

Cartas geotécnicas municipais

Carlos Geraldo Luz de Freitas

Omar Yazbek Bitar

Priscila Ikematsu

Priscilla Moreira Argentin

*Palestra promovida pela Plataforma PróMunicípios , Webinar,
05/08/2020*

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.

Cartas geotécnicas municipais

Programação:

Palestra 1 - Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil. Finalidades da carta geotécnica. Obrigatoriedade de elaboração. Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação. Exemplos - Carlos Geraldo Luz de Freitas - 9h-9h45'

Palestra 2 - Carta de suscetibilidade. Carta geotécnica de aptidão à urbanização. Mecanismos de acesso e viabilização. Exemplos. – Omar Yazbek Bitar - 9h45'-10h30'

Palestra 3 - Cartografia digital e geoprocessamento na elaboração de cartas geotécnicas. Exemplos. – Priscilla Moreira Argentin -10h30'-11h15'

Palestra 4- Uso das cartas geotécnicas no planejamento municipal. Instrumentos e requisitos legais correlatos. Aplicações potenciais. Exemplos. Priscila Ikematsu 11h15' -12h

Programação:

Palestra 1 - Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil. Finalidades da carta geotécnica. Obrigatoriedade de elaboração. Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação. Exemplos - Carlos Geraldo Luz de Freitas - 9h-9h45'

Palestra 2 - Carta de suscetibilidade. Carta geotécnica de aptidão à urbanização. Mecanismos de acesso e viabilização. Exemplos. – Omar Yazbek Bitar - 9h45'-10h30'

Palestra 3 - Cartografia digital e geoprocessamento na elaboração de cartas geotécnicas. Exemplos. – Priscilla Moreira Argentin -10h30'-11h15'

Palestra 4- Uso das cartas geotécnicas no planejamento municipal. Instrumentos e requisitos legais correlatos. Aplicações potenciais. Exemplos. Priscila Ikematsu 11h15' -12h

Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil

- Os mapas eram, inicialmente, indicativos de lugares, contendo distâncias e feições da paisagem, como instrumento estratégico em diferentes atividades: os primeiros mapas dos navegantes e as cartas militares



Mapa representando o Império Romano no séc. IV mostrando atributos do meio físico, como recortes da costa litorânea, áreas de relevo montanhoso, algumas drenagens, e clima

Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil

- Os mecanismos e as causas dos **processos** do meio físico eram ainda pouco conhecidos; por consequência, as medidas preventivas e corretivas também eram, frequentemente, calcadas em crendices



- Após um terremoto em Lisboa, a Universidade de Coimbra decide que o espetáculo de algumas pessoas queimadas em uma fogueira, em grande cerimônia, seria um segredo infalível para impedir que a Terra tremesse

Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil

- Desenvolvimento da organização social do homem induziu a necessidade de instrumentos cartográficos adequados que auxiliassem suas ações:
CARTA GEOTÉCNICA
- **Inicialmente**, atendeu solicitações tecnológicas de engenheiros aos geólogos para investigações *in situ* de **parâmetros geotécnicos**: mapeamento de resistência mecânica e estabilidade de rochas e dos solos proporcionando melhores condições na resolução de problemas em prospecções relacionadas a obras civis (sistema viário e construções)



- **Posteriormente**, cartografias para resolução de problemas em planejamento territorial e situações de risco vários tipos de Carta

Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil

- Carta Geotécnica ganhou projeção em ocorrências imprevistas de desastres: milhares de mortos

Ruínas da Barragem de Malpasset, que rompeu em 1959 e matou dezenas de pessoas com a enchente resultante (Wikipedia)



- Consequência: **criação da IAEG**, com o objetivo de incentivar a pesquisa, desenvolvimento e a disseminação mundial do conhecimento da Carta Geotécnica, alcançando posição de **maior destaque e importância mundial**
- No Brasil, destacam-se as Universidades, Institutos de Pesquisas e respaldo da **ABGE**

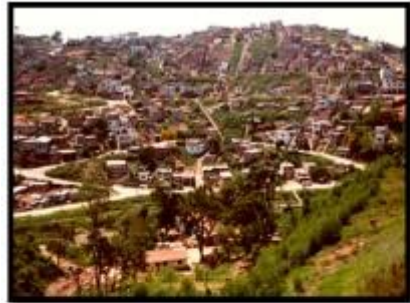
Finalidades da Carta Geotécnica

- Carta Geotécnica sintetiza o conhecimento sobre o meio físico e seus **processos** atuantes (**geo**) em uma determinada área, de modo a subsidiar medidas para a adequada ocupação do solo (**técnica**)
- **Aspectos importantes:**
 - Suas finalidades estão vinculadas ao **planejamento do uso e ocupação do solo e ações preventivas de defesa civil**, conforme consta do Estatuto da Cidade (Art. 2º) que estabelece que *a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante **diretrizes gerais***



Finalidades da Carta Geotécnica

- Produto resultante da necessidade de caracterização dos terrenos, **comprometido com uma intervenção ou solução** para uso e ocupação do solo.



- Apesar de expressar fundamentalmente dados do meio físico (rocha, solo, ar e água), sua abordagem **envolve também aspectos de interesse do meio biótico, econômico e social**, relativos à ocupação, na medida em que são, da mesma forma, componentes essenciais nos processos interativos das solicitações do homem no meio.

Finalidades da Carta Geotécnica

- Maior aplicação como instrumento de planejamento de PDM
 - **diretrizes gerais**, deixando detalhamentos em matérias específicas para a legislação urbanística conforme os aspectos determinados no PDM
- São diferenciadas em seus objetivos e tipos do terreno estabelecendo **resultados distintos**:
 - **unidades do terreno** – definidas espacialmente conforme comportamento homogêneo ou semelhante quanto aos problemas manifestos ou potenciais decorrentes da ocupação
 - **diretrizes** – apropriadas ao uso do solo de cada local

Obrigatoriedade de elaboração

- **Referência atual** na Lei Federal nº 12.608/12 (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC)
- Uso da Carta Geotécnica com **exigências em legislação** federal/ estadual/ municipal de perspectivas básicas na defesa civil, planejamento e meio ambiente **incorporadas por diversas legislações**, destacando-se o seu **vínculo ao PDM**, evidenciando-se as Leis federais:
 - Lei Federal nº 10.257 (**Estatuto da Cidade**) – municípios que pretendam *ampliar o seu perímetro urbano com identificação e o mapeamento de áreas de risco* contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos
 - Lei Federal nº 6.766 (**Lei Lehmann**) – dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano mediante loteamento ou desmembramento e infraestrutura básica: *equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação*
 - Lei Federal nº 12.651 (**Código Florestal**) – dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, cujos aspectos bioambientais devem *considerar as condições geotécnicas* para o devido cumprimento de seu objetivo

Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação

- **CG estabelecidas após imposição jurídica atual** para o uso das cartas geotécnicas decorrente da PNPDEC (Art. 5º), com objetivo de:
 - *buscar inovações visando incorporar a **redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais (caráter preventivo)***
 - *estimular o ordenamento da ocupação tendo em vista a conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana; somando-se aos objetivos de integrar informações em sistema capaz de subsidiar a previsão e o controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o **meio ambiente***

Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação

- O texto da PNPDEC tem seu ponto de vista relacionado à obrigatoriedade em **três solicitações de mapeamento**, cuja interpretação estabelece:

Mapeamentos solicitados	Denominação cartográfica
- Áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (em vários Artigos dessa Lei)	Cartas Geotécnicas de Suscetibilidade (CGS)
- Estudos promovendo a Identificação e avaliação de riscos de desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência, incorporando as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais (Art. 5º). A incerteza quanto a sua ocorrência não constituirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco (Art. 2º)	Cartas Geotécnicas de Risco (CGR)
- Elaborar carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil (Art. 22/ 3ºA)	Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização (CGAU)

Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação

➤ Algumas referências importantes para elaboração dessas Cartas Geotécnicas:

1. BITAR, O. Y. (coord.) et al. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações – 1:25.000**: Nota Técnica Explicativa. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. (Publicação IPT, 3.016).
2. BITAR, O. Y., FREITAS, C. G. L., MACEDO, E. S. Guia Cartas geotécnicas orientações básicas aos municípios. São Paulo: IPT, 2015 p.28. *On line*
http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTGeo/laboratorios_e_sesoes/43-laboratorio_de_recursos_hidricos_e_avaliacao_geoambiental_labgeo.htm
3. DINIZ, N.C; FREITAS, C.G.L. (coords.) Cartografia geotécnica. *In*: COUTINHO, R.Q. (coord. geral e org.) **Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais**. Brasília: Ministério das Cidades, GEGEP/UFPE, 2013. Cap.7, 39p.
4. MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS– IPT. Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios. Org.: Celso S. Carvalho, Eduardo S. de Macedo, Agostinho T. Ogura. Brasília: Min. das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
<http://www.cidades.gov.br/acessibilidade-e-programas-urbanos/acoes-e-programas-snapu/prevencao-de-riscos/136-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/prevencao-e-erradicacao-de-riscos/2863-biblioteca>
5. SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. de. Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão urbanização frente aos desastres naturais. Ouro Preto: UFOP; Brasília, DF: MCidades, 2013. 39p. (Relatório 4).

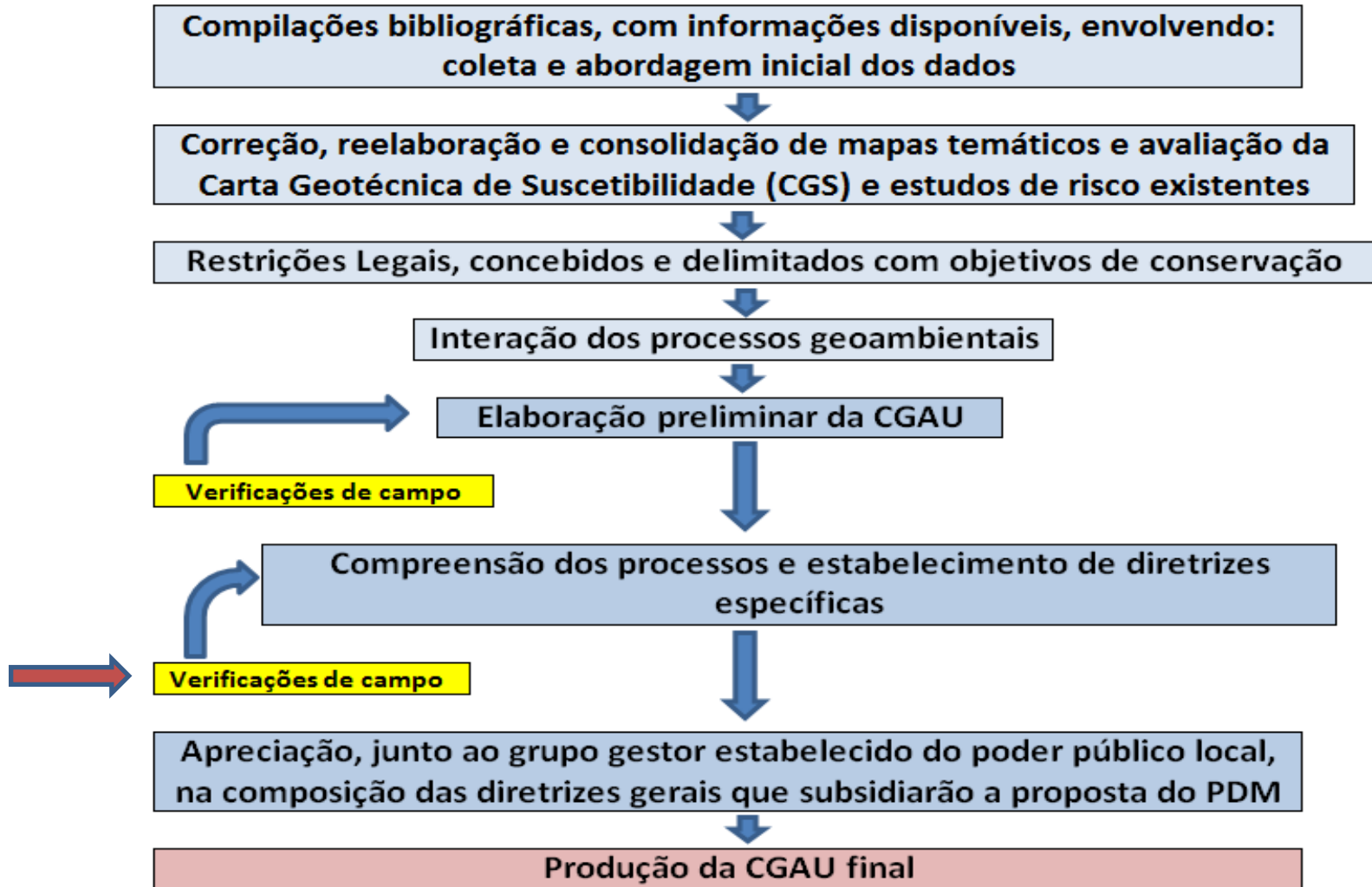
Exemplos

- Esse instrumento de planejamento é apresentado contendo:
 - **Demarcação cartográfica** - mapa com as unidades de análise estabelecidas
 - **Quadro-legenda** – tabela de caracterização da unidade, processos predominantes, limitações e potenciais para o uso da terra, com diretrizes gerais
 - **Anexo** - com os estudos, constituídos pelos mapas temáticos em papel e formato eletrônico (digital, vetorial e georreferenciado), tais como geológico, geomorfológico, uso e ocupação do solo, entre outros, e textos explicativos, propiciando consultas e complementando entendimentos
- Usualmente está vinculado a um **município** (PDM), porém abrange também **regiões de maiores dimensões**

Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

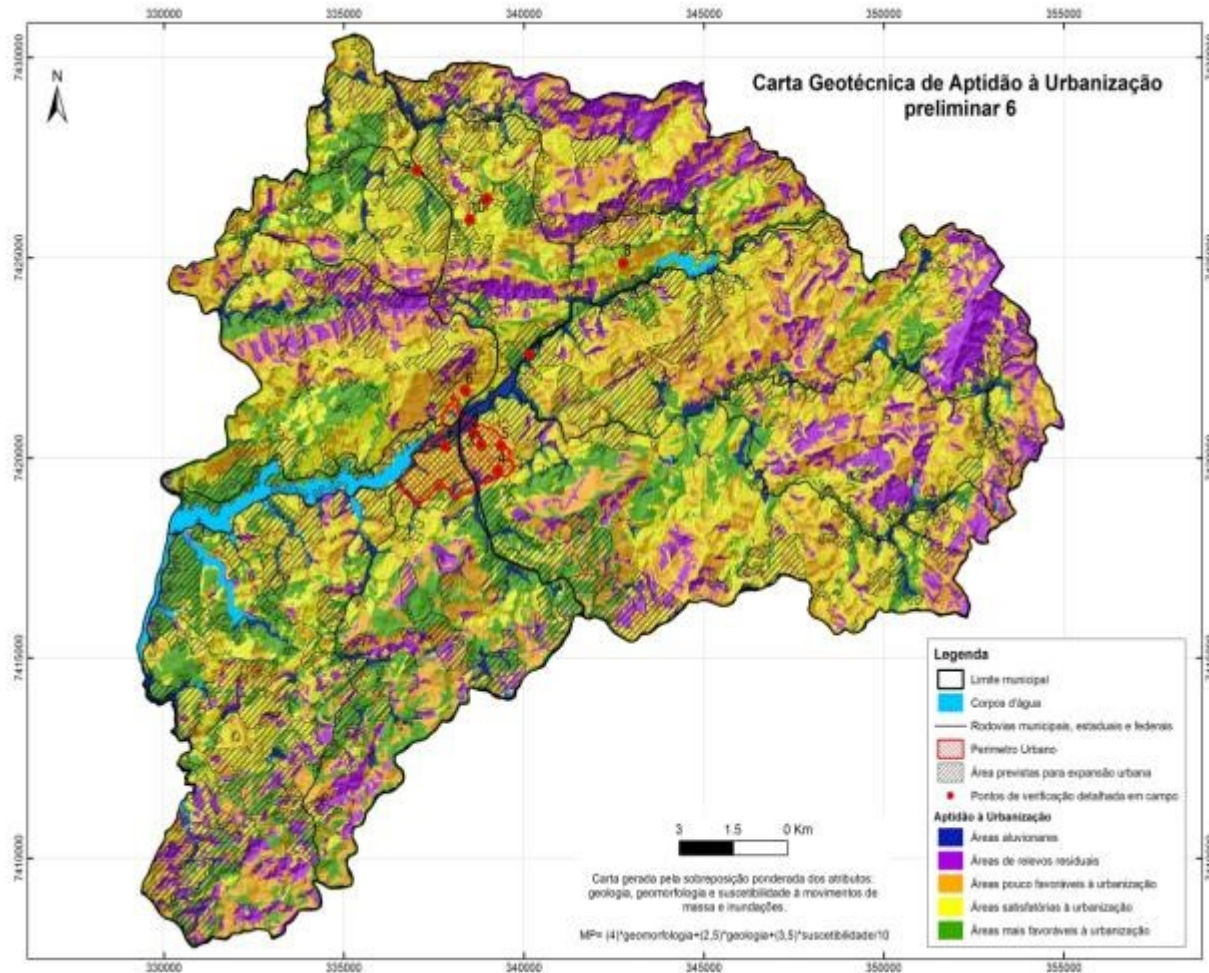
Procedimentos metodológicos



Exemplos


Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

- Aspectos importantes: delimitação cartográfica é indicativa; diretrizes de planejamento; unidades se interagem; **aplicação em PDM**



Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

Unidades Geoambientais	Características do terreno	Condições para ocupação
 <p>Áreas aluvionares desfavoráveis à urbanização</p>	<ul style="list-style-type: none">• Constituídos por sedimentos inconsolidados em relevos com declividades predominantes menores que 9% (5°), nível d'água raso ou aflorante, granulometria variada, usualmente com baixa capacidade de suporte.• Distribuídos ao longo de cursos d'água em:<ul style="list-style-type: none">- <i>Planícies aluviais</i>, sujeitas à inundação periódica, em espaço de tempo variado (planícies aluvionares atuais); e- <i>Terraços aluviais</i>, sujeitos a reincidências do processo de inundação, decorrentes de ações antrópicas.	<ul style="list-style-type: none">• Consolidação urbana muito complexa devido ao alto potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo por fontes difusas, de grande impacto negativo com significado relevante nas APRM.• Nível d'água raso ou aflorante, usualmente com baixa capacidade de suporte, criando espaços ao longo das drenagens sujeitos à inundação e outros processos, como alagamento, enxurrada e recalque.

Exemplos


Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

➤ Diretrizes da Unidade 1A – Áreas Desfavoráveis à urbanização: aluvionares

- **Leis nºs 12.608/12 e 6766/79** - o parcelamento do solo **não será permitido** em:
 - terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
 - circunstâncias onde se verificam **condições geológicas que não recomendam a edificação** por consistirem áreas de proteção ecológica ou naquelas onde a poluição impeça padrões sanitários suportáveis, até a sua correção.
- **Lei nº 13.465/2017**, para o projeto de regularização fundiária urbana (**Reurb**):
 - **estudos técnicos** deverão ser realizados para a regularização fundiária de núcleos urbanos informais, ou de parcela deles, situados em áreas de riscos de inundações ou de outros riscos especificados em lei, a fim de **examinar a possibilidade de eliminação**, de correção ou de administração de riscos na parcela por eles afetada;
 - a implantação das medidas indicadas nos estudos técnicos realizados é condição indispensável à aprovação da Reurb;
 - deverá estar de acordo com os princípios de sustentabilidade econômica, social e ambiental e franqueando **participação dos interessados** nas etapas do processo de regularização fundiária.

Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

Unidades Geoambientais	Características do terreno	Condições para ocupação
 <p>Áreas de relevos residuais desfavoráveis à urbanização</p>	<ul style="list-style-type: none">• Compõem terrenos formados pela ação contínua de denudação do relevo das áreas com declividades variadas em amplitudes altimétricas montanhosa predominante nesta Unidade com concentração preponderante de vertentes $>30^\circ$ (58%) $<45^\circ$ (100%), além de parcela expressiva de encostas em declividades $\geq 45^\circ$ (100%), com impedimento legal de ocupação.• Formados por rochas ígneas e metamórficas, localmente com litologias metamórficas de filitos, xistos e rochas miloníticas, ou corpos de granitoides, desde batólitos a pequenos <i>stocks</i> com formação pedológica de neossolos litólicos.	<ul style="list-style-type: none">• Consolidação urbana muito complexa devido a condições de alta suscetibilidade natural a processos de movimentos gravitacionais de massa, incluindo corridas, decorrentes de:<ul style="list-style-type: none">- declividade acentuada dos terrenos;- solos rasos, com espessura em geral < 50 cm, associando-se aos relevos acentuados;- estruturas planares e lineares dos maciços rochosos.• Desencadeamento de processos gerando impactos negativos ambientais e socioeconômicos de grande porte e periculosidade para a população residente ou atuante no entorno.• Características geotécnicas adversas adicionadas a condições de impedimentos ou restrições legais (unidades de conservação e áreas correlatas).

Exemplos


Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

➤ Diretrizes da Unidade 1B – Áreas Desfavoráveis à urbanização: relevos residuais

- **Áreas não urbanizadas** – aplicar instrumentos urbanísticos que restrinjam efetivamente a urbanização dessa Unidade, com critérios compatíveis com:
 - a **infraestrutura básica** constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação;
- **Áreas total ou parcialmente ocupadas em processo de regularização** – aplicar obrigatoriamente **estudos integrados de risco e de impacto de vizinhança**, para respaldar a obtenção de licença ou autorização para parcelamento, construção, ampliação e alvará de renovação ou funcionamento, com um caráter de avaliação pós-ocupação passíveis de medidas mitigadoras, elaborando Lei municipal altamente restrita nessa Unidade, que considere a necessidade de:
 - apreciação, sobretudo, das **moradias situadas à jusante de ocupação**, além de aspectos condizentes ao conforto ambiental;
 - implantação de **sistemas de monitoramento** em estudos de perigo, como forma preventiva para evitar efetivação do risco.
- **Priorização de alternativas** – direcionar o uso dessas áreas para **ocupações de permanência transitória**, compatíveis às circunstâncias de maior suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, que levem à conservação ou recomposição da vegetação arbórea

Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

Unidades Geoambientais	Características do terreno	Condições para ocupação
 <p>Áreas pouco favoráveis à urbanização</p>	<ul style="list-style-type: none">• Constituídos por relevo de morros com concentração de vertentes apresentando declividades $>25^\circ$ (47%) $\leq 30^\circ$ (48%), eventualmente maiores.• Formados por granitóides orientados e rochas metamórficas localmente feldspatizadas e com feições miloníticas subordinadas.	<ul style="list-style-type: none">• Consolidação urbana complexa, com severas restrições à ocupação devido a condições de média suscetibilidade natural a movimentos gravitacionais de massa decorrentes de:<ul style="list-style-type: none">- declividades indutoras de problemas geotécnicos com desdobramentos à medida que associados a intervenções inadequadas, sobretudo de terraplenagem e drenagem;- litologias com estruturas que podem condicionar circunstancialmente grandes deslizamentos;- UC de proteção integral dos Parques Estaduais.


Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

- **Diretrizes da Unidade 2 – Áreas pouco favoráveis à urbanização**
 - **Investigações geotécnicas especiais** – estudos detalhados de estabilidade de encosta, em **ocupações em consolidação**, tanto em trechos com concentração de declividade $> 25^\circ$ (47%), como sua extrapolação pela circunvizinhança:
 - em caso de desocupação, impedir que esses terrenos sejam reocupados.
 - **Ocupações existentes ou aprovadas** – compatibilizar as ocupações com obras de drenagem, contenção e infraestrutura.
 - **Avaliação prévia de situações de risco e de impacto de vizinhança** – estabelecer em Lei municipal, para obtenção de licenças ou autorizações de edificação e parcelamento do solo, refletindo principalmente nas condições de:
 - **estimativa de adensamento** populacional ao longo do tempo, com avaliações como capacidade da infraestrutura, quantificação dos equipamentos comunitários, geração de tráfego e demanda por transporte público local e na própria dinâmica do Município;
 - sistema participativo inerente a esta atividade, com audiências públicas próprias
 - **Estudo prévio de impacto ambiental** – a elaboração do EIV não substitui a elaboração e a aprovação de EIA (art. 38 do Estatuto da Cidade)

Exemplos

Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

Unidades Geoambientais	Características do terreno	Condições para ocupação
 <p>Áreas mais favoráveis à urbanização</p>	<ul style="list-style-type: none">• Constituídos por relevo com declividades preponderantes $<17^\circ$ (30%).• Formados principalmente por rochas graníticas, granodioritos e anfibolitos.	<ul style="list-style-type: none">• Consolidação urbana em geral mais favorável à ocupação do Município.• Interações eventuais com núcleos reduzidos de áreas menos favoráveis à ocupação.• Executar com obras civis demandando basicamente padrões construtivos usuais.

Exemplos

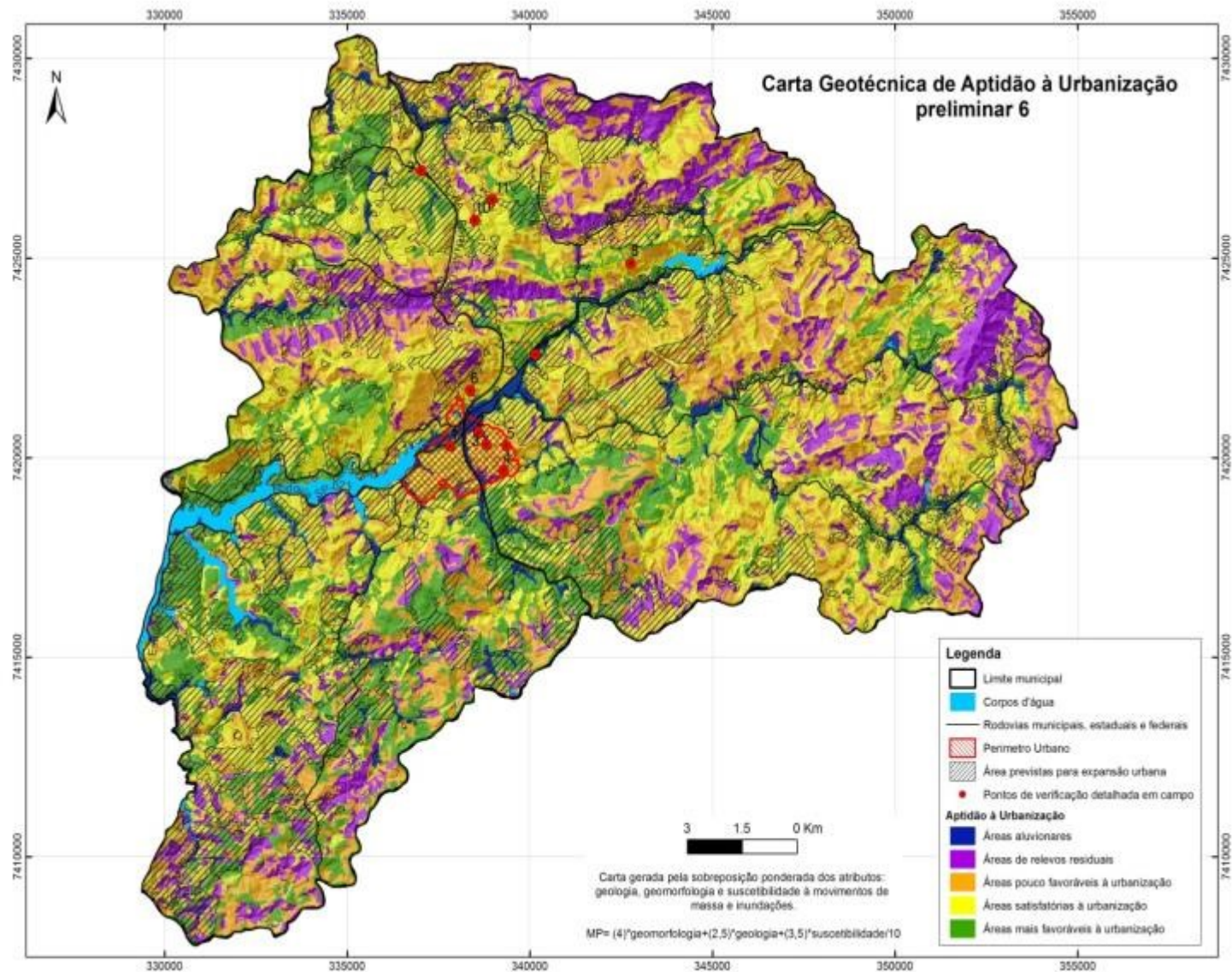
Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – CGAU de Mairiporã, SP/ 2019

➤ Diretrizes da Unidade 3 – Áreas mais favoráveis à urbanização

Estudos geotécnicos – detalhar adequadamente locais com concentração de **declividade $\geq 17^\circ$** (30%) e avaliação de estabilidade de cortes levando em conta a direção do mergulho das estruturas planares da rocha, condicionantes de deslizamentos

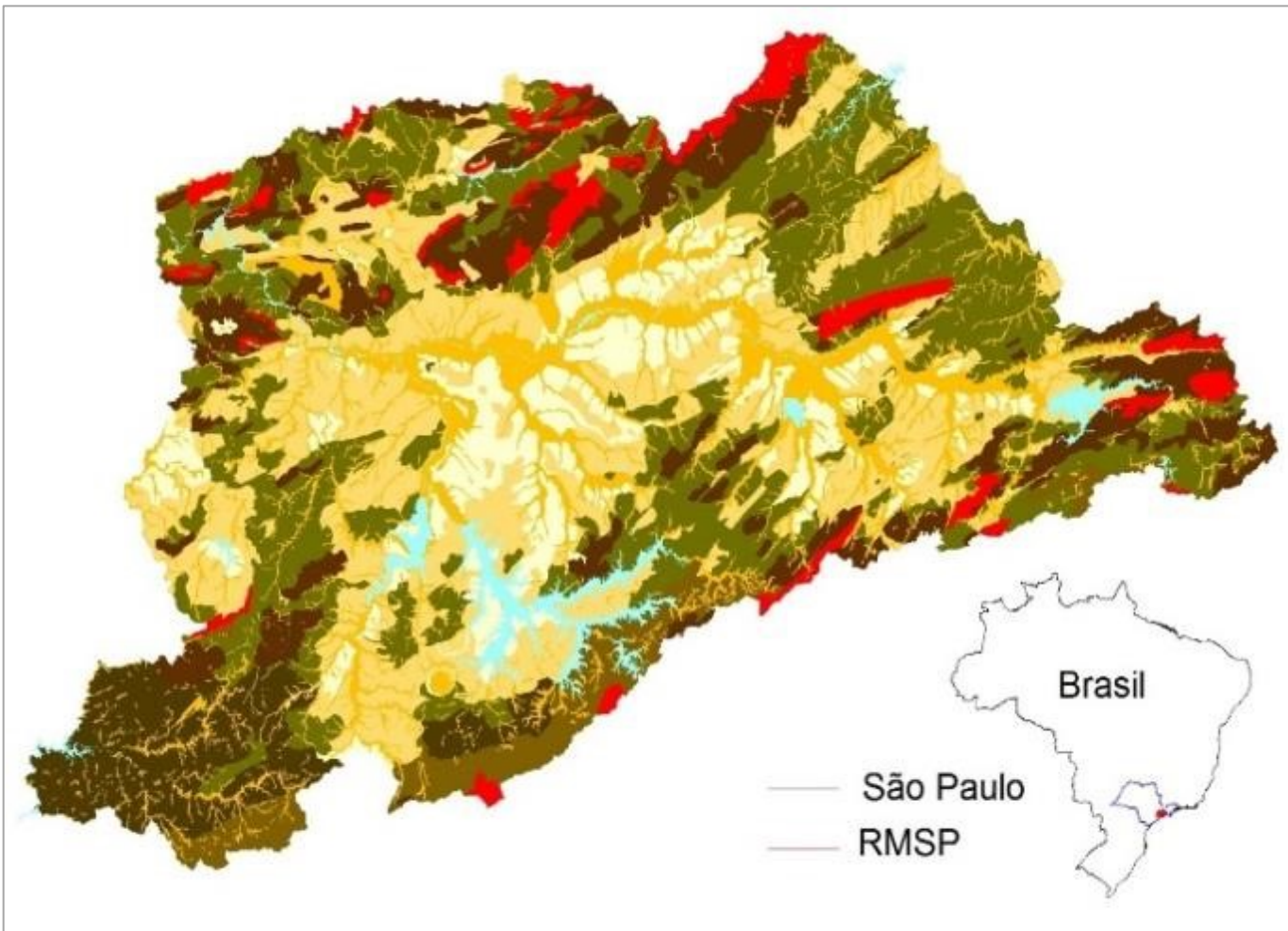
Nos parcelamentos – **proteger superficialmente os taludes** corte e aterro dos lotes, buscando **implantação integrada** de terraplenagem (movimentação de terra), edificação e infraestrutura, principalmente de drenagem, evitando incrementar **problemas de erosão e de deslizamento**

Relembrando: interação das unidades para abordagem no PDM



Exemplos

CGAU - Região Metropolitana de São Paulo RMSP (IPT/EMPLASA, 1990)



Aptidão Física	Unidades Homogêneas	
	Relevo	Litologia
Áreas Favoráveis	1 Colinas Predominam Amplitudes de 40m e Declividades de até 30%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito qz Quartzo
Áreas com Restrições Localizadas	2 Morros Predominam Amplitudes de 80m e Declividades de 20%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito ca Calcário qz Quartzo
Áreas Passíveis de Ocupação com Serias Restrições	3 Morros Baixos Predominam Amplitudes de 100m e Declividades de 30%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito ca Calcário qz Quartzo
Áreas com Severas Restrições	4 Planícies Aluviais Predominam Declividades inferiores a 9%	ai Alúvio mg Migmatito
	5 Morros Baixos Isolados, em Moço e Planícies Aluviais Predominam Amplitudes de 40m e Declividades Menores que 30%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito
Áreas Inaproprias	6 Morros Altos Predominam Amplitudes de 30m e Declividades Entre 30 e 40%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito ca Calcário
	7 Morros Altos Predominam Amplitudes de 190m e Declividades Menores que 30%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito ca Calcário qz Quartzo
8 Serras e Escarpas Predominam Amplitudes de 300m (Serras) e de 100m (Escarpas), e Declividades Maiores que 50%	si Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos ai Xisto e Filito mg Migmatito gr Granito e Gnaisses af Anfibolito qz Quartzo	



Grato pela atenção!

Carlos Geraldo Luz de Freitas

Labgeo/CTGeo – IPT

cege@ipt.br



Programação:

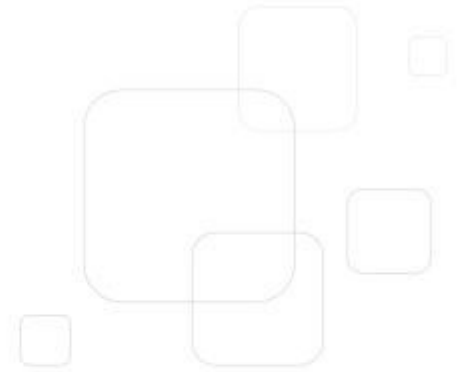
Palestra 1 - Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil. Finalidades da carta geotécnica. Obrigatoriedade de elaboração. Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação. Exemplos - Carlos Geraldo Luz de Freitas - 9h-9h45'

Palestra 2 - Carta de suscetibilidade. Carta geotécnica de aptidão à urbanização. Mecanismos de acesso e viabilização. Exemplos. – Omar Yazbek Bitar - 9h45'-10h30'

Palestra 3 - Cartografia digital e geoprocessamento na elaboração de cartas geotécnicas. Exemplos. – Priscilla Moreira Argentin -10h30'-11h15'

Palestra 4- Uso das cartas geotécnicas no planejamento municipal. Instrumentos e requisitos legais correlatos. Aplicações potenciais. Exemplos. Priscila Ikematsu 11h15' -12h

Sumário



1. Carta de suscetibilidade
2. Carta de aptidão à urbanização
3. Mecanismos de acesso e viabilização

Sumário



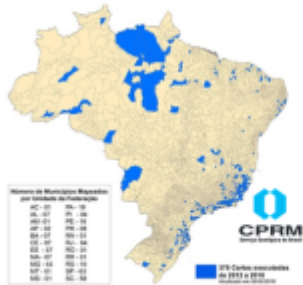
1. Carta de suscetibilidade
2. Carta de aptidão à urbanização
3. Mecanismos de acesso e viabilização

Parceria CPRM e IPT para execução, em duas frentes de políticas públicas:

1. Implementação da PNPDEC



Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade
e Movimentos Geotécnicos de Massa e Inundações

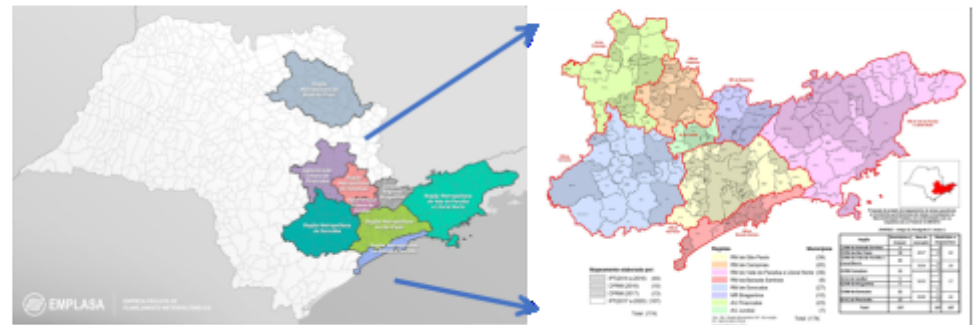


510 municípios com cartas de suscetibilidade concluídas, desde 2013

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

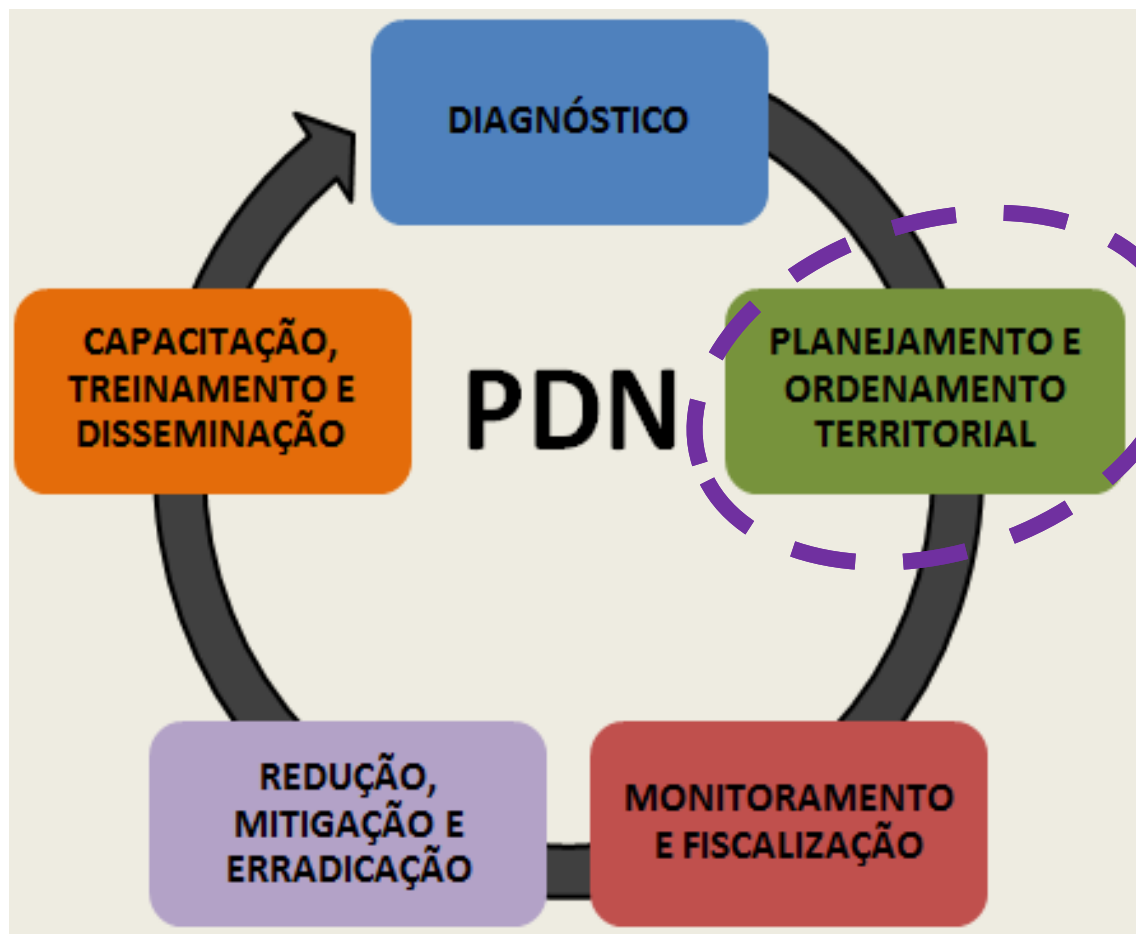
(reformulado pelo Decreto Estadual 64.673/2019)

Meta: completar os 174 municípios da Macrometrópole Paulista até 2020.




PDN - Decreto Estadual 57.512/2011

(reformulado pelo Decreto Estadual 64.673/2019)

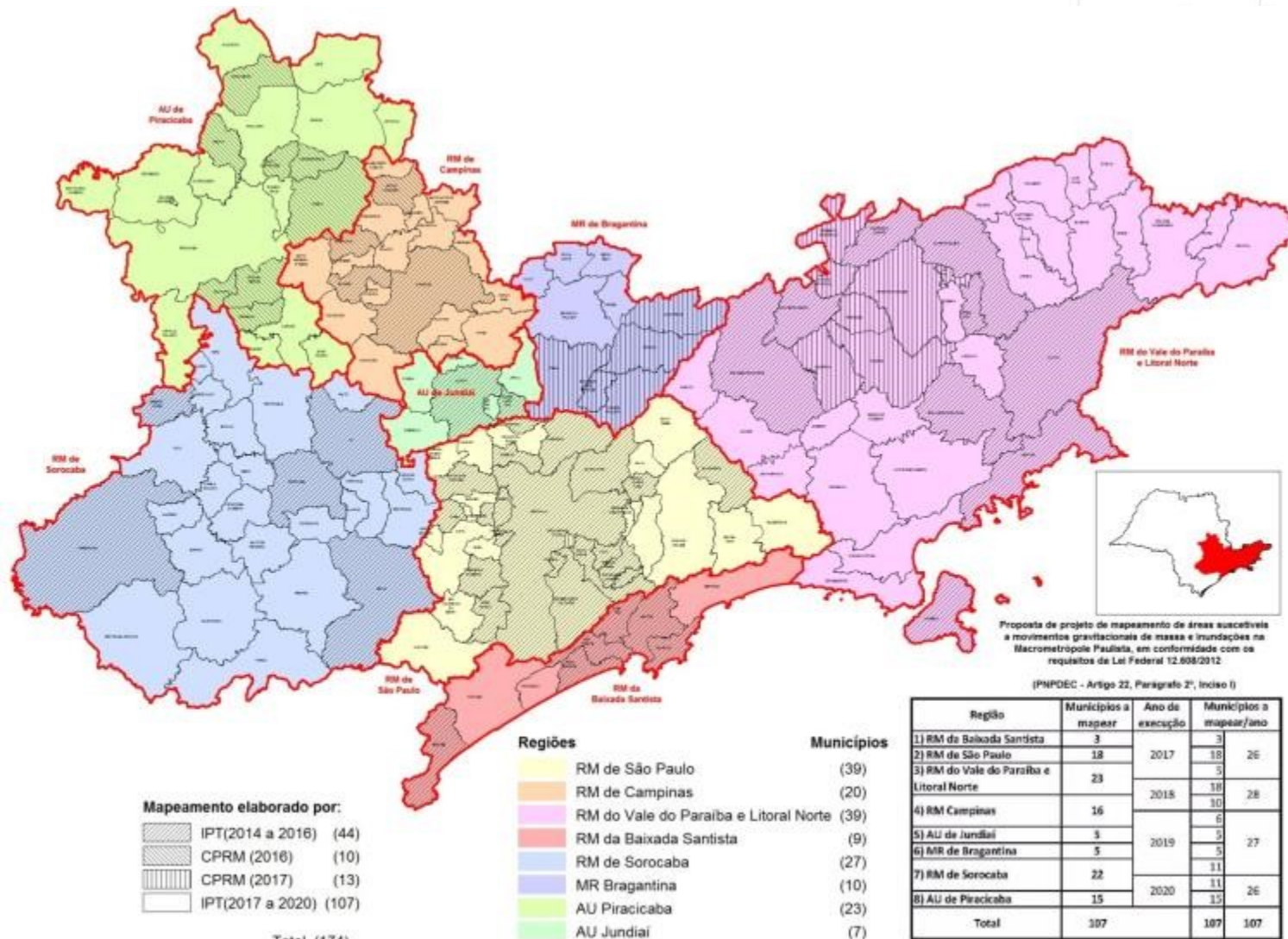


- **2012:** elaboração do Plano de Trabalho do PDN de curto e médio prazo.
- **2015:** atualização do PDN com foco na Macrometrópole Paulista, onde deslizamentos e inundações afetam a urbanização, infraestrutura e industrialização.

Ações Prioritárias do PDN (revisão 2015)

Eixos	Ações	Metas	Instituições	Indicadores
2 PLANEJAMENTO/ ORDENAMENTO TERRITORIAL	4. Mapa de Perigos do Estado (1:75.000)	Estado todo	IG e CPLA	nº de municípios mapeados
	5. Inclusão de cartas geotécnicas e cartas de suscetibilidade a escorregamentos e inundações (1:25.000) já elaboradas pelo IPT no DATAGEO	63 cartas geotécnicas e 47 cartas de suscetibilidade	IPT, CPLA.	nº de mapas/ cartas
	6. Elaboração de cartas de suscetibilidade a escorregamentos e inundações (1:25.000), referentes aos municípios da Macrometrópole Paulista ainda não mapeados nessa escala, contemplando corrida de massa e enxurrada	 108 municípios	IPT (CEDEC e SDECTI/PATEM)	nº de municípios mapeados
	7. Elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização (1:10.000) em 19 municípios do ESP	19	IPT, (CPRM/MCidades e SDECTI/PATEM).	nº de municípios mapeados
	8. Definição de políticas, diretrizes e estruturação institucional e metodológica para a elaboração do ZEE do Estado de São Paulo,	ESP	SMA	A definir
	9. Elaboração do ZEE do Estado de São Paulo por meio da aplicação da metodologia de forma participativa seguindo as diretrizes do Decreto 4297/2002 - MMA	ESP	Instituições governamentais e sociedade civil	A definir

Plano de execução da Ação 6 (Eixo 2 do PDN) pelo IPT - 4 anos: 2017 a 2020



Obs.: RM - Região Metropolitana; MR - Microrregião; AU - Aglomeração Urbana. Fonte: EMPLASA, 2017.

Cartas de suscetibilidade – Macrometrópole

Até 2019 - Fonte: IPT e CPRM

Sub-região	Municípios	Municípios mapeados 2013-2019	Municípios a mapear em 2020
Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)	39	39	0
Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)	9	9	0
Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN)	39	39	0
Região Metropolitana de Campinas (RMC)	20	20	0
Aglomeración Urbana de Jundiaí (AUJ)	7	7	0
Micro Região Bragantina (MRB)	10	10	0
Região Metropolitana de Sorocaba (RMS)	27	18	9
Aglomeración Urbana de Piracicaba (AUP)	23	10	13
Total geral	174	152	22

Obs. há municípios mapeados em outras regiões do ESP.

Fundamentos e métodos



www.cprm.gov.br



www.ipt.br

ipt

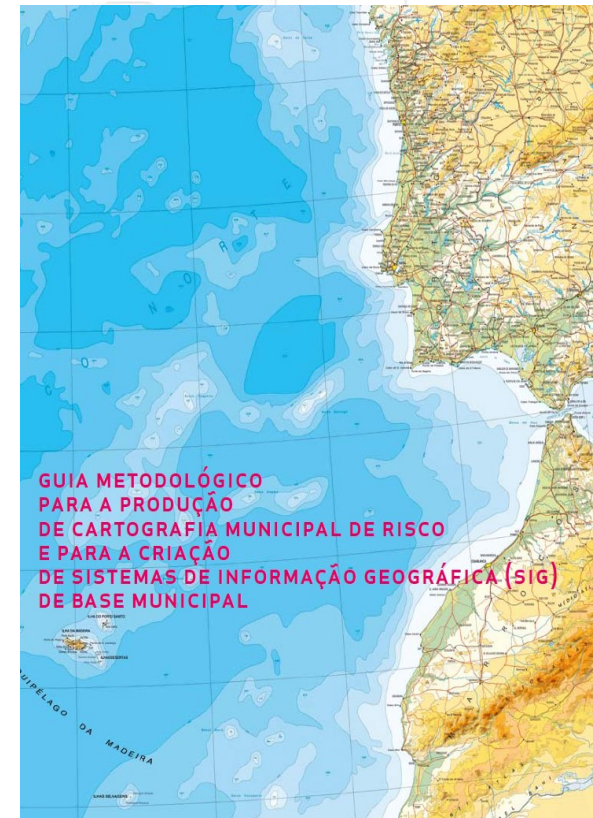
Referências básicas no campo das geociências



Fell et al. (2008) - JTC 1



Macedo e Bressani (2013)



Julião et al. (2009)

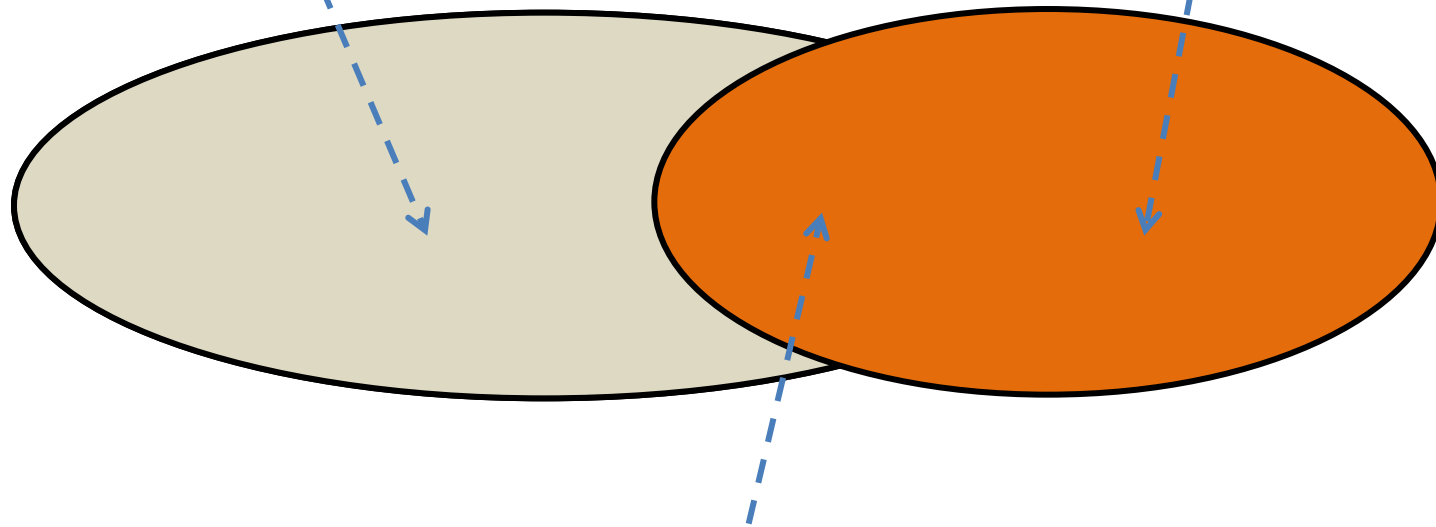
Síntese de termos utilizados

- **Evento**: acontecimento, caso, circunstância ou episódio relacionado à ocorrência de um fenômeno/processo em determinado local e/ou data.
- **Suscetibilidade**: propensão/predisposição ao desenvolvimento de um determinado fenômeno ou processo em uma dada área;
- **Ameaça**: fenômeno ou processo cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação a elementos expostos (pessoas, bens);
- **Vulnerabilidade**: grau de perdas e danos associados aos elementos expostos (0 a 1); quanto maior o grau, maior a vulnerabilidade;
- **Severidade**: capacidade de um evento para a geração de perdas e danos; magnitude do evento;
- **Perigo**: condição com potencial para a geração de perdas e danos num dado período de tempo; periculosidade ou perigosidade;
- **Risco**: uma medida da ameaça e das consequências (financeiras, bens, vidas) que esta poderá causar num dado intervalo de tempo;
- **Desastre natural**: ruptura da dinâmica socioeconômica decorrente de evento associado a fenômeno ou processo natural; e
- **Resiliência**: capacidade da comunidade exposta ao perigo e ao risco em se preparar e recuperar-se das consequências de um desastre natural.

Síntese de termos utilizados

Área suscetível a determinado processo

Área urbanizada/edificada



Zona com elementos expostos ao processo
(objeto de análises de perigo e risco)

Figura - Relação entre suscetibilidade, perigo e risco em face da urbanização e ocupação do território. **Fonte:** modificado de Julião et al (2009).

Quais os processos a considerar?

“ Criação de cadastro nacional de municípios com **áreas suscetíveis** à ocorrência de **deslizamentos** de grande impacto, **inundações** bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos ”

(PNPDEC – Art. 6º)

(Portanto, foco em processos de grande impacto, ... mas também em outros correlatos ...)

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

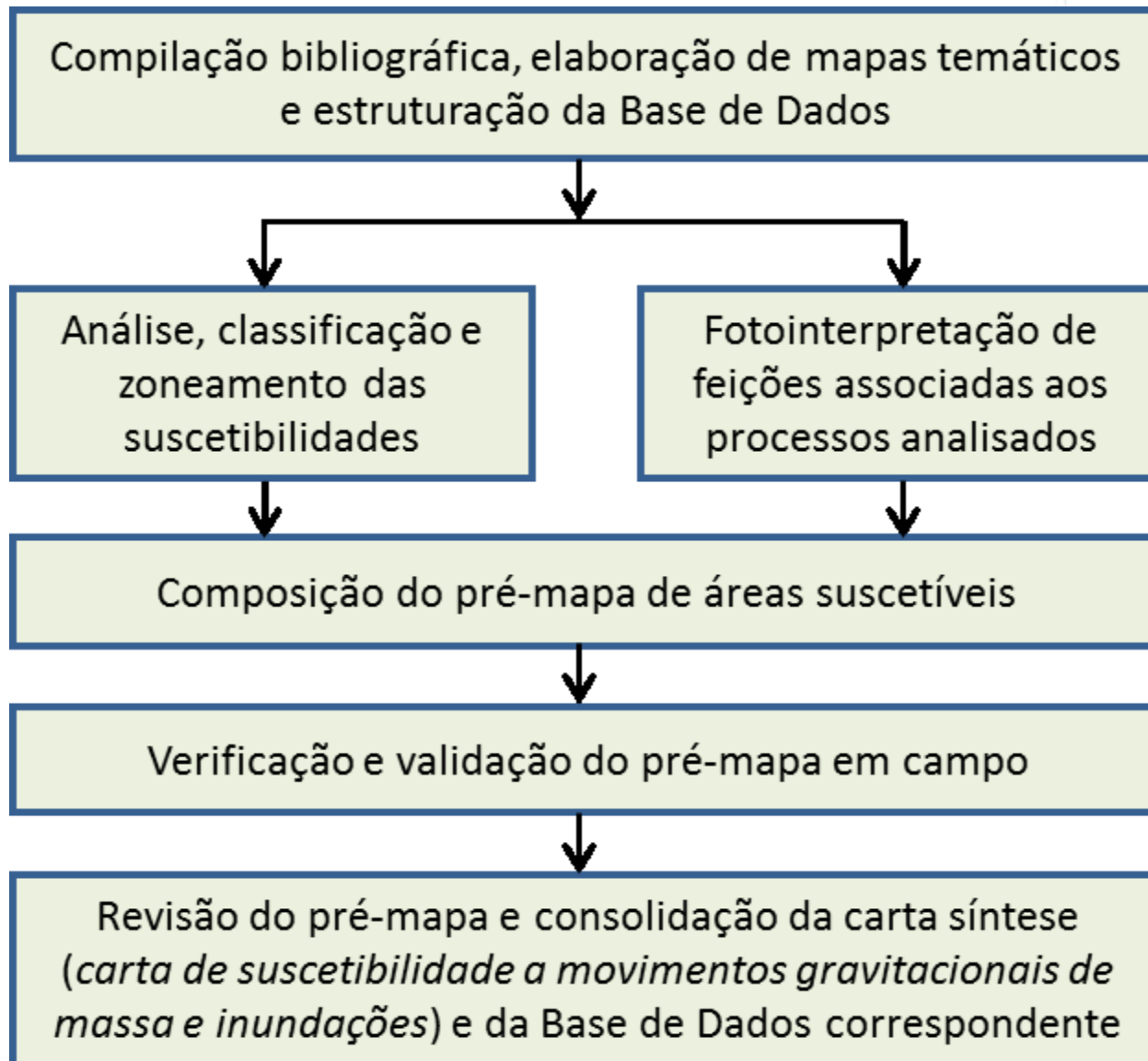
Inundação (*river flooding, coastal flooding*)



Enxurrada (*flash flood*)

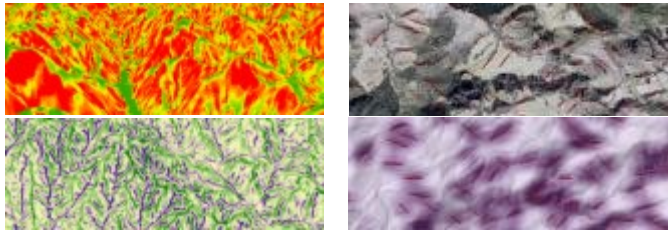


Etapas de trabalho

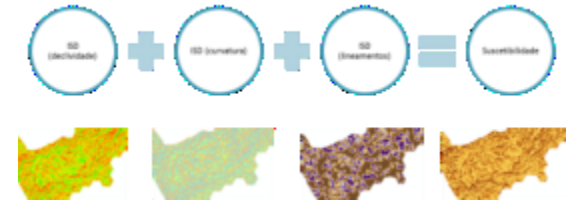


Deslizamentos: modelagem estatística baseada nas relações entre fatores condicionantes

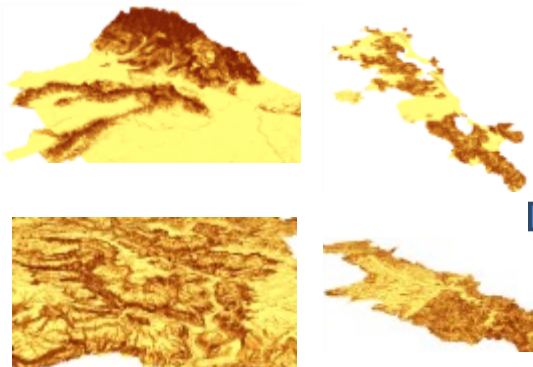
1) Mapeamento dos fatores a partir de MDE, ortofotos e geoprocessamento



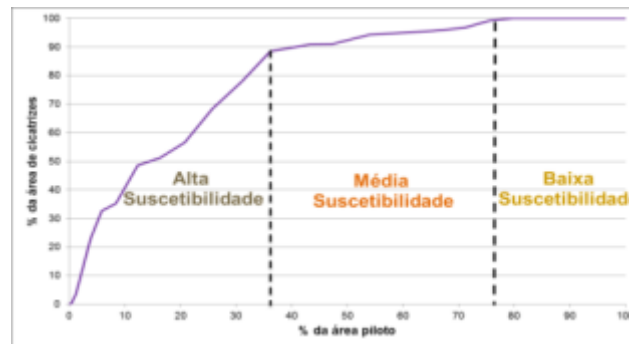
2) Mapeamento de cicatrizes em área piloto, válida para cada município; e cálculo do índice de suscetibilidade



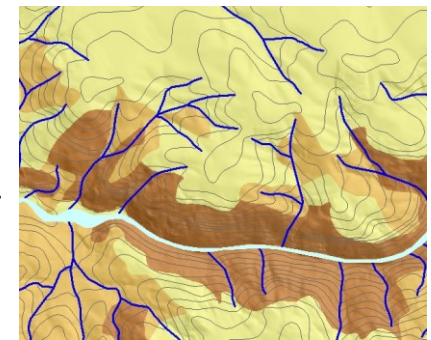
3) Resultados em diferentes municípios



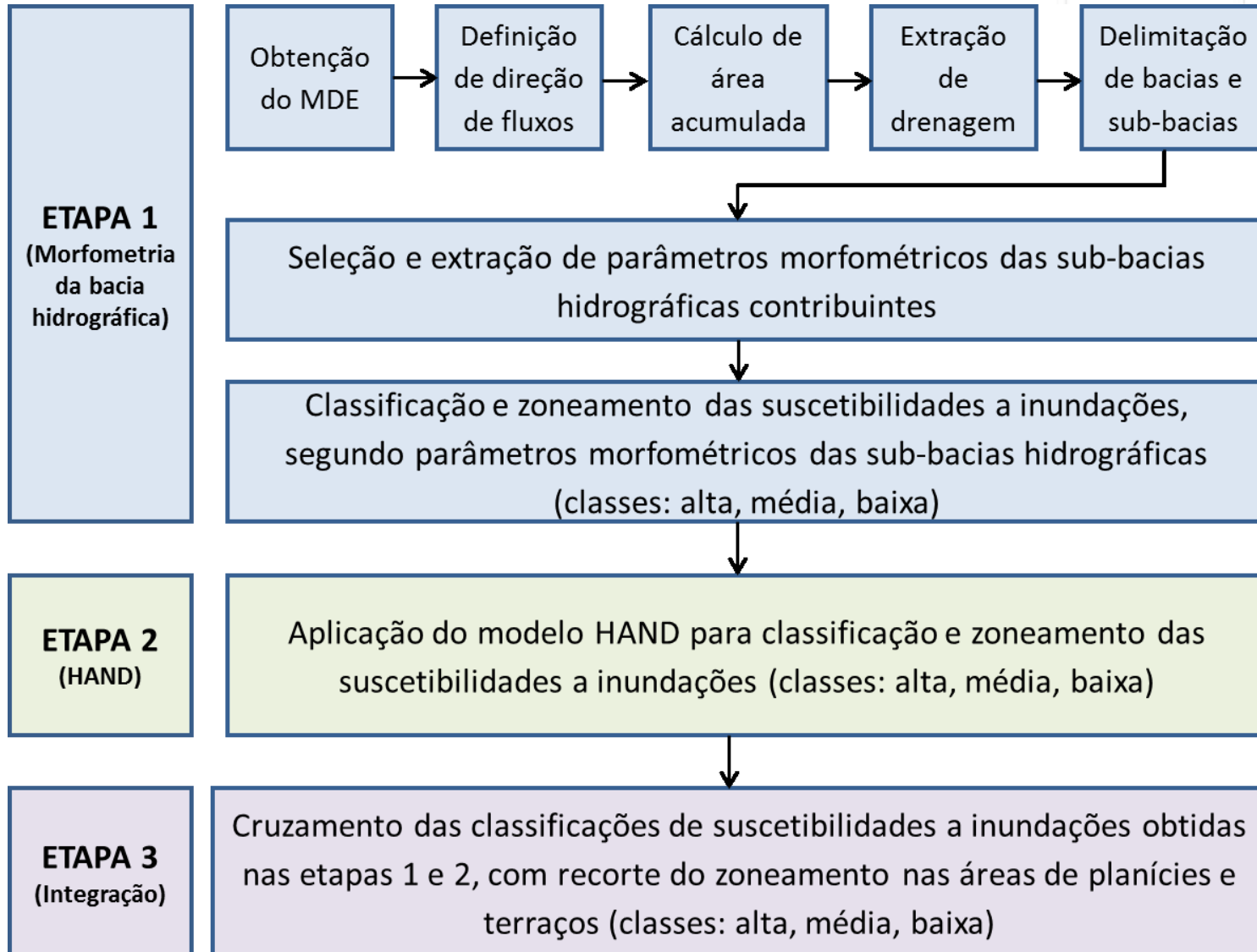
4) Classificação da suscetibilidade em relação à área piloto



5) Zoneamento da suscetibilidade



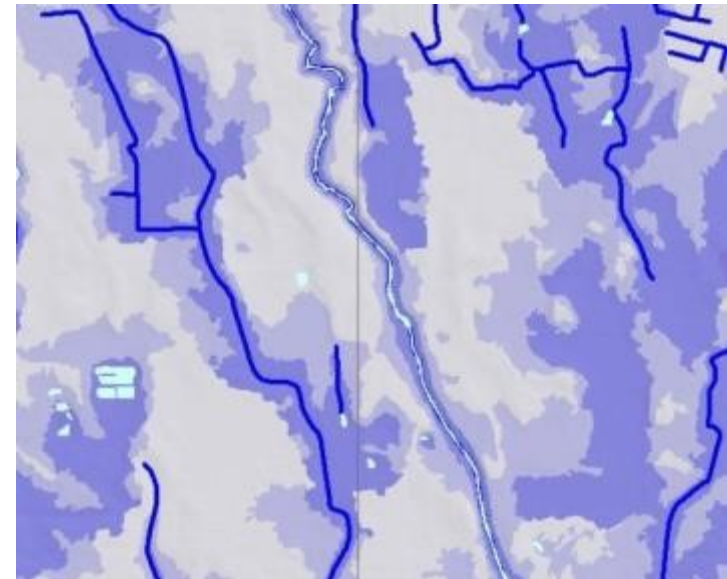
Inundações



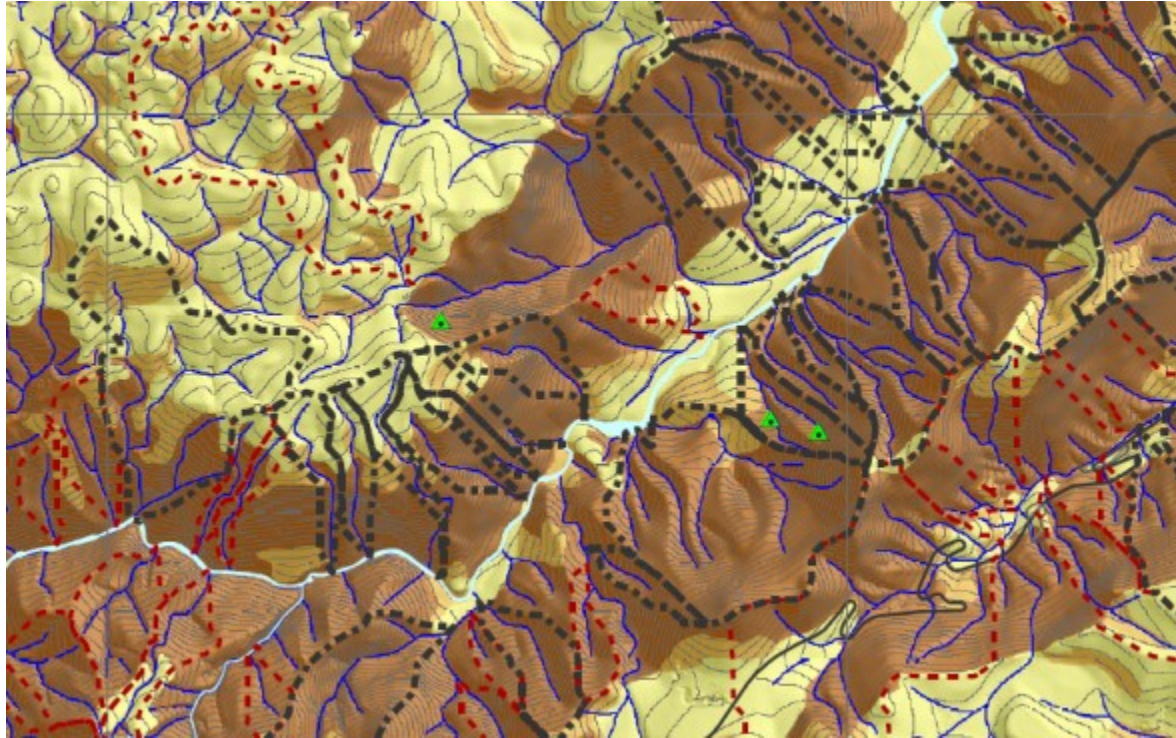
Inundações

Etapa 3: integração dos resultados das duas etapas anteriores

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



Corridas de massa e enxurradas



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



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

Fotointerpretação de feições associadas aos processos analisados



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.

Fotointerpretação de feições associadas aos processos analisados



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



Figura 25 - Ravinas em encostas – Camboriú, SC.

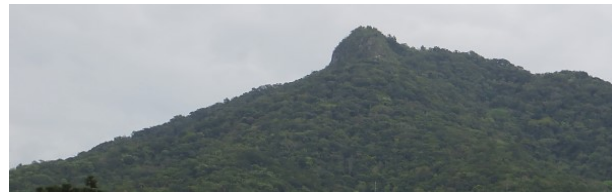


Figura 30 - Paredão rochoso proeminente, com suscetibilidade local a quedas e deslocamentos de blocos rochosos- Balneário de Camboriú, SC.



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.

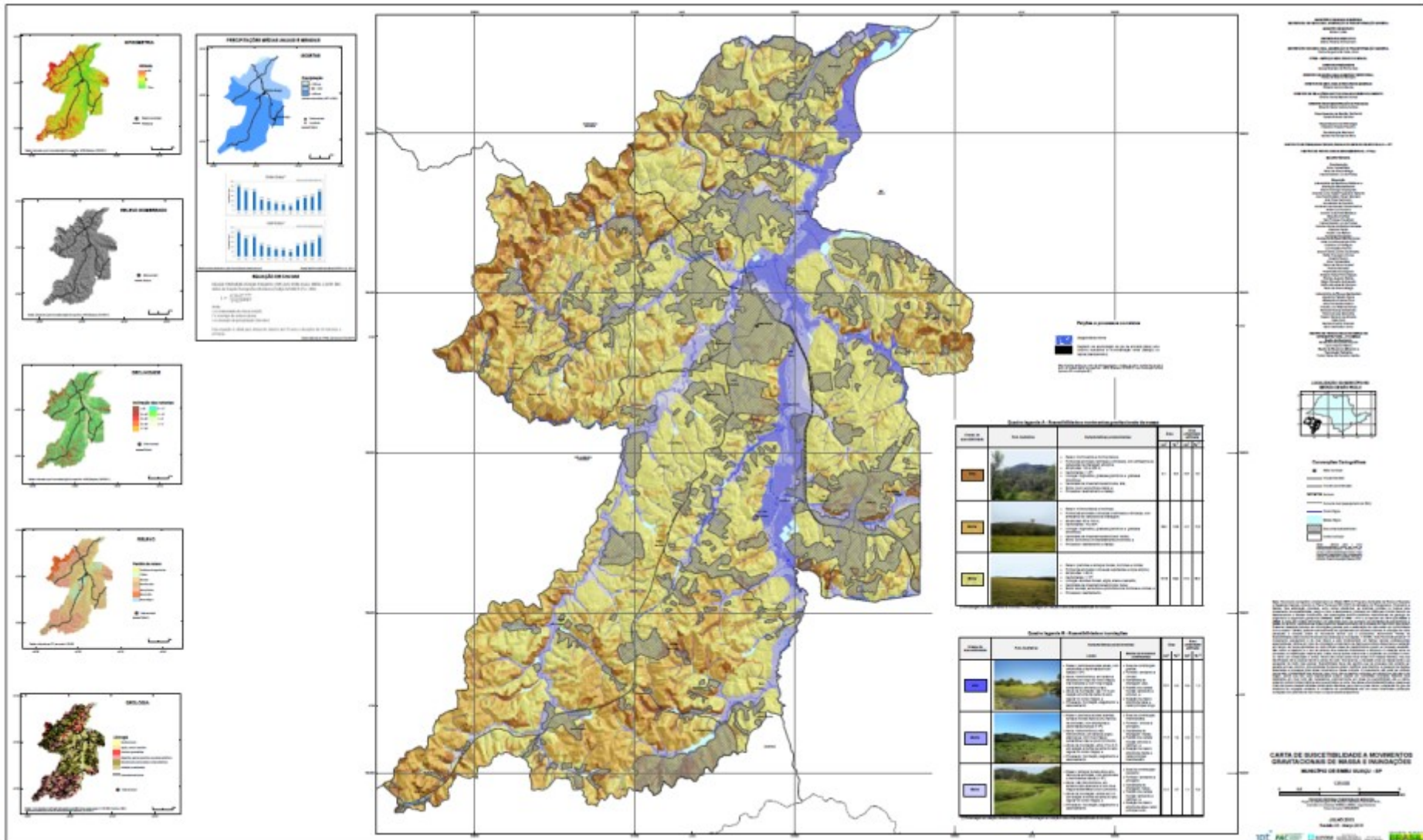


Figura 29 - Depósitos de sopé de encosta (1-tálus) e de rampa de colúvio (2) - Nova Veneza, SC.



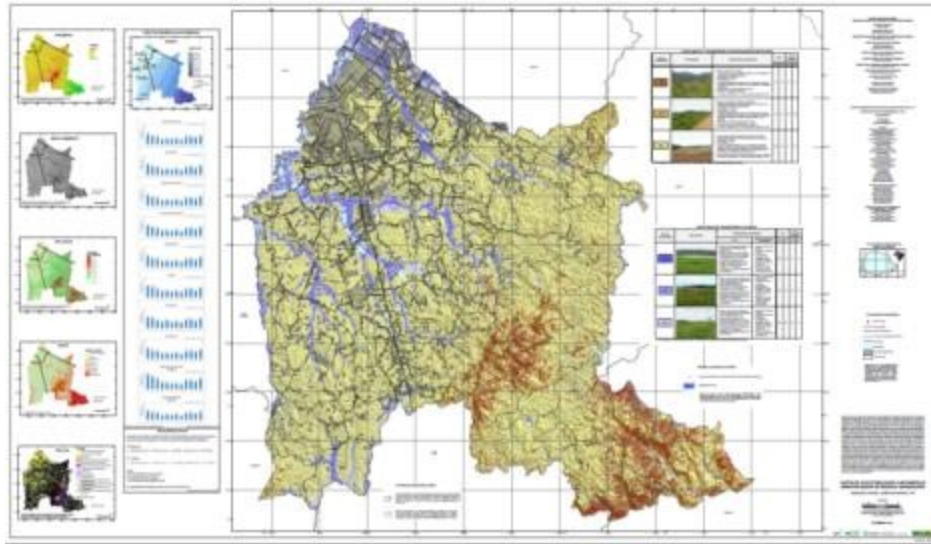
Figura 32 - Área úmida com tonalidade e texturas características e associação com presença de gramíneas típicas de áreas úmidas, indicativa de suscetibilidade a inundações e/ou alagamento.

Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações

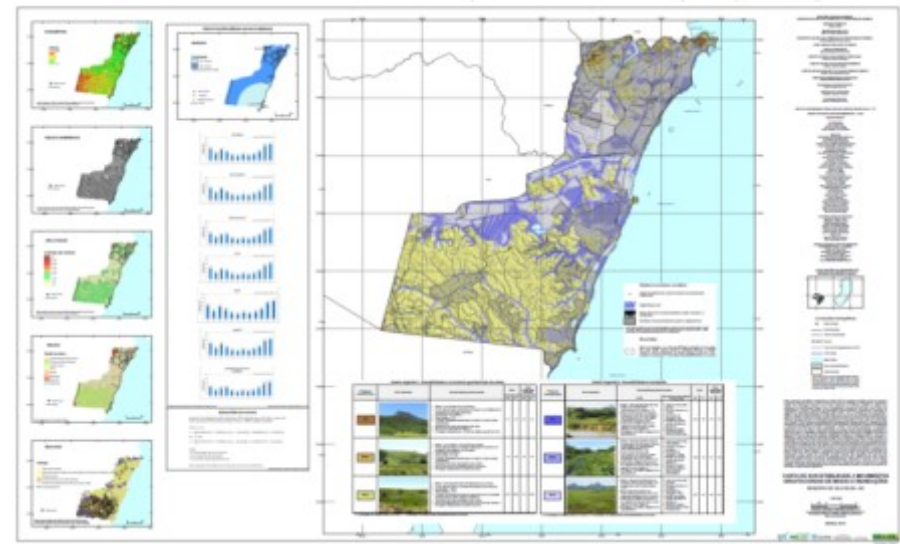


Obs.: Embu-Guaçu (SP) – escala 1:25.000

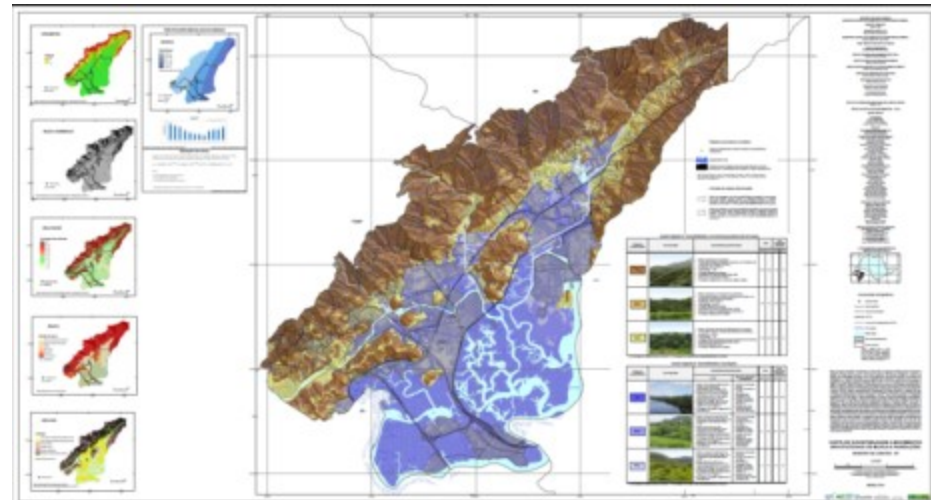
Comparabilidade entre os municípios



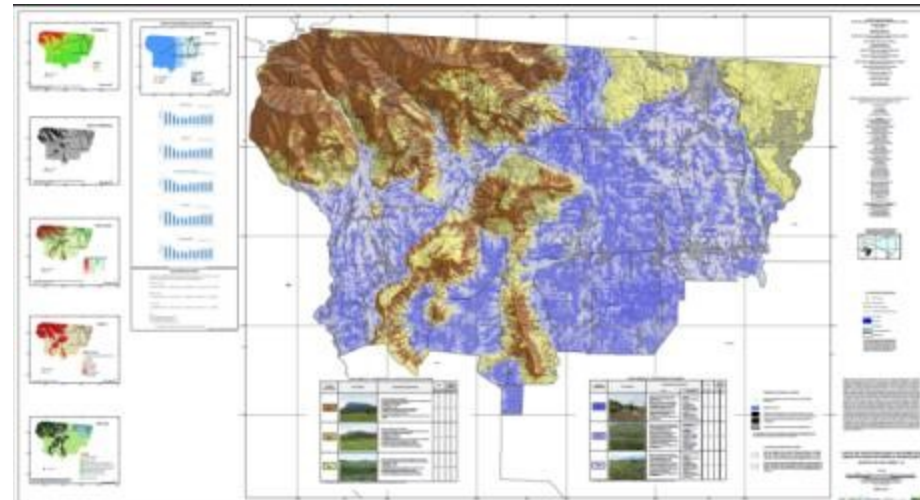
S.J. dos Pinhais (PR)



Vila Velha (ES)



Cubatão (SP)



Nova Veneza (SC)

Sumário



1. Carta de suscetibilidade
- 2. Carta de aptidão à urbanização**
3. Mecanismos de acesso e viabilização

Carta geotécnica de aptidão à urbanização (CGAU) – 1:10.000

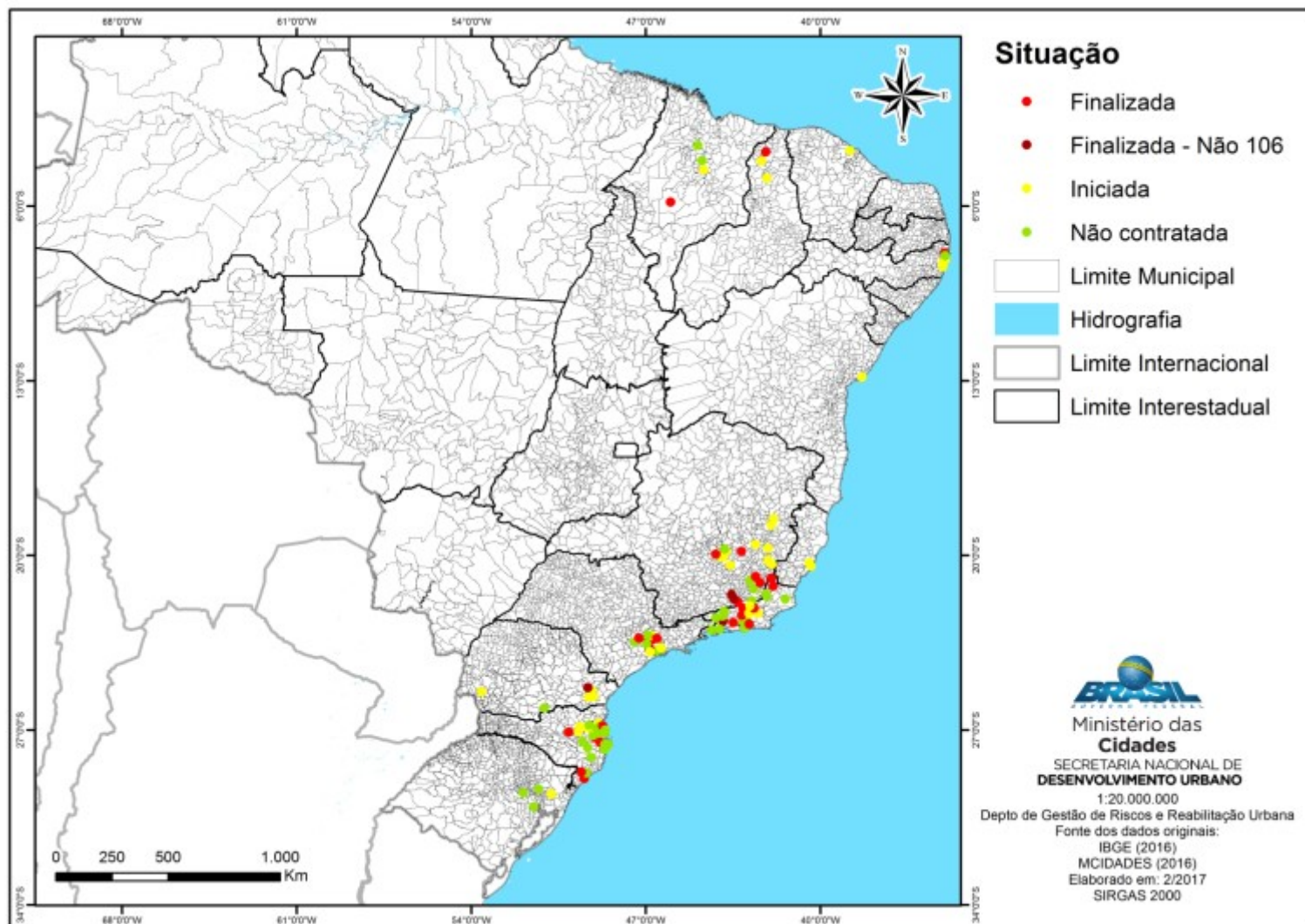


Figura - Municípios prioritários para investimento no PPA 2016 – 2019.

Fonte: Batista et al. 2017

Guia para a elaboração de CGAU



MINISTÉRIO DAS CIDADES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

RELATÓRIO 4

GUIA PARA ELABORAÇÃO DE CARTAS
GEOTÉCNICAS DE APTIDÃO À
URBANIZAÇÃO FRENTE AOS DESASTRES
NATURAIS

OURO PRETO – DEZEMBRO DE 2013

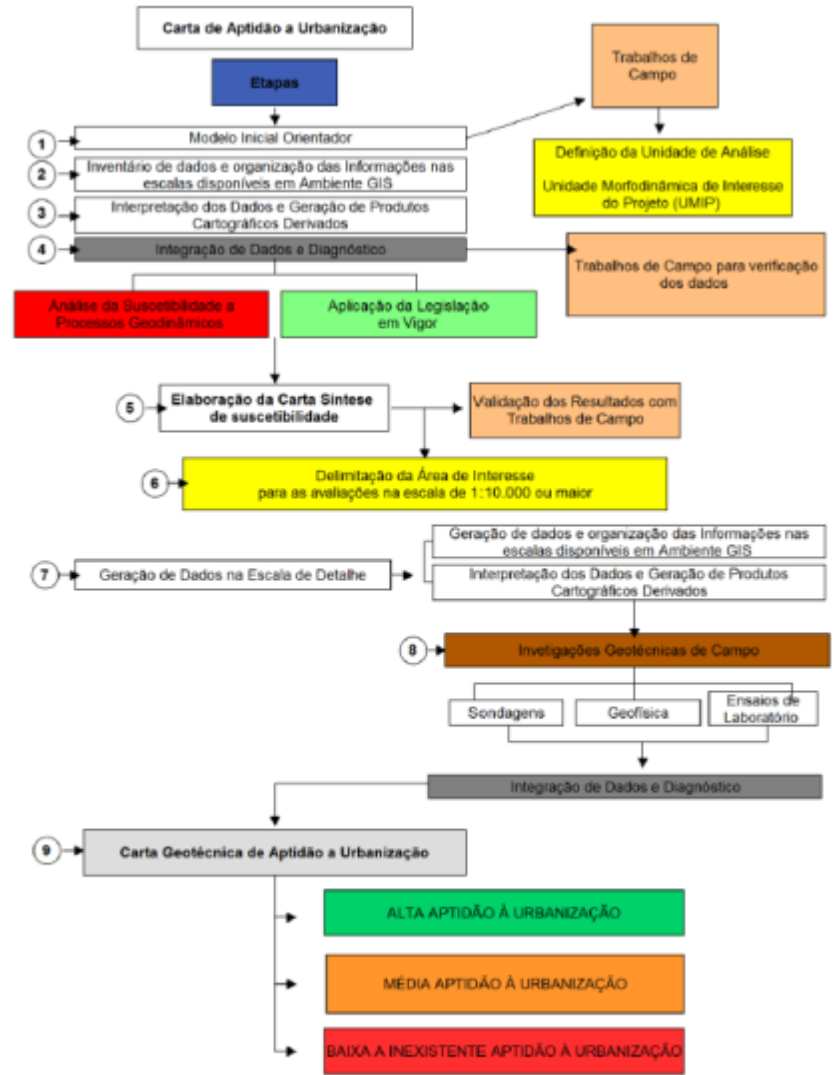


Figura 2 - Etapas para elaboração da carta de aptidão a urbanização.

Guia para a elaboração da CGAU

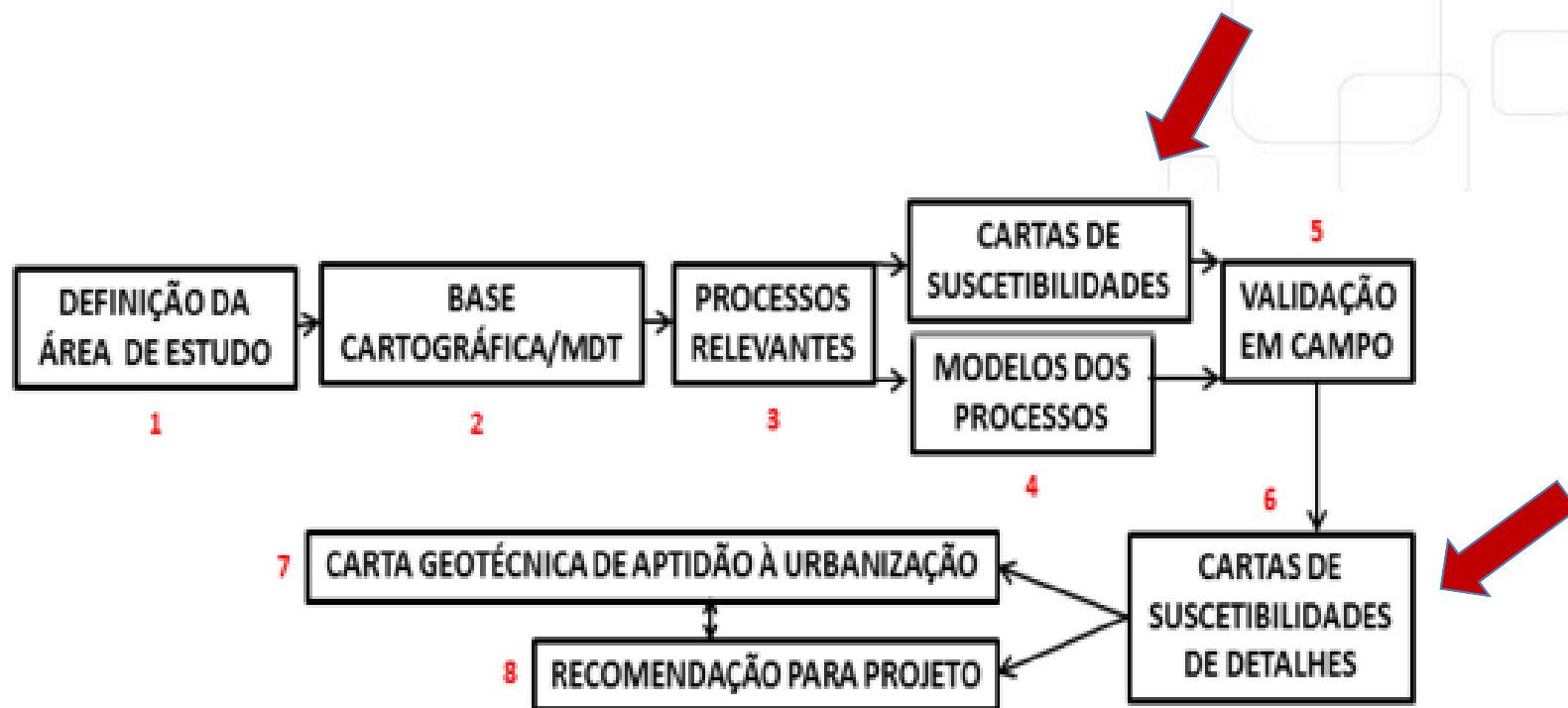
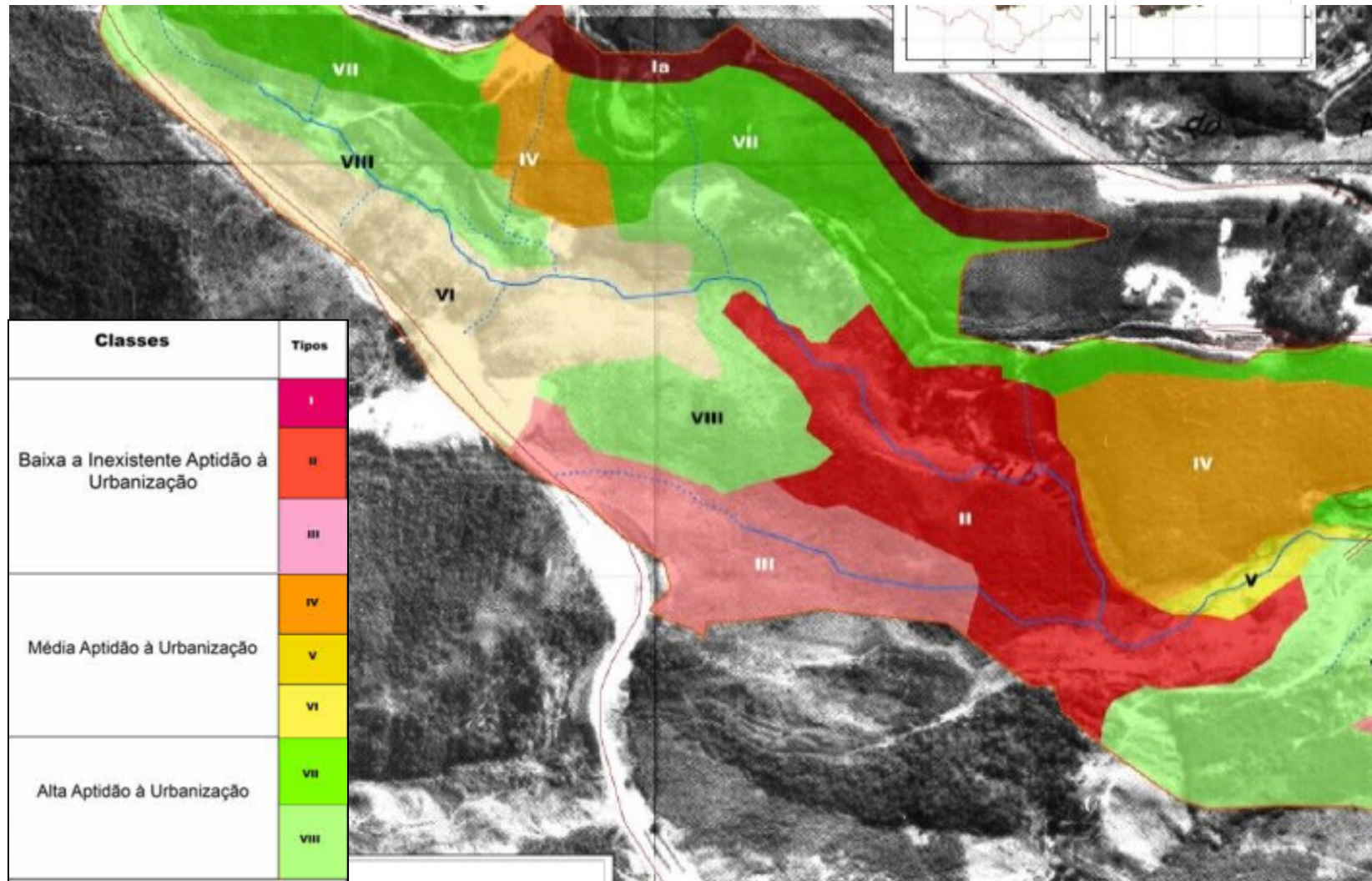


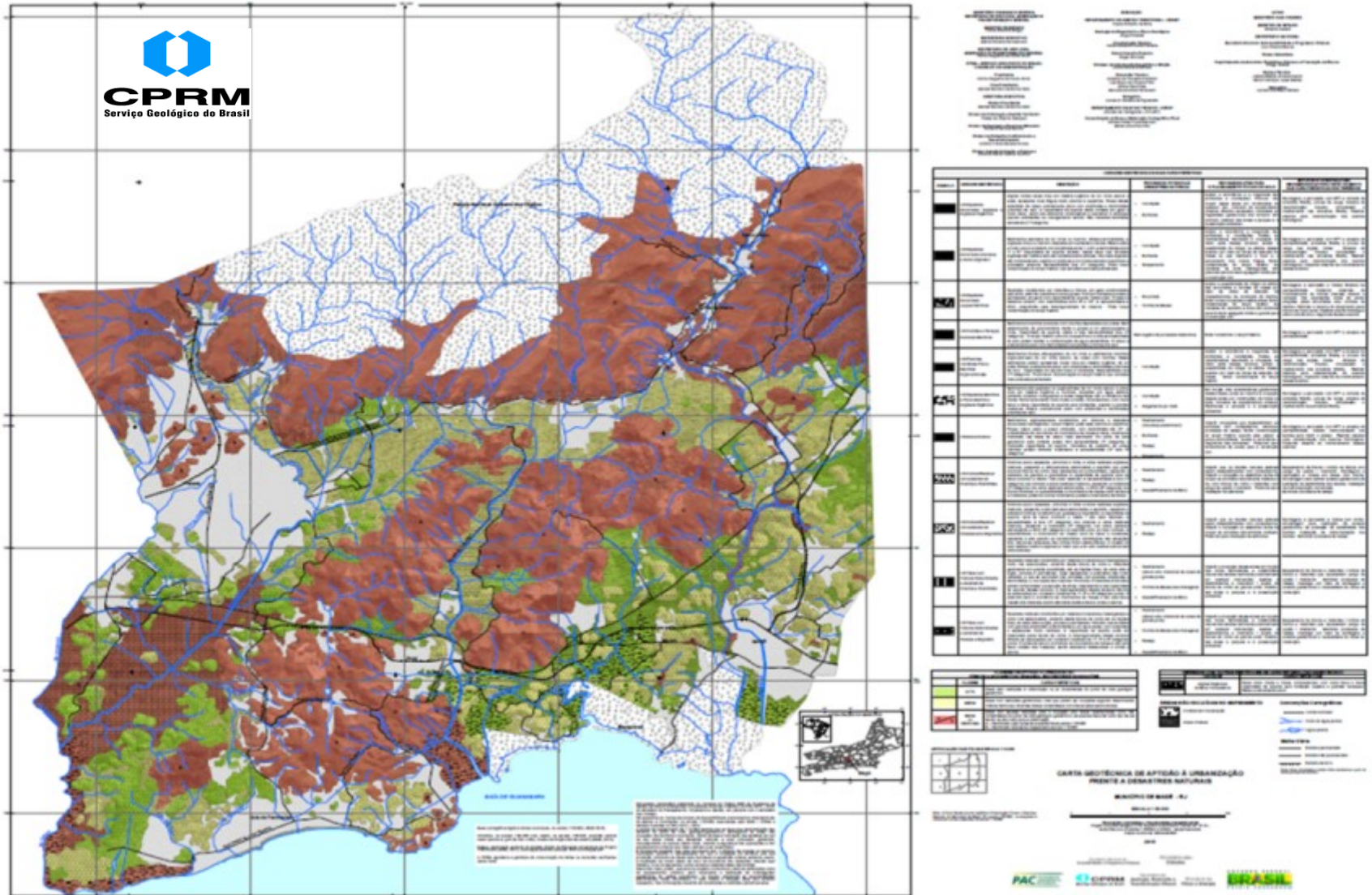
Figura - Sequência simplificada de atividades para elaboração da CGAU frente aos desastres, conforme adotada pelo MCidades. **Fonte:** Batista et al. (2015).

Guia para a elaboração da CGAU – 1:5.000

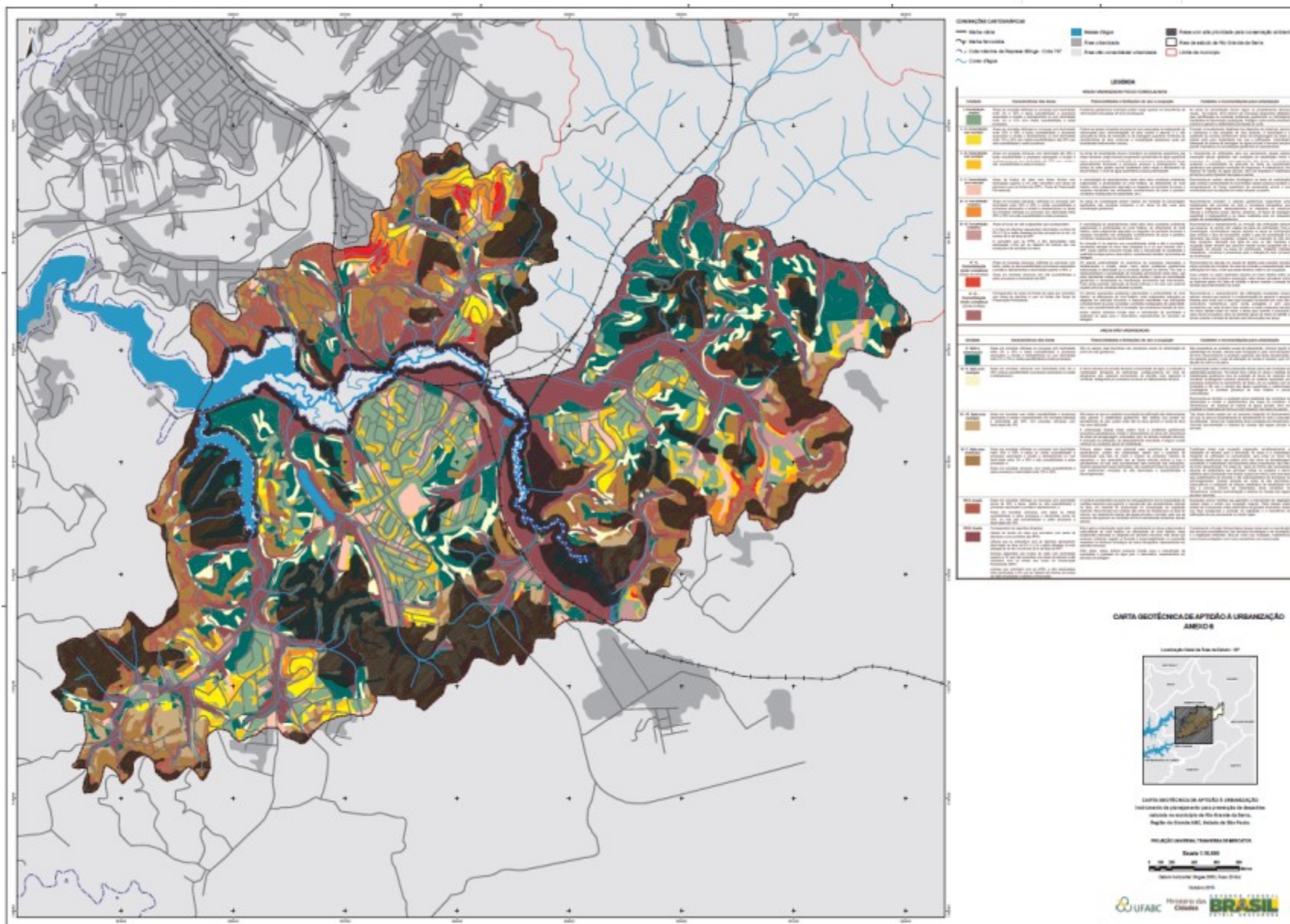


CGAU em área piloto de Ouro Preto/MG. **Fonte:** Sobreira e Souza, 2013.

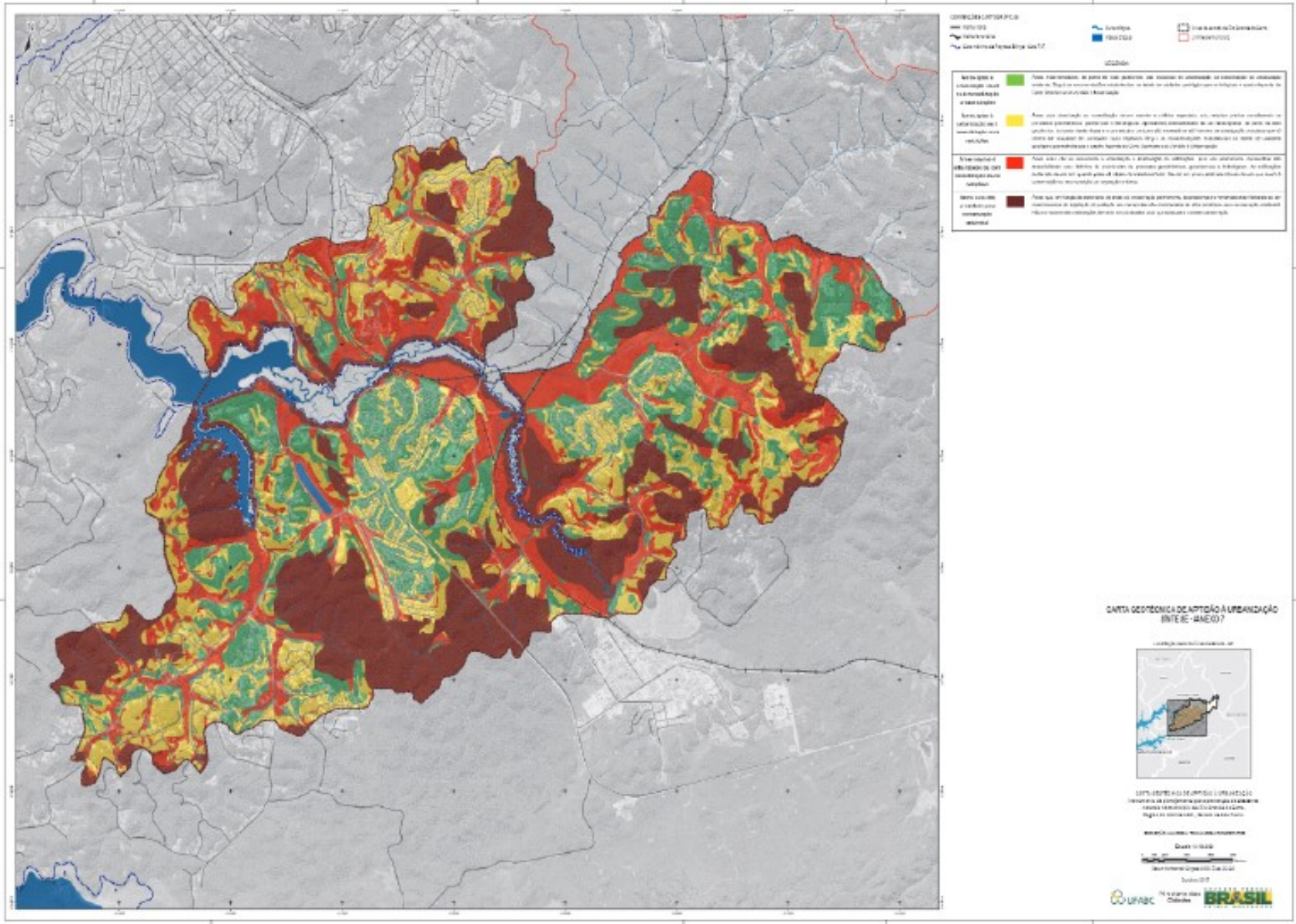
CGAU de Magé/RJ - 1:30.000 - 2015 (carta integrada: detalhada e síntese - CPRM)



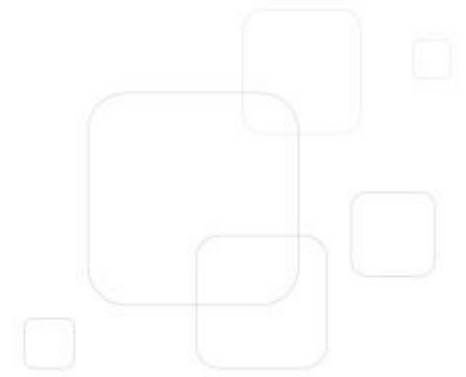
CGAU de Rio Grande da Serra/SP - 1:10.000 - 2015 (carta detalhada - UFABC)



CGAU de Rio Grande da Serra/SP - 1:10.000 - 2015 (carta síntese - UFABC)



Sumário



1. Carta de suscetibilidade
2. Carta de aptidão à urbanização
- 3. Mecanismos de acesso e viabilização**

Mecanismo de acesso

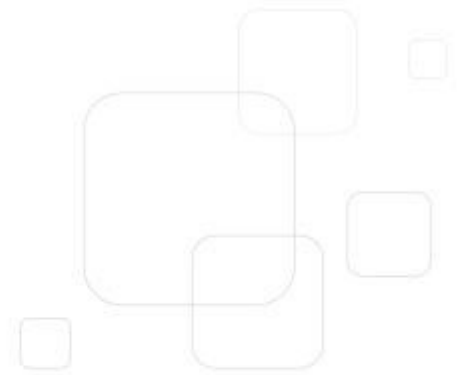
Disponibilização de CGs em *sites* na internet

- CPRM/Serviço Geológico do Brasil
- Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil-SP
- Datageo/SIMA-SP
- Plataforma IPT Municípios
- Idesp/Emplasa (v. IGC-SP)
- Universidades (UFOP, UFABC, UFPE, UFSC, UFRGS, USP, UNICAMP, UNESP, ...)
- Instituto Geológico/SIMA-SP
- Serviços geológicos estaduais
- Prefeituras Municipais

Mecanismos de viabilização

Apoio e/ou financiamento

- CPRM/Serviço Geológico do Brasil
- Ministério do Desenvolvimento Regional (v. ex-Ministério das Cidades)
- Secretaria de Desenvolvimento Regional-SP (v. Patem/SDE-SP)
- Comitês de Bacia Hidrográfica - CBHs
- Prefeituras Municipais



Grato pela atenção!

Omar Yazbek Bitar

Labgeo/CTGeo – IPT

omar@ipt.br



Programação:

Palestra 1 - Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil. Finalidades da carta geotécnica. Obrigatoriedade de elaboração. Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação. Exemplos - Carlos Geraