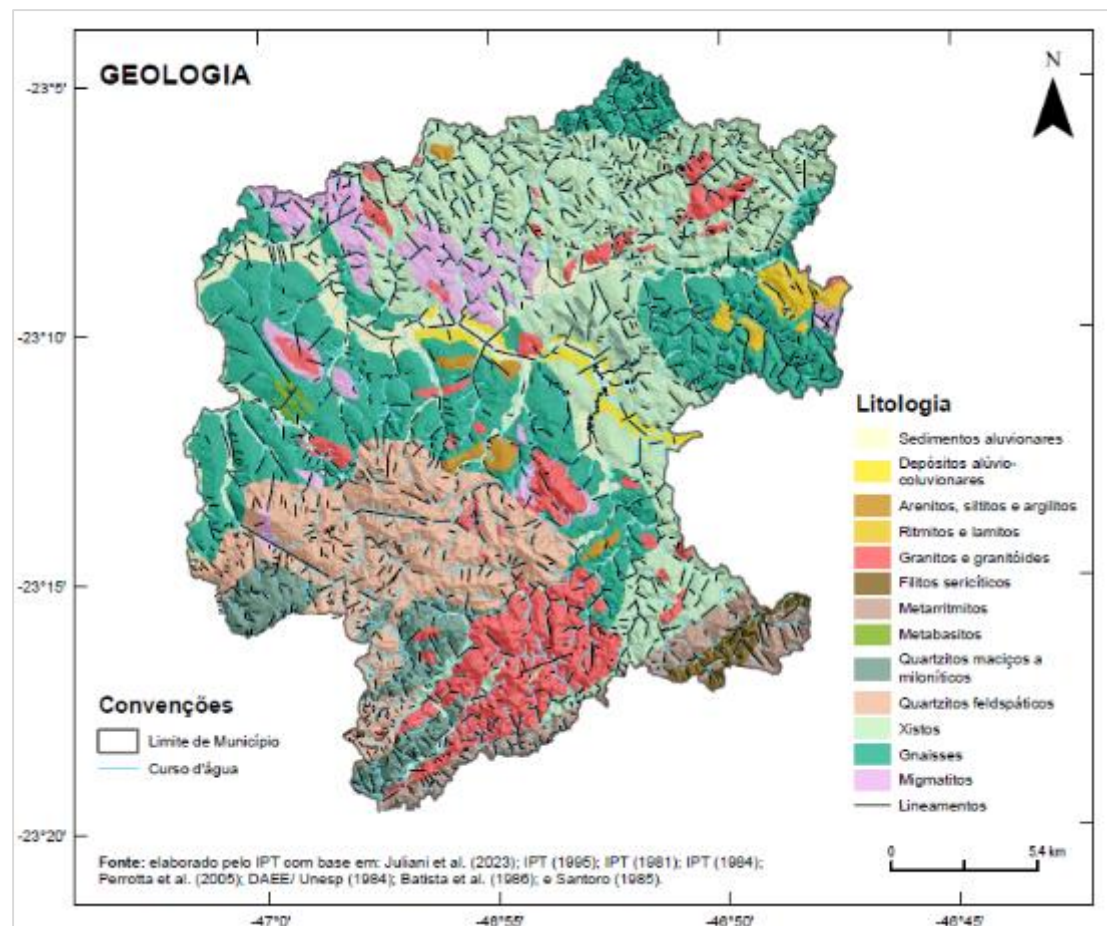
- **Matriz básica de correlação de dados p/ compartimentação geotécnica:**



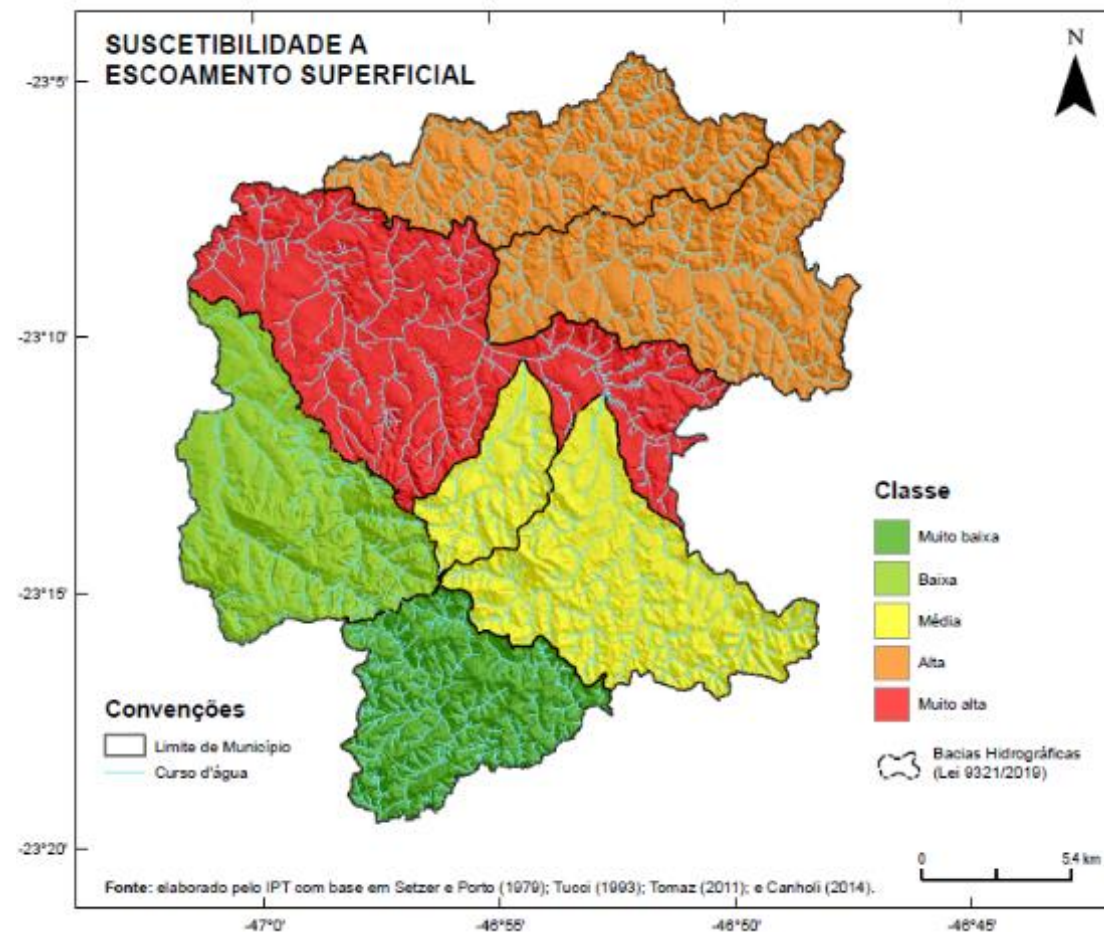
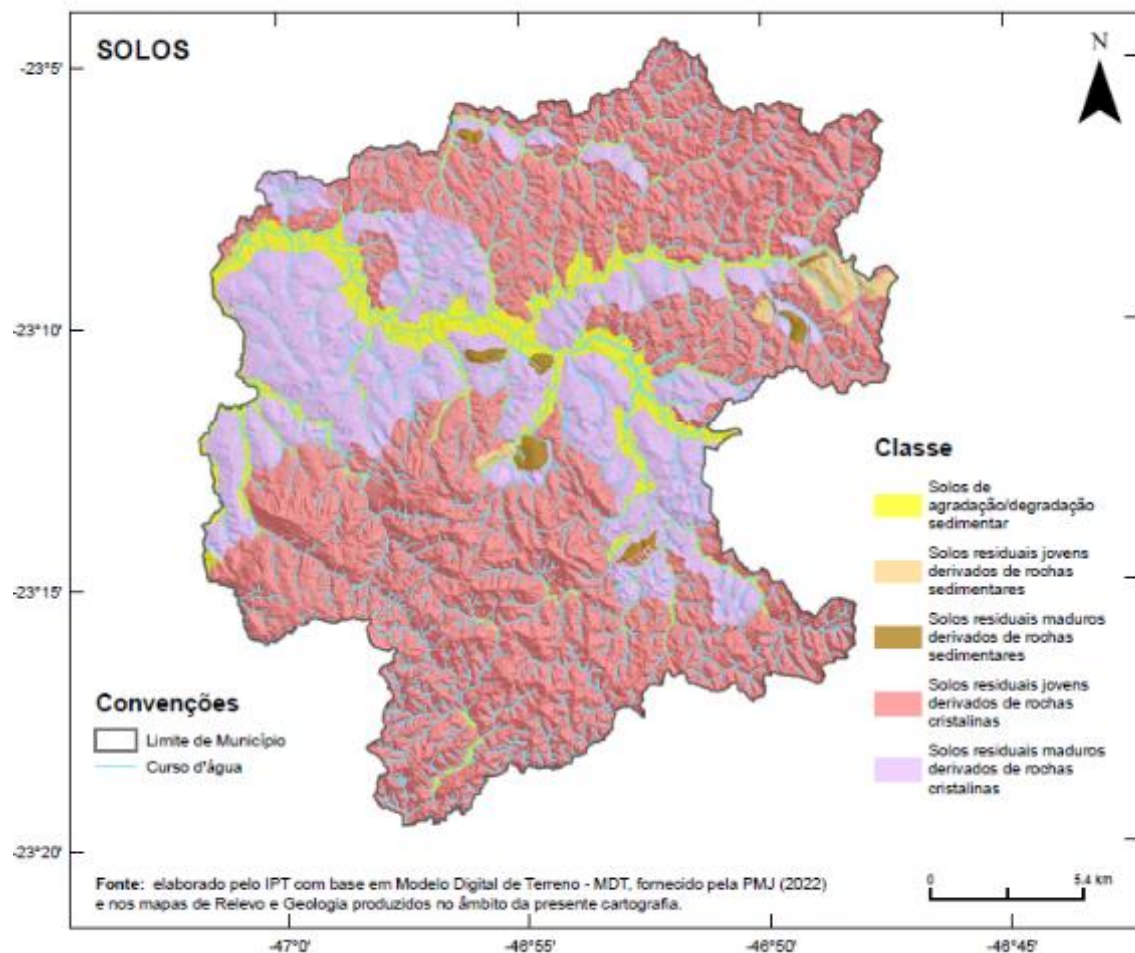
Quadro-legenda simplificado – Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de Jundiaí/SP

UG	Características do meio físico predominantes	Processos geológicos e hidrológicos atuais e/ou prováveis	Aptidão geotécnica à urbanização
----	--	---	----------------------------------

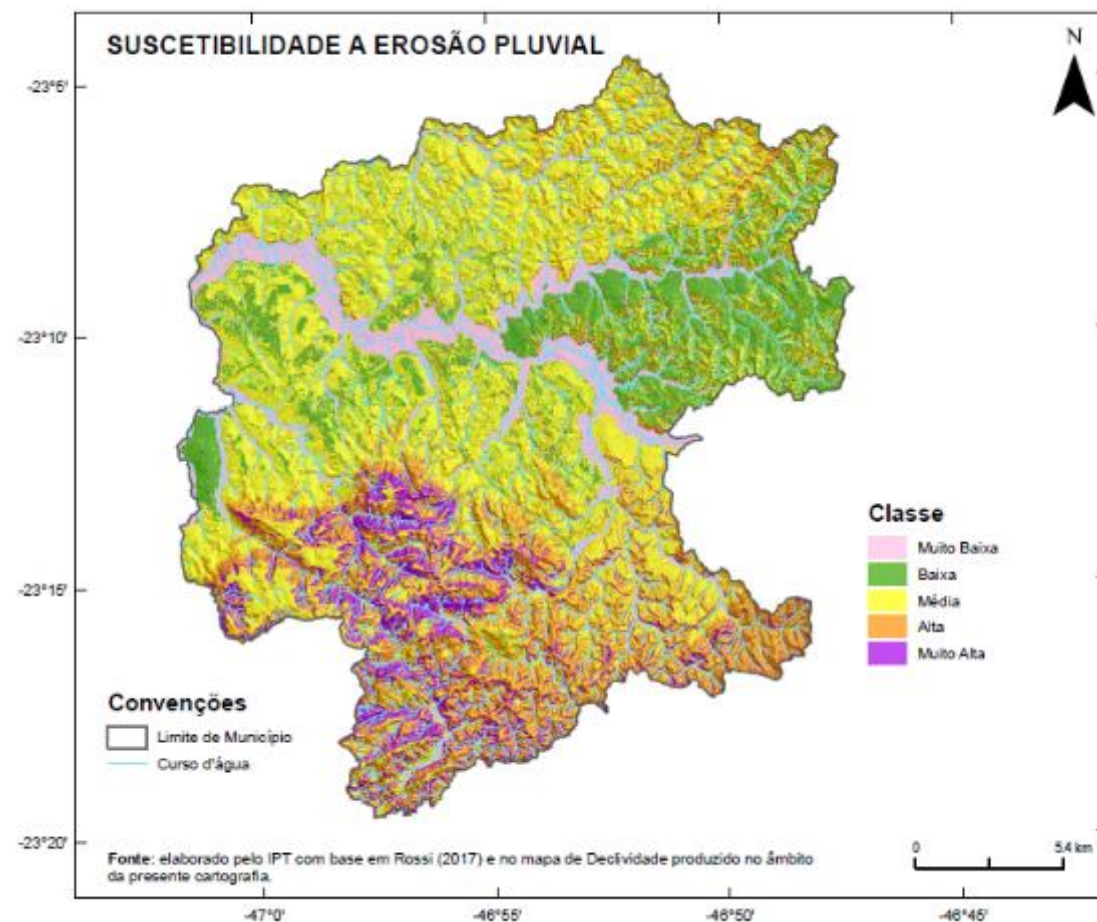
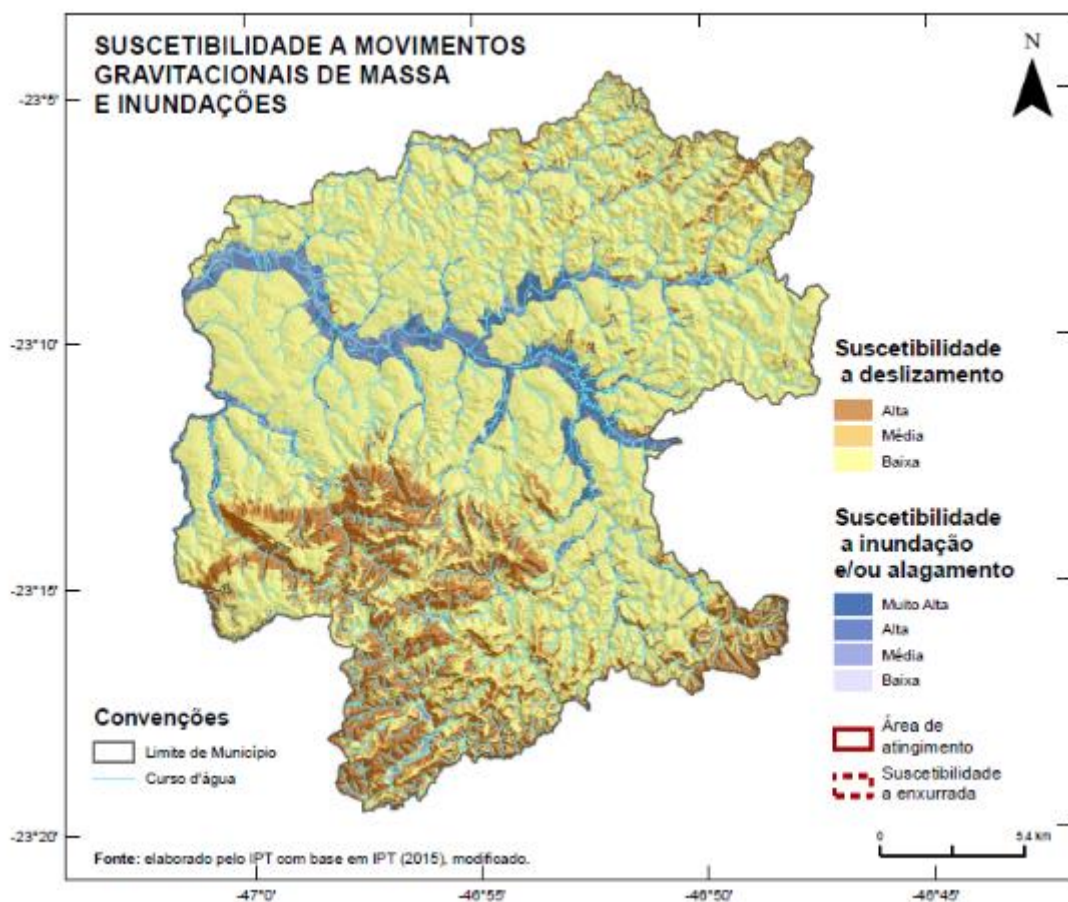
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



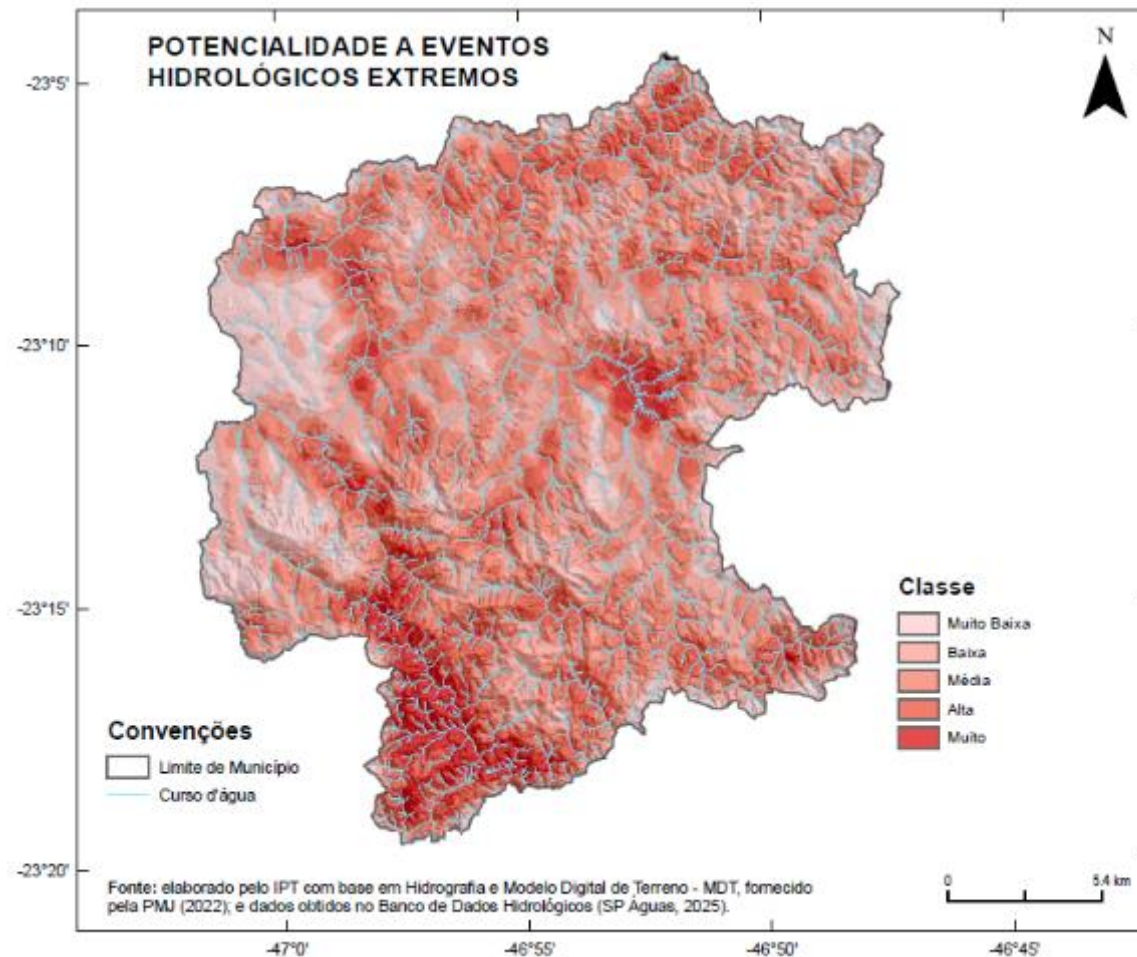
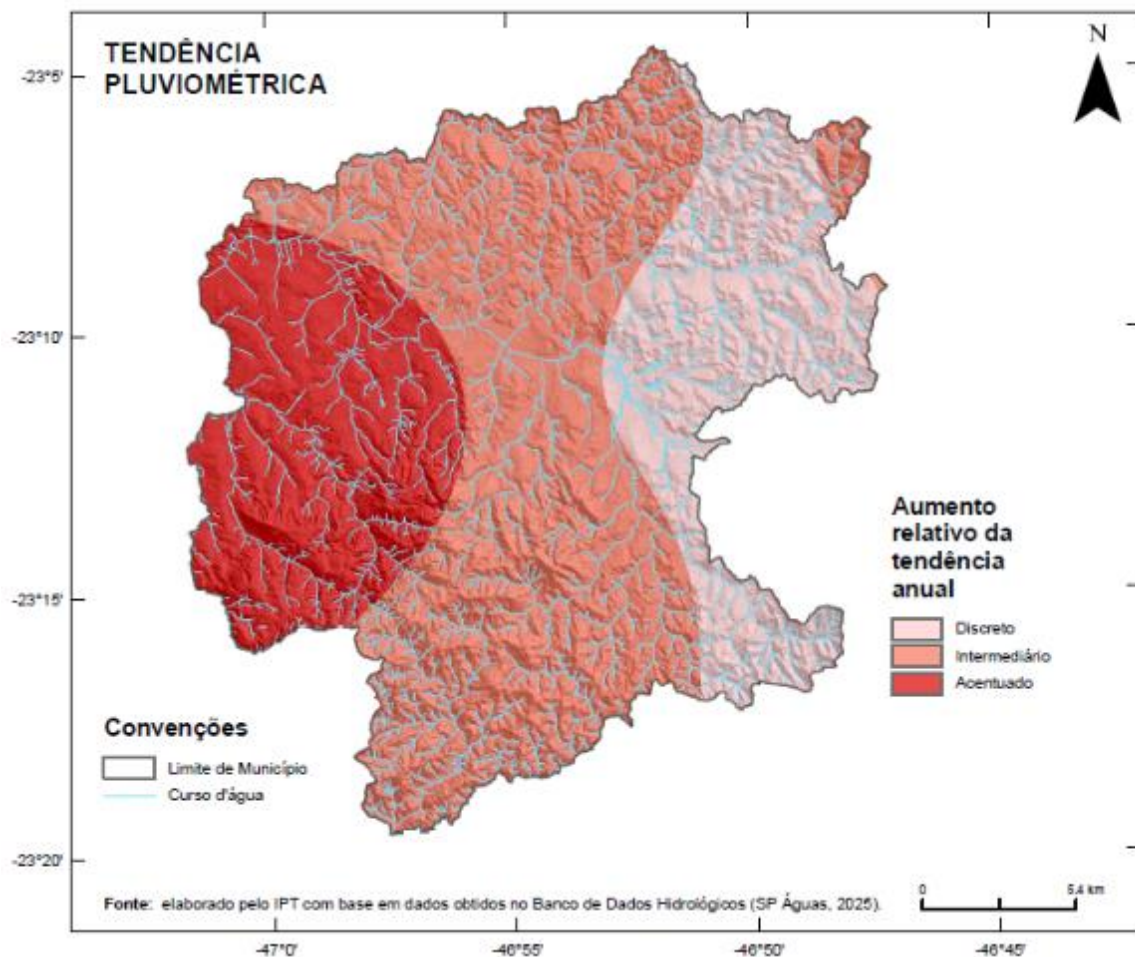
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



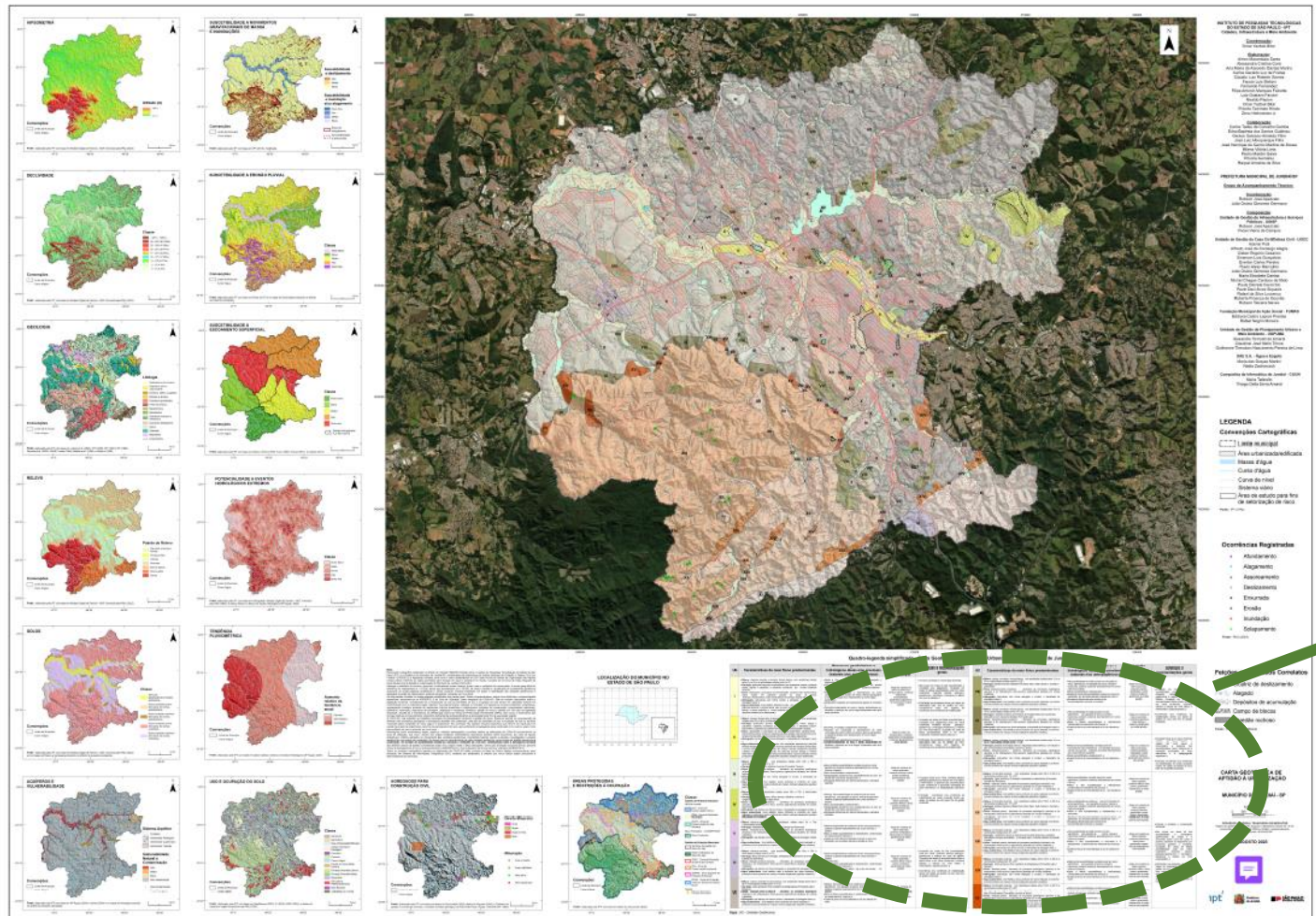
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



Quadro-legenda simplificado - Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de Jundiaí/SP

[illegible]

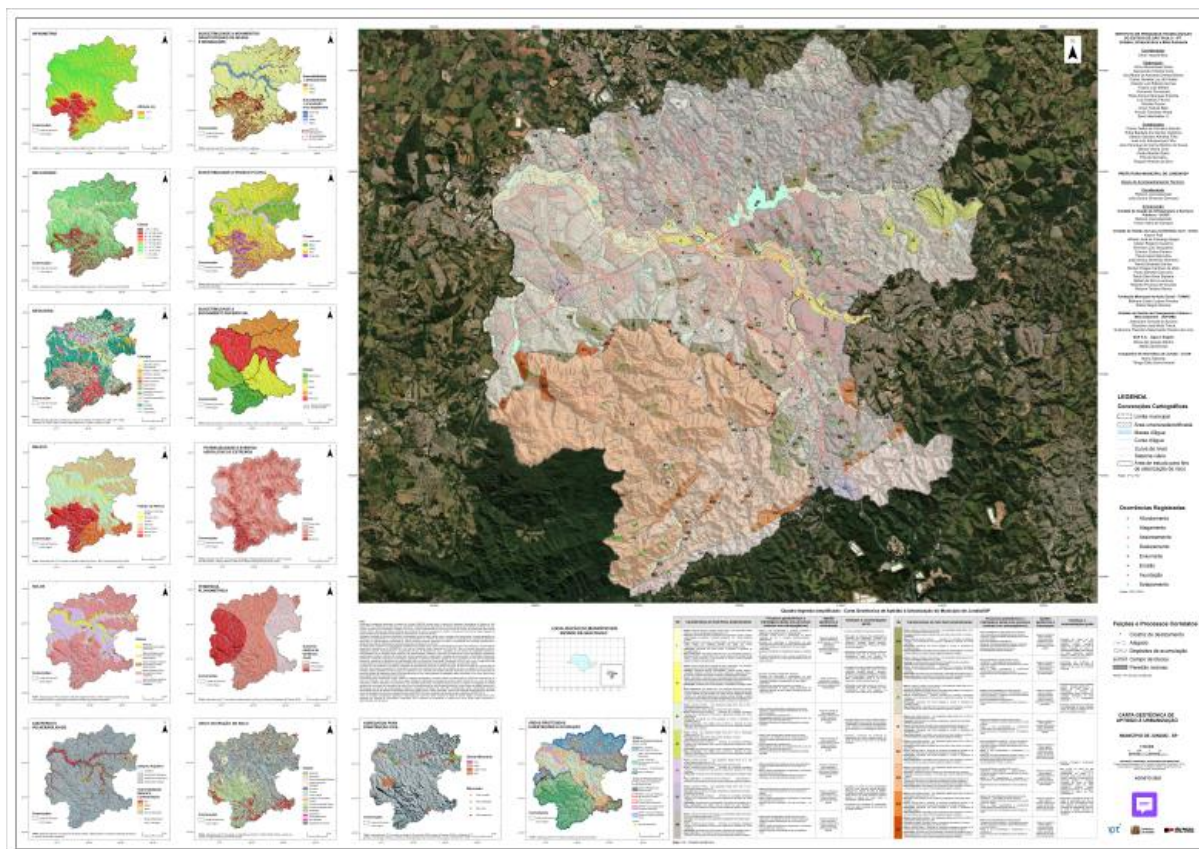
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

UG	Características do meio físico predominantes	Processos geodinâmicos e hidrológicos atuais e/ou prováveis (naturais e/ou antropogênicos)	Aptidão geotécnica à urbanização	Diretrizes e recomendações gerais
I	• Relevo: planícies aluviais e terraços fluviais baixos, com amplitudes médias entre 0 m e 20 m e declividades médias entre 0 e 5°; • Geologia: sedimentos aluviais inconsolidados com espessura variada, contendo areias, argilas e cascalhos; e substrato constituído por rochas cristalinas diversas; • Solos: associados a processos de sedimentação, variando entre hidromórficos (solos moles) em planícies aluviais ao longo de cursos hídricos e hidromórficos e não hidromórficos em terraços fluviais baixos; • Hidrografia: sub-bacias com forma circular a alongada; e densidade de drenagem baixa; e • Água subterrânea: nível estático aflorante a raso, com oscilações sazonais em planícies aluviais e variável entre raso e pouco profundo em terraços fluviais baixos; e pouco profundo a muito profundo em maciço rochoso subjacente (aquífero cristalino e/ou sedimentar).	• Média a Alta suscetibilidade a enchente, inundação e alagamento, que podem ocorrer periodicamente; • Enxurrada, erosão fluvial e solapamento de taludes marginais de rios e córregos, podendo ocasionar assoreamento; • Recalque por sobrecarga e adensamento de solos compressíveis (solos moles) em obras e aterros sobrepostos a meandros antigos e/ou rebaixamento do nível d'água subterrâneo; • Atingimento localizado por deslizamento gerado a montante; e • Poluição/contaminação de solos e águas subterrâneas por efluentes e resíduos, em nível d'água subterrâneo raso e/ou pouco profundo.	Áreas em contexto de relevo de planícies e terraços baixos, contendo sedimentos inconsolidados, geralmente inaptas e/ou de muito baixa a baixa aptidão.	• Priorizar a proteção e conservação ambiental; • Não ocupar em áreas de Alta suscetibilidade a inundação e/ou alagamento. Ocupação em áreas de Média suscetibilidade pode ser viável localmente, mediante estudos geológico-geotécnicos e hidrológico-hidráulicos a realizar em nível de detalhe; e • Edificações pré-existentes devem ser objeto de setorização para fins de gestão de risco, priorizando-se locais com registros de ocorrências e/ou evidências de instabilização

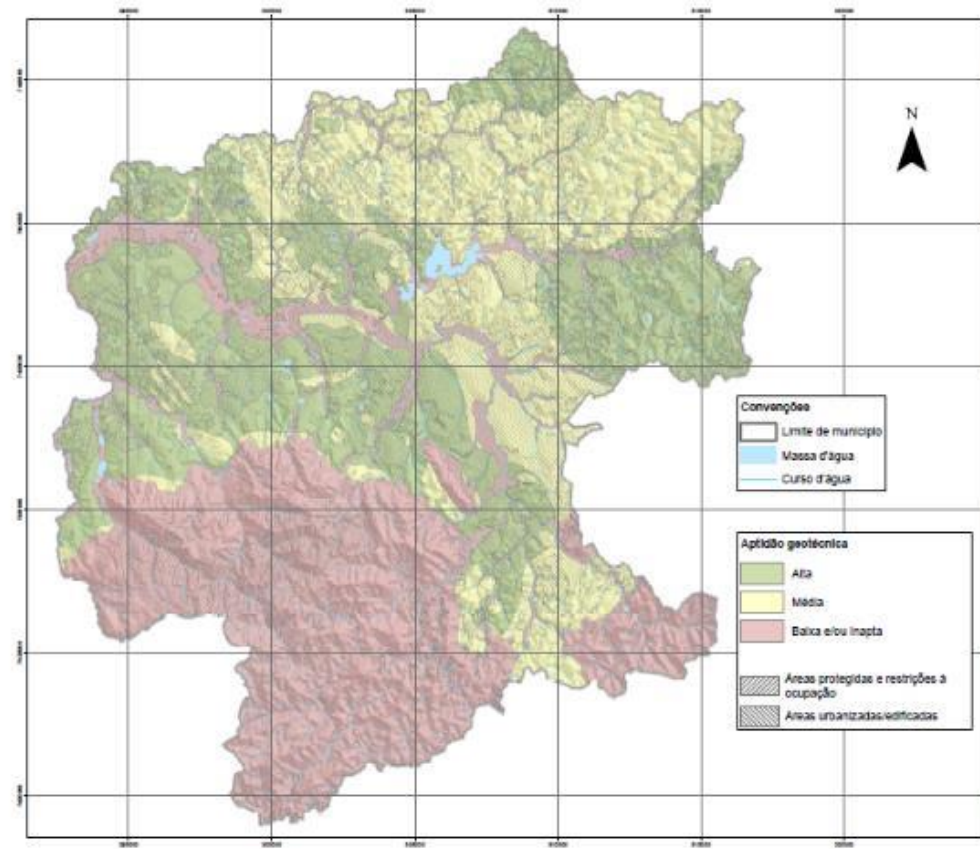


4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

CGAU de Jundiaí/SP: 15 Ugs (no prelo)



Classificação simplificada das UGs



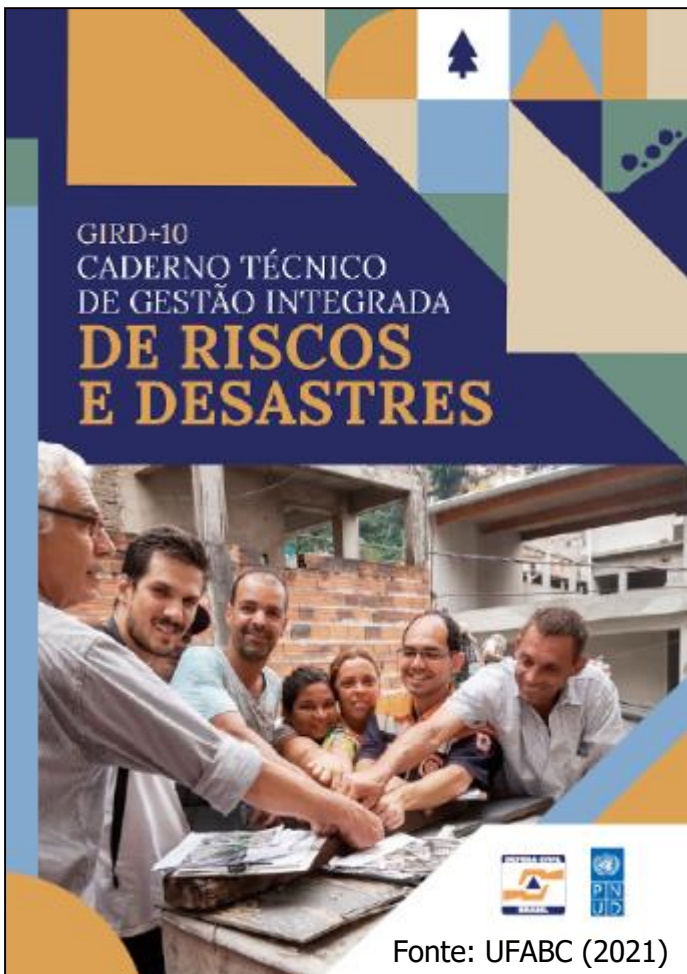
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

- Indicação de estudos, investigações e ensaios geotécnicos específicos, aplicáveis a cada UG

Estudos, investigações e ensaios geotécnicos aplicáveis:

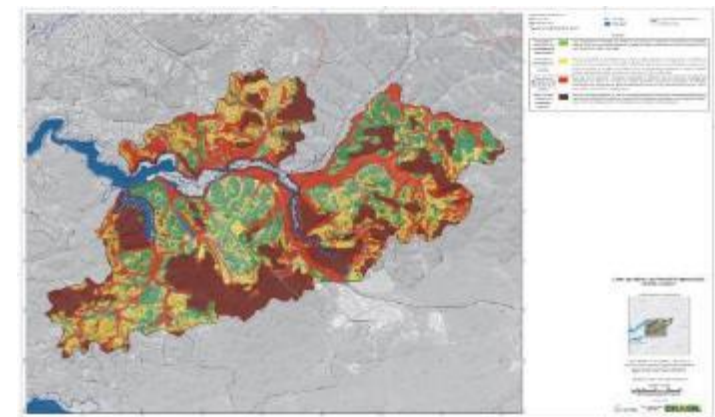
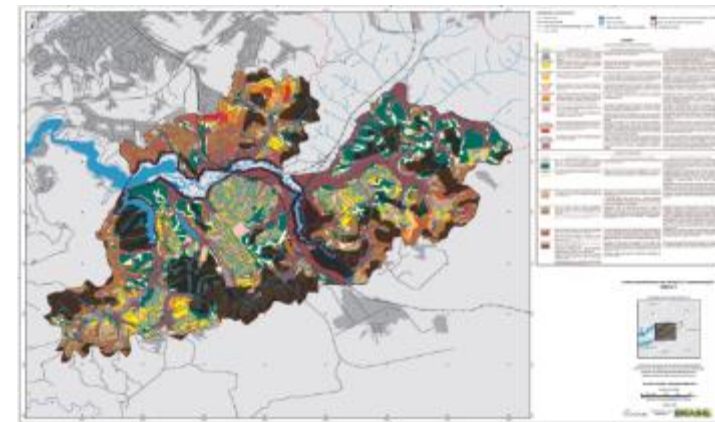
- Estudos e investigações de superfície e de subsuperfície, incluindo sondagens e geofísica;
- Ensaios de campo *in situ*: Sondagem a percussão com medida de SPT a cada metro; Ensaio Vane Test ou Palheta para a determinação da resistência não drenada nos solos moles; Ensaio de Piezocone com medida de poropressão (CPTu); e
- Ensaios de laboratório: Granulometria por peneiramento/sedimentação, Limites de consistência (LL e LP) ou Limites de Atterberg, Massa específica dos grãos, Teor de umidade, Massa específica, Ensaios de adensamento e Resistência ao cisalhamento (cisalhamento direto e triaxiais).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

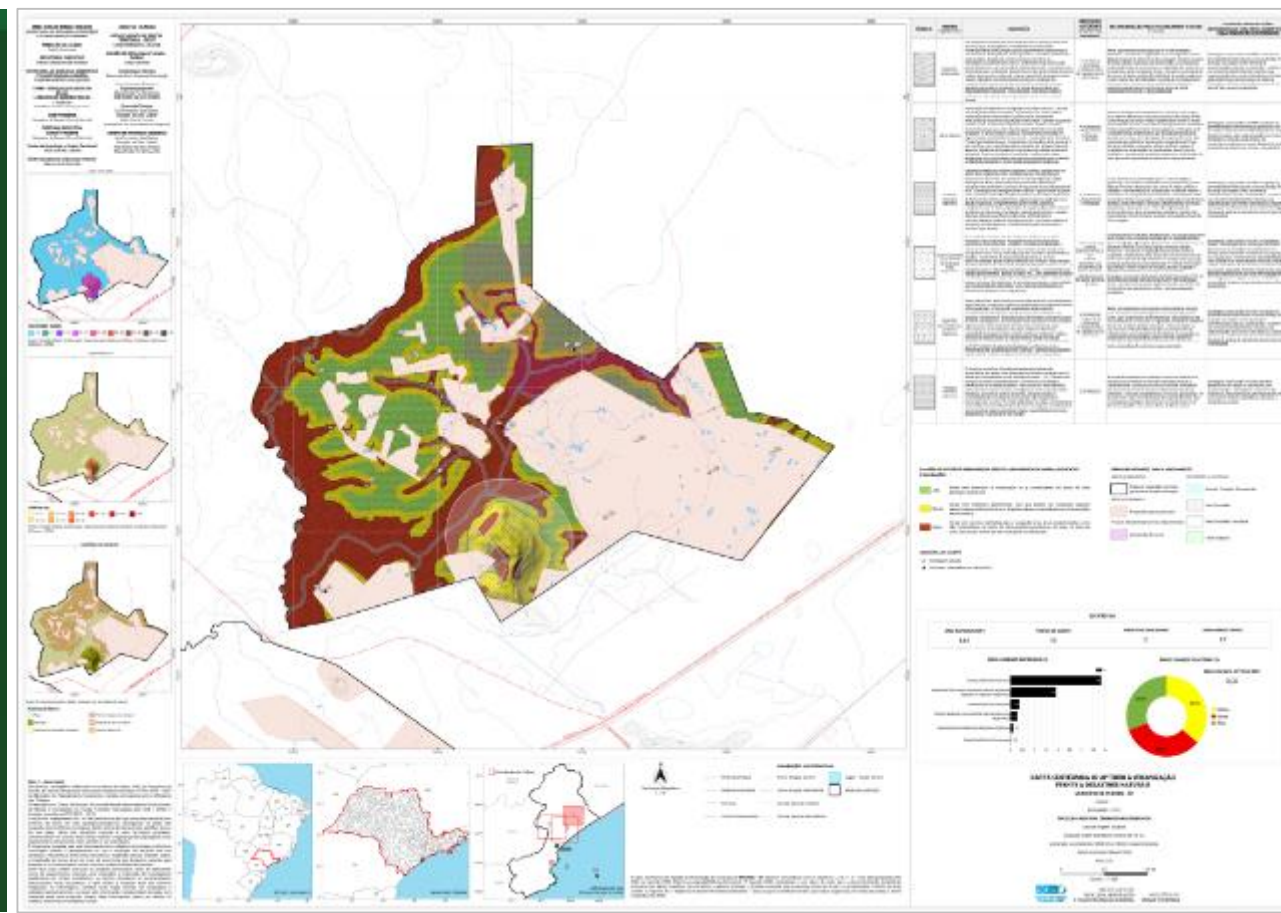
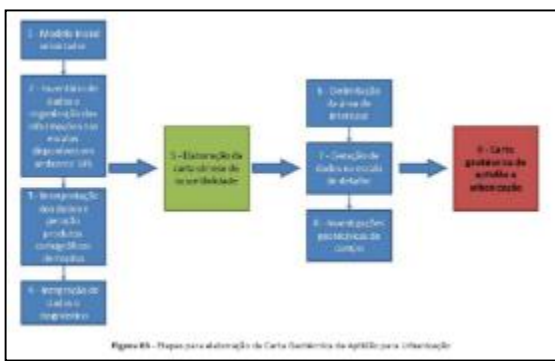
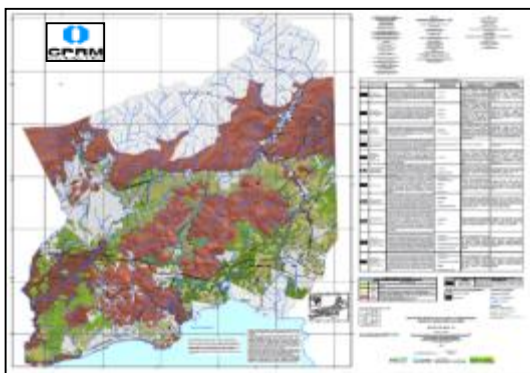


A CGAU é elaborada na Escala 1:10.000 e tem como foco o Planejamento Urbano e o Plano Diretor, pois:

- fornece diretrizes e indicação de áreas adequadas ao uso urbano, preferencialmente não ocupadas ou em processo de expansão, de acordo com a área de interesse definida pelo município (CANIL et al. 2018);
- apresenta classes de aptidão alta, média e baixa;
- classifica os terrenos em unidades geotécnicas ou unidades de aptidão (caracterização; potencialidades e limitações; e diretrizes para ocupação);
- avalia potencialidades e limitações dos terrenos para a ocupação em relação às situações de riscos e desastres;
- indica diretrizes para a ocupação de acordo com as normas e respeitando os níveis de restrição (grau de aptidão). Considera desde as recomendações mais simples até a exigência de estudos geotécnicos específicos;
- faz as recomendações gerais para subsidiar o Plano Diretor Municipal, projetos de regularização fundiária, estudos de impacto ambiental, pagamento por serviços ambientais; definição de macrozoneamentos; entre outros.



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

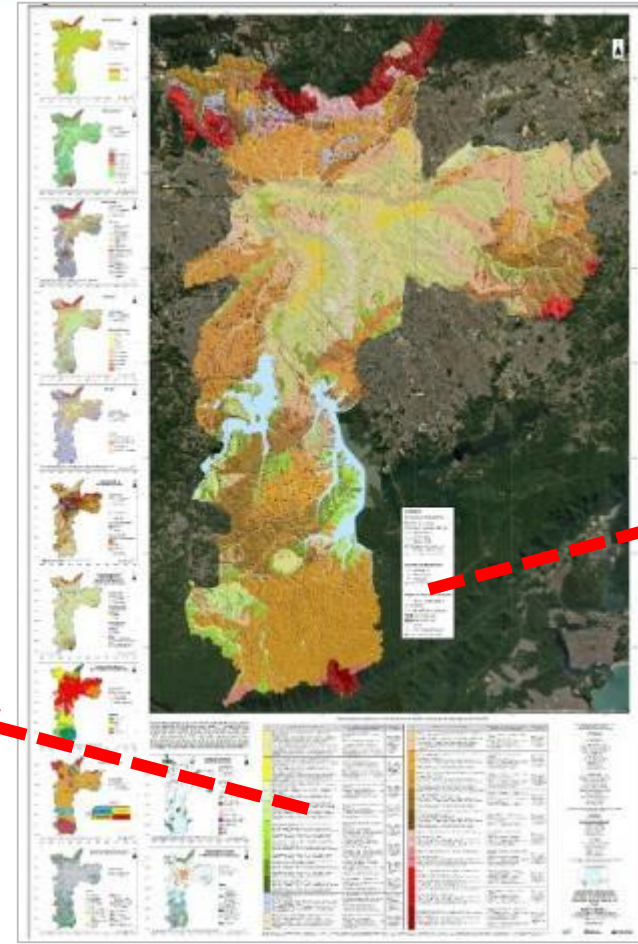


4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

Quadro-Legenda simplificado - Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo/SP

Classe	Características do solo (base geotécnica)	Processos geotécnicos e fenômenos de risco associados (potenciais)	Aptidão geotécnica e uso sugerido	Classe	Características do solo (base geotécnica)	Processos geotécnicos e fenômenos de risco associados (potenciais)	Aptidão geotécnica e uso sugerido
I	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	II	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.
III	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	IV	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.
V	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	VI	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.
VI	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	VII	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.
VIII	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	IX	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.
X	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.	XI	• Solos: argilosos, médios e argilosos, médios, com argila média a alta e argila média a alta. • Estrutura: estrutura média a alta, com argila média a alta. • Estado: estado médio a alto, com argila média a alta. • Tipo: tipo médio a alto, com argila média a alta.	• Erosão e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento. • Deslizamento e deslizamento.	• Área em estado de risco médio a alto, com argila média a alta.

Obs.: as informações apresentadas neste Quadro-Legenda simplificado referem-se às características de solos e fenômenos geotécnicos e de risco associados. Devem ser utilizadas apenas para fins de orientação e não devem ser utilizadas para fins de projeto de obras de engenharia.



LEGENDA

Convenções Cartográficas

- Limite municipal
- Área urbanizada/edificada
- Massa d'água
- Curso d'água
- Sistema viário
- Área de estudo para fins de setorização de risco

Ocorrências Registradas

- Alagamento
- Deslizamento
- Inundação

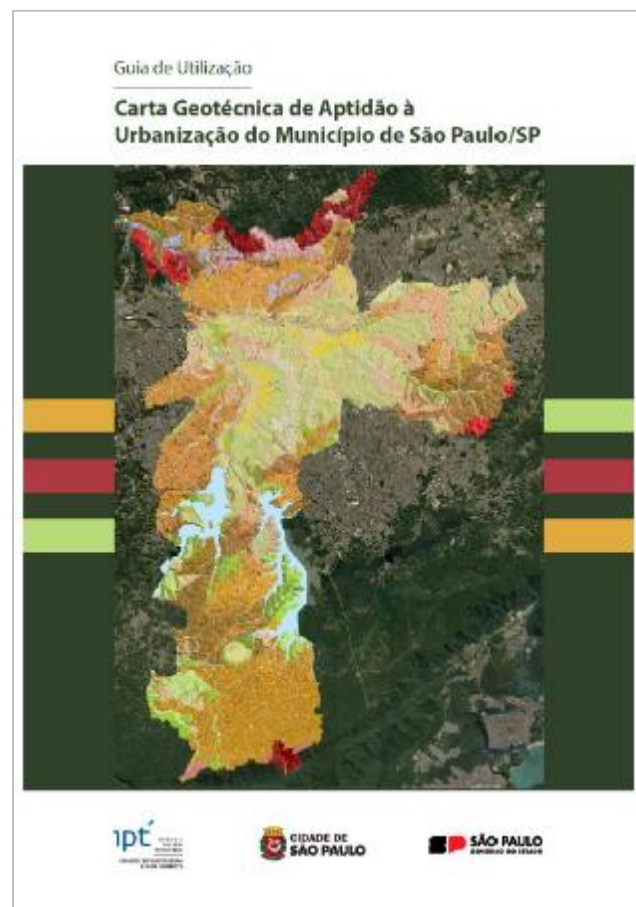
Felções e Processos Correlatos

- Cicatriz de deslizamento
- Alagado
- Depósitos de acumulação
- Paredão rochoso
- Carste
- Solo mole/compressível

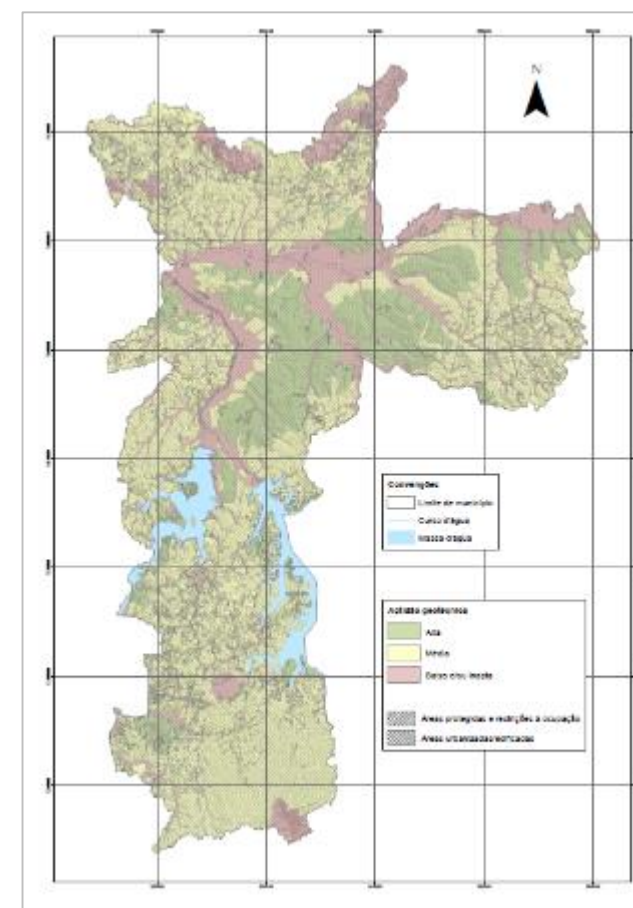
Fonte: IPT (2015a), (São Paulo (Cidade), 1994, 2020b)

Fonte: IPT/PMSP (2024)

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU

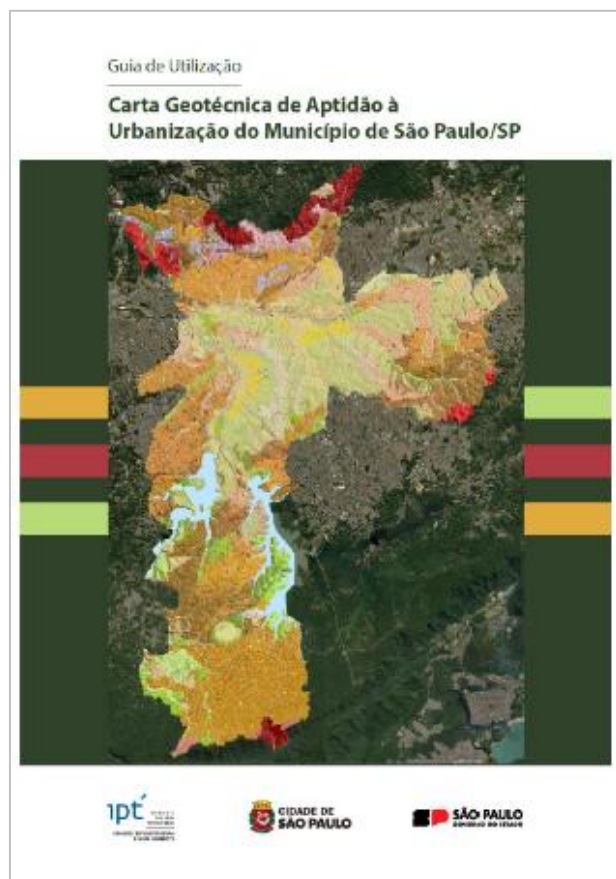


SUMÁRIO	
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. ÁREA CARTOGRAFADA E ESCALA	2
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	3
5. PRODUTOS GERADOS	6
6. MAPAS TEMÁTICOS INTERMEDIÁRIOS	8
6.1 Hipsometria	9
6.2 Declividade	10
6.3 Geologia	11
6.4 Relevô	12
6.5 Solos	13
6.6 Aquíferos e vulnerabilidade a poluição/contaminação	14
6.7 Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações	15
6.8 Suscetibilidade a escoamento superficial	16
6.9 Tendência pluviométrica	17
6.10 Uso e ocupação do solo	18
6.11 Agregados para construção civil	19
6.12 Áreas protegidas e restrições à ocupação	20
7. ZONEAMENTO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	21
8. ENSAIOS GEOTÉCNICOS APLICÁVEIS	24
9. CARTA SÍNTESE DE APTIDÃO GEOTÉCNICA	25
10. UTILIZAÇÃO DA CGAU-MSP NO PLANEJAMENTO	28
11. LIMITAÇÕES AO USO DA CGAU-MSP	31
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	35
APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	37
APÊNDICE B – ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO LOCACIONAL PRÉVIA	78
APÊNDICE C – GLOSSÁRIO	83
APÊNDICE D – ILUSTRAÇÕES DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	89



Fonte: IPT/PMSP (2024)

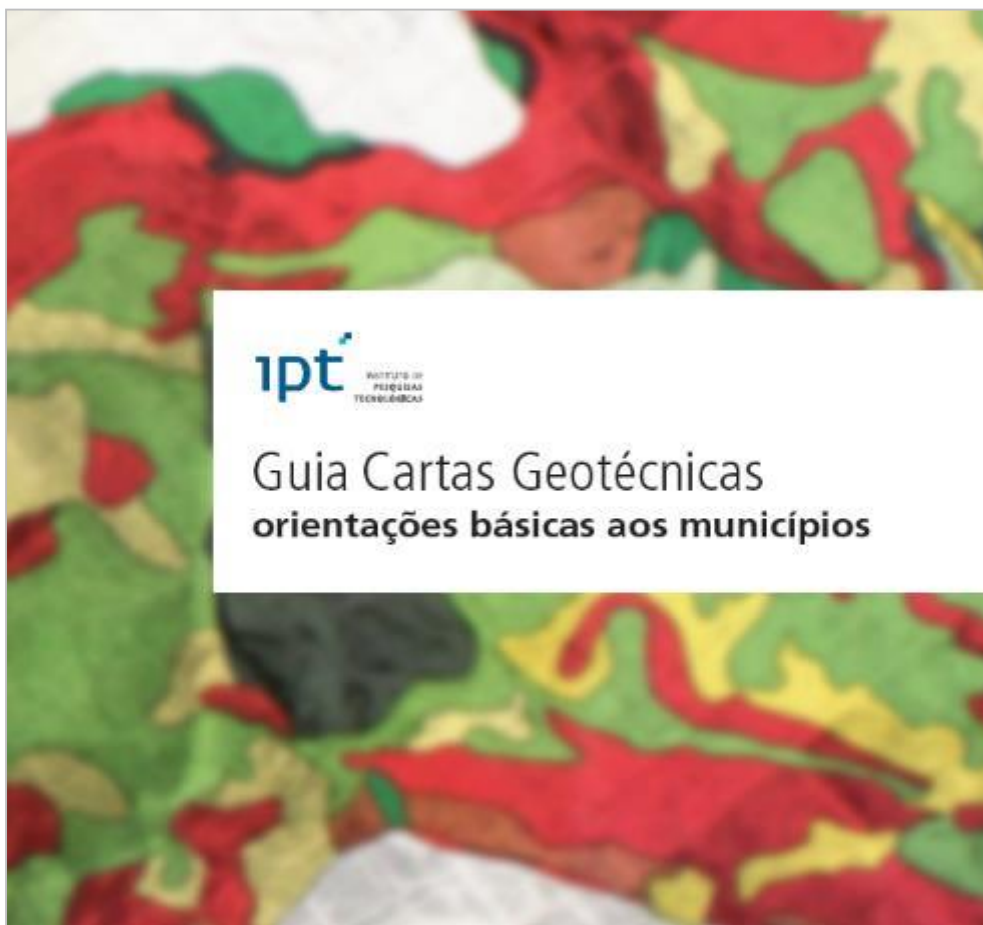
4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CGAU



Aplicações:

- No macrozoneamento do território municipal
- No zoneamento do uso e ocupação do solo
- Na gestão de riscos geológicos e/ou hidrológicos
- Nas obras, intervenções e empreendimentos
- No aproveitamento de agregados para construção civil
- Outras ...

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CR



Fonte: http://www.ipt.br/publicacoes/tecnicas/livros_e_capitulos/62-guia_cartas_geotecnicas:_orientacoes_basicas_aos_municipios.htm

Tipos de CGs requeridas pela PNPDEC:

Área do município
(urbana + rural)



Carta de suscetibilidade
escala 1:25.000

Zona urbana e de
expansão urbana



Carta de aptidão
à urbanização
escala 1:10.000 ou maior

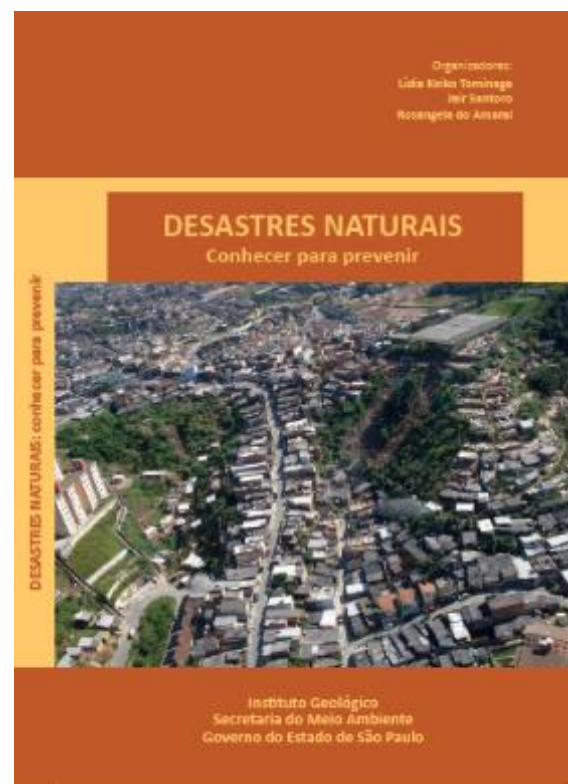
Núcleos/setores
urbanos



Carta de risco
escala 1:2.000 ou maior

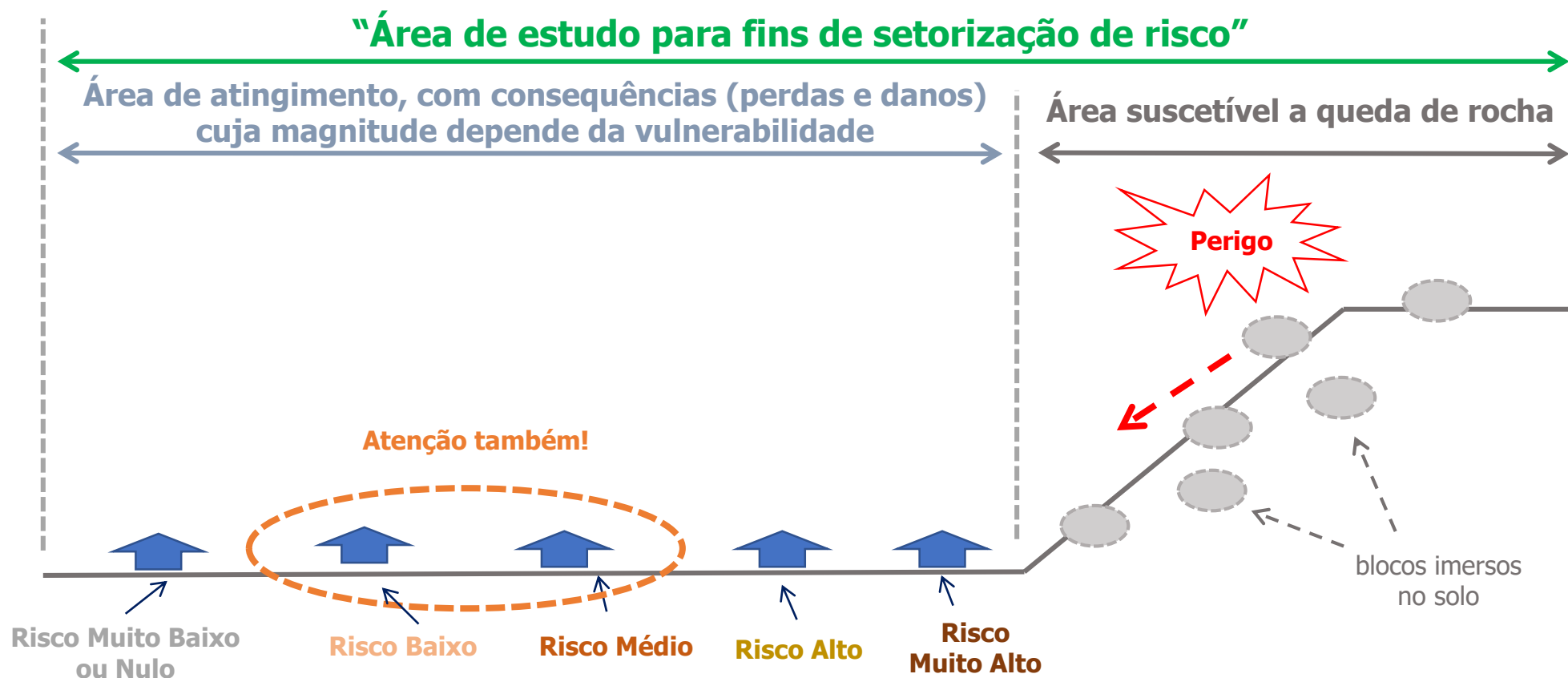
Fonte: IPT (2015), baseado em Fell et al. (2008), Diniz (2012), Sobreira e Souza (2012) e outros, bem como em discussões de vários encontros técnicos deflagrados no âmbito do **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais** – PNGRRDN (2012).

4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CR

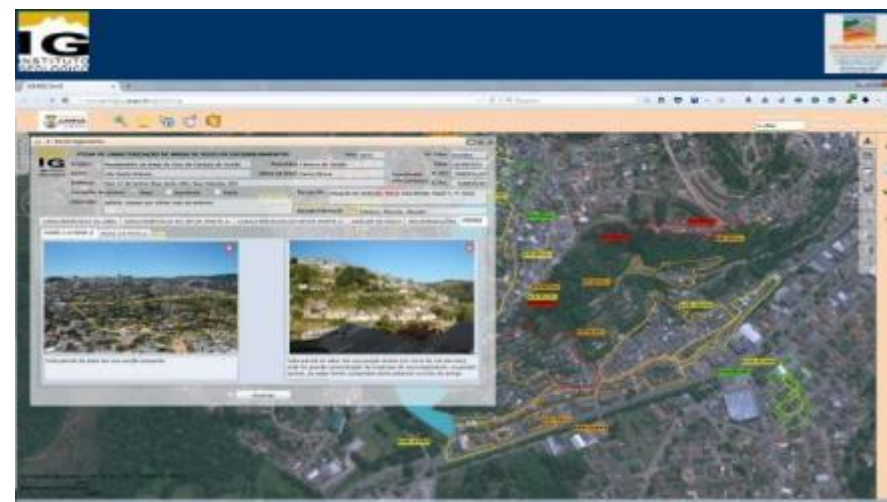
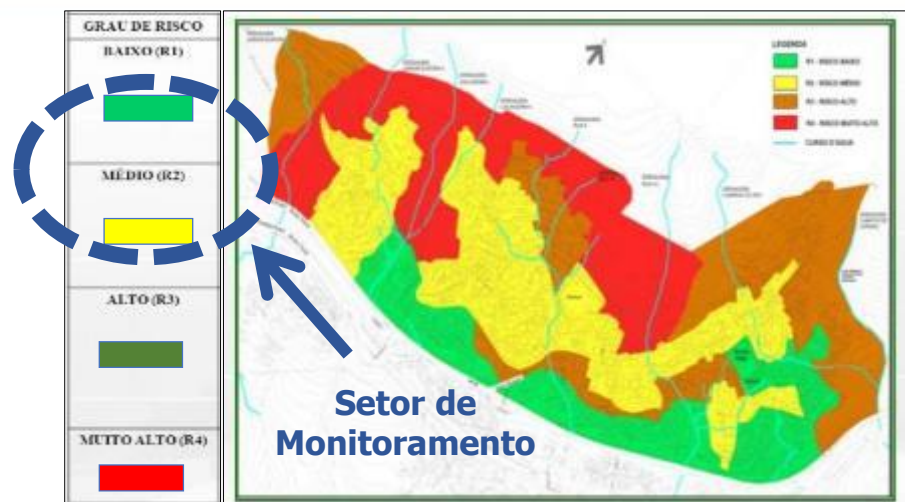


4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CR

Análise de risco = perigo vs. consequências vs. vulnerabilidade

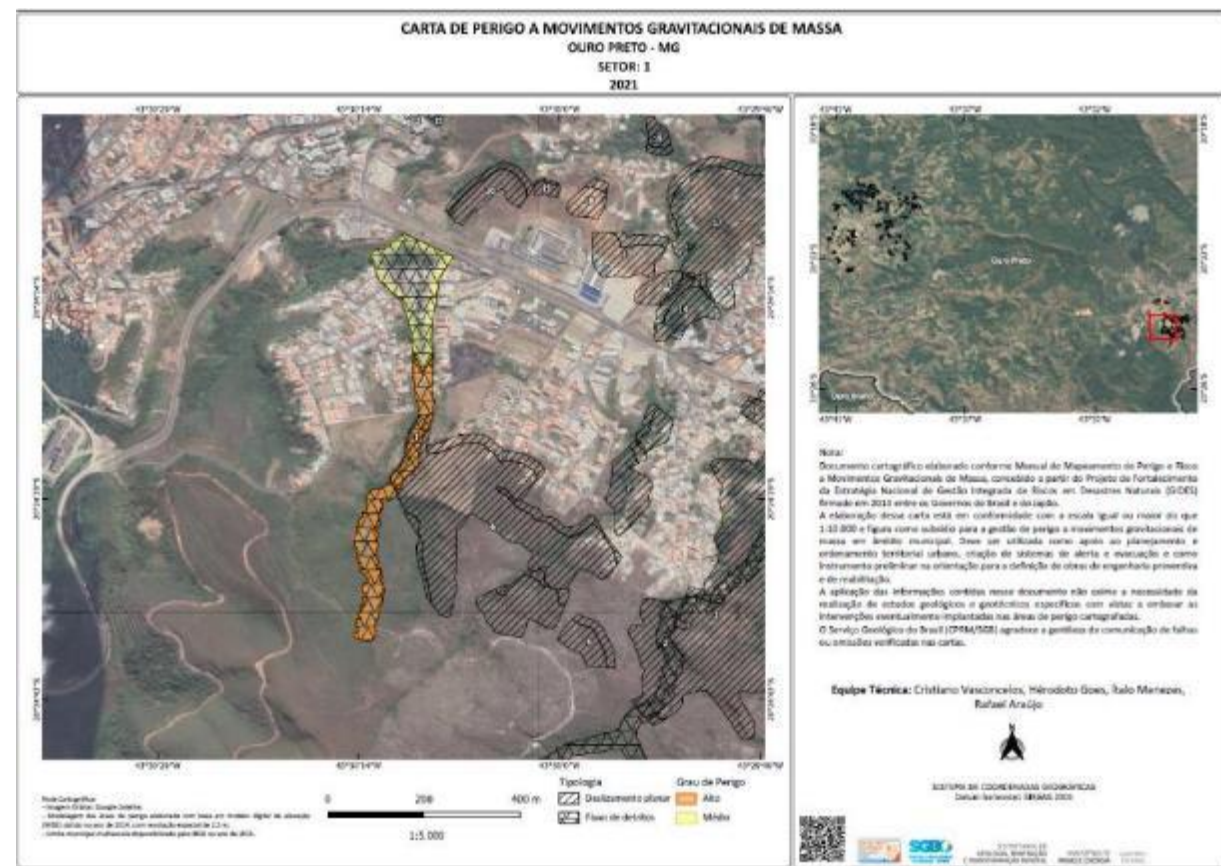
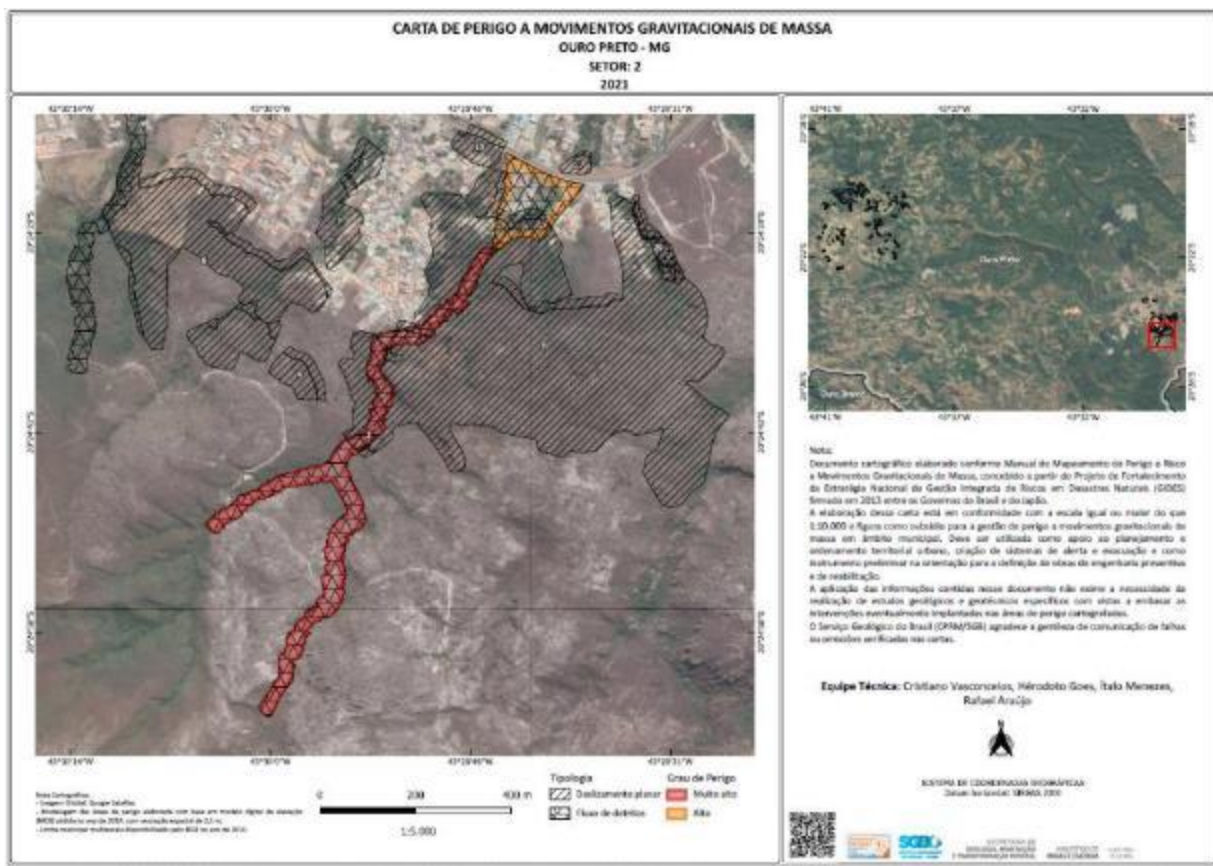


4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - CR



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - OUTROS

Cartas de Perigo - Setores em Ouro Preto/MG - 1:5.000 - SGB (2021)



4. TIPOS DE CARTAS REQUERIDAS - ACESSO

Disponibilização em plataformas e *sites* na internet

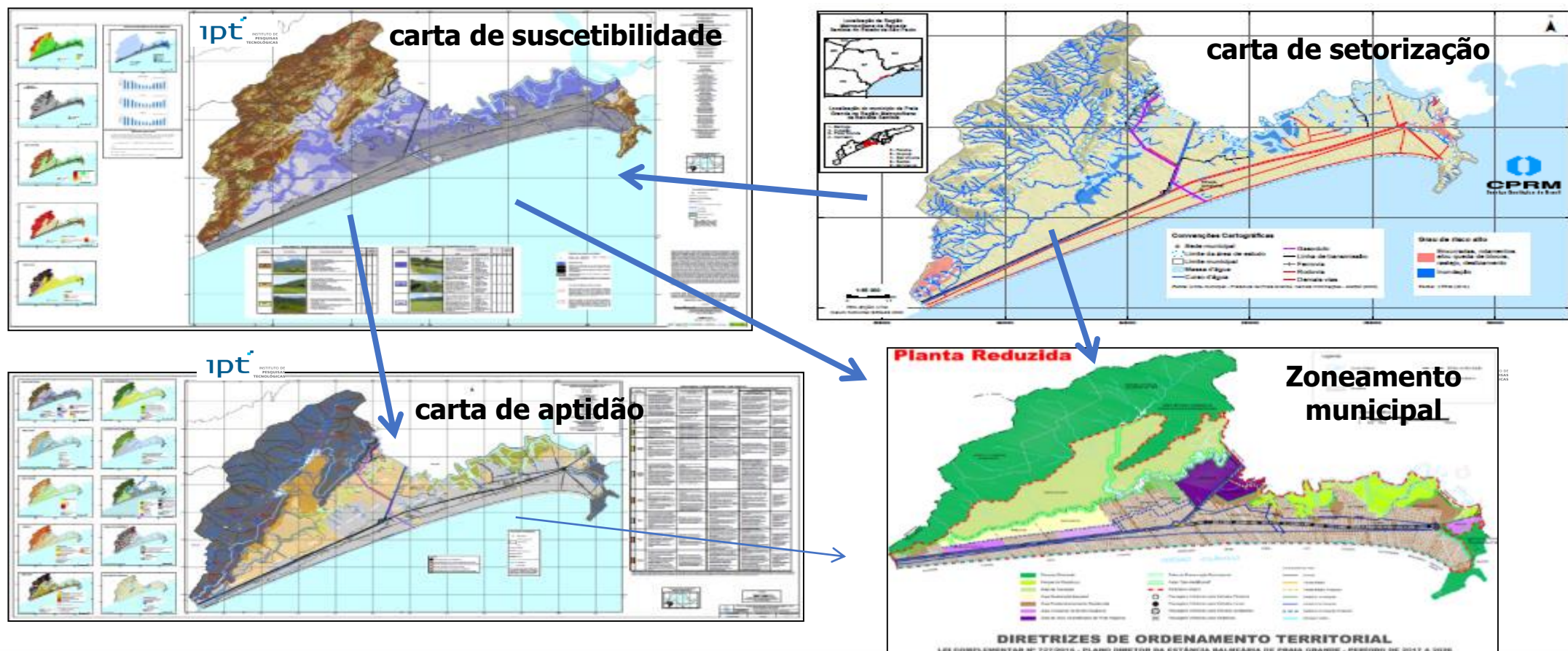
- **Datageo-SEMIL/SP:** <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>
- **Defesa Civil Estadual/SP – CEPDEC/SP:** <https://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>
- **Idesp/Emplasa (hoje c/ IGC/SP):** <http://www.idesp.sp.gov.br/>
- **Plataforma IPT Municípios/SCTI:** <https://municipios.ipt.br/>
- **Plataforma de Gestão de Riscos (IG, atual IPA/SEMIL):** <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/>
- **Serviço Geológico do Brasil (SGB):** <https://www.sgb.gov.br/nossos-produtos?aba=#collapse-gestaoterritorialeprevencaodedesastres>

SUMÁRIO

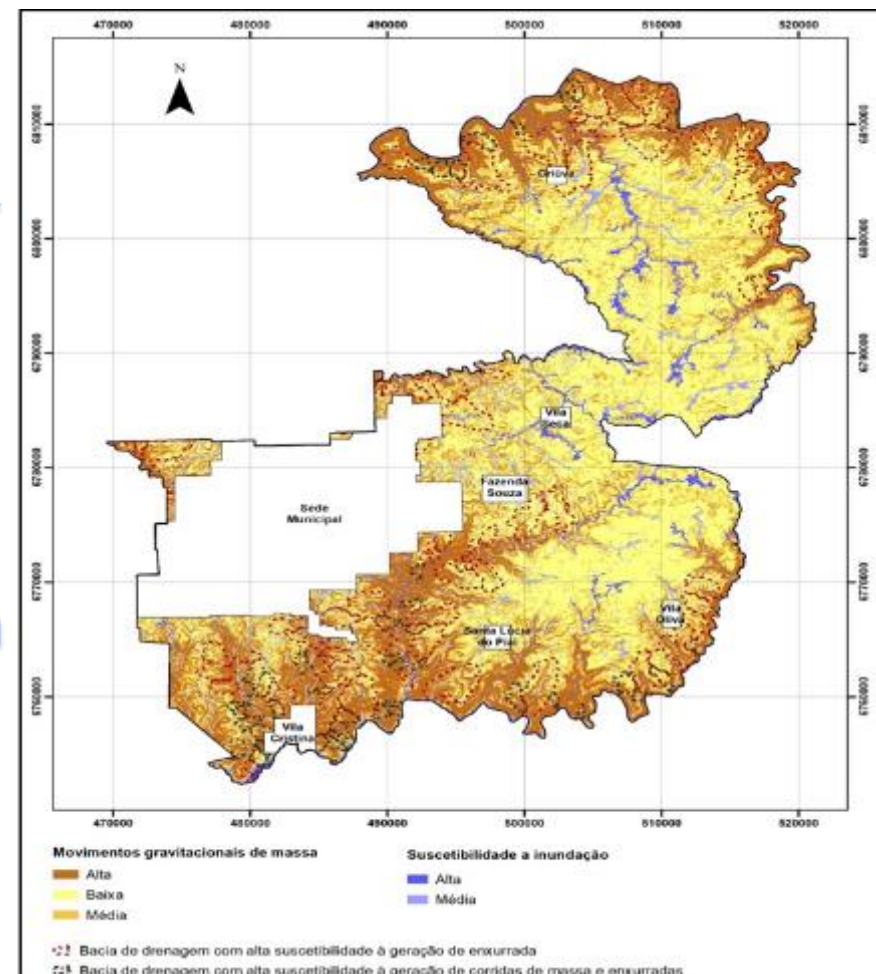
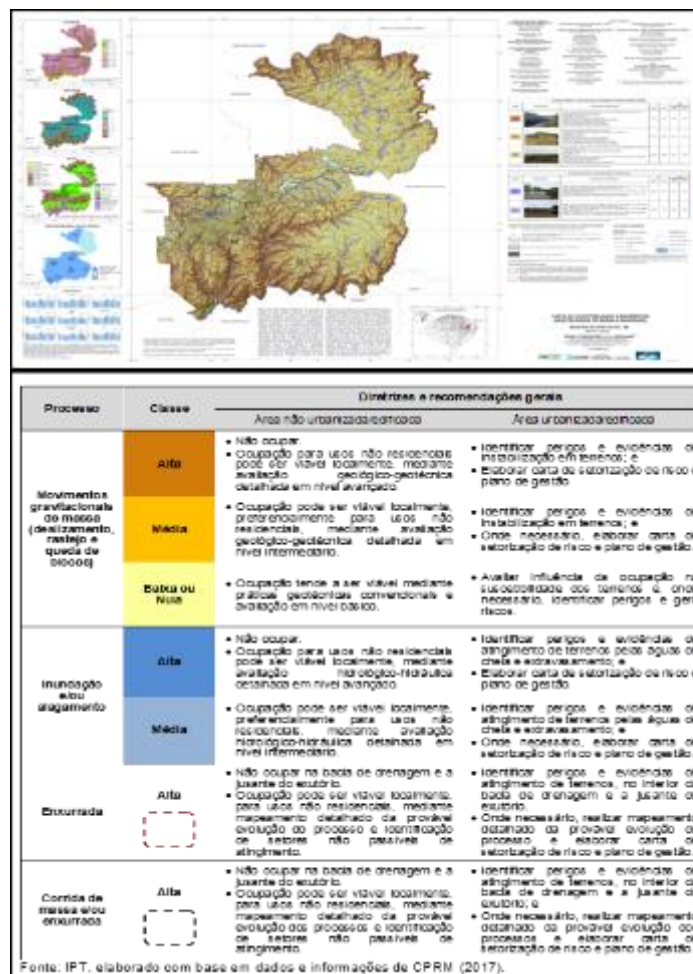
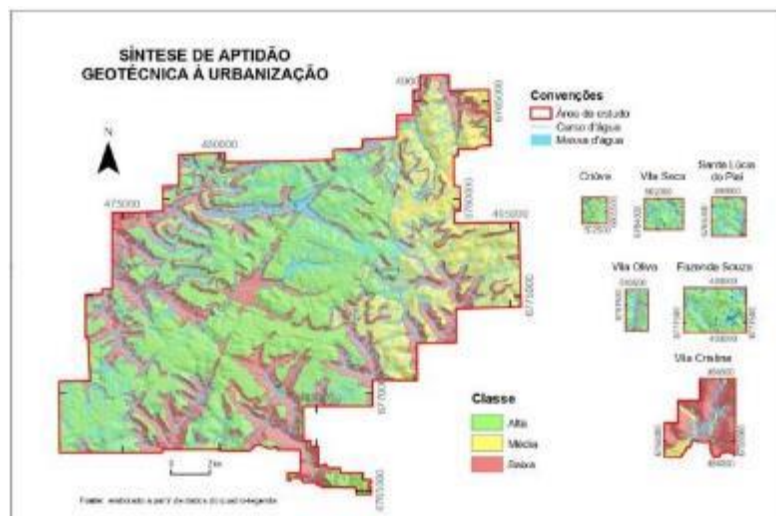
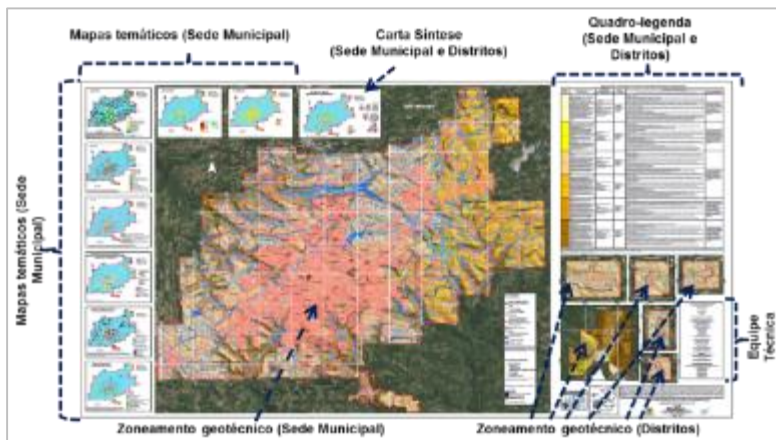
1. Introdução
2. Marcos legais
3. Bases conceituais
4. Tipos de cartas requeridas
- 5. Uso integrado das cartas**
6. Síntese

5. USO INTEGRADO DAS CARTAS

Integração dos três tipos de CGs na revisão do PDM de Praia Grande/SP - 2016



5. USO INTEGRADO DAS CARTAS



5. USO INTEGRADO DAS CARTAS

CGs



MEDIDAS	EXECUÇÃO/ ELABORAÇÃO	ANO DE EXECUÇÃO/ ELABORAÇÃO	RECURSO
NÃO ESTRUTURAIS*			
Carta de Suscetibilidade	CPRM – Serviço Geológico Federal	2014	Federal
Carta de Aptidão Urbana	DRM – Serviço Geológico Estadual	2015	Estadual
Carta de Risco	Município	2014	Municipal
Plano Diretor/Lei de Zoneamento	Município	2009**	Municipal
Plano de Contingência	Município	Atualização anual	Municipal
Plano de Ações	Município	2014	Municipal
ESTRUTURAIS***			
Obras de Contenção	Contratadas	Início 2010/2011	Federal e Municipal

Quadro 1: Medidas pós-desastre 2009/2010 em Angra dos Reis

Fonte: Moura (2018)



SUMÁRIO

1. Introdução
2. Marcos legais
3. Bases conceituais
4. Tipos de cartas requeridas
5. Uso integrado das cartas
- 6. Síntese**

6. SÍNTESE

Gestão Integrada de Riscos e Desastres (GIRD) e a potencial contribuição da **Cartografia Geotécnica**

Art. 4º da Lei 12.608/2012: "São diretrizes da PNPDEC: ... II - abordagem sistêmica das ações de *prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação* ..."

Antes  Depois	Ação estratégica	Objetivo primordial (ante a PNPDEC e o Acordo de Sendai)
	1. Prevenção	Evitar a criação de novos riscos
	2. Mitigação	Reduzir riscos existentes
	3. Preparação	Implantar sistemas de alerta, mobilização e contingência, organizando a estrutura e o funcionamento da <i>Resposta</i> a executar em operações de emergência
	4. Resposta	Proteger vidas/bens e restabelecer serviços essenciais ante a ocorrência de eventos que resultam em perdas e danos relevantes e em desastres
	5. Recuperação	Reconstruir a infraestrutura e reabilitar as dinâmicas socioambiental e econômica afetadas

- **Carta de suscetibilidade**, base ao planejamento territorial/urbano e à **Prevenção** de riscos/desastres. Pode auxiliar na **Mitigação**, indicando áreas ocupadas para fins de análise de perigo e risco;
- **Carta de aptidão à urbanização**, contendo diretrizes e recomendações de **Prevenção**, para segurança do uso e ocupação do solo;
- Ambas podem contribuir na **Recuperação** (alternativas locais para realocação); e
- **Carta de setorização de risco**, base para **Mitigação** local. Tende a auxiliar também na **Prevenção** (controle), **Preparação** (alerta), **Resposta** (risco pós-evento) e **Recuperação** (reconstrução no local).

6. SÍNTESE

Gestão Integrada de Riscos e Desastres (GIRD) e a potencial contribuição da **Cartografia Geotécnica**

- Em **áreas não urbanizadas**, para evitar as zonas mais suscetíveis e protegê-las, de modo a não gerar novas áreas de risco no futuro, bem como assegurar uma ocupação segura e sustentável; e
- Em **áreas urbanizadas**, para orientar análises de perigo e risco a realizar em escala de detalhe, avaliando-se as vulnerabilidades socioambientais existentes e o emprego de medidas de mitigação adequadas.

Obrigado!

omar@ipt.br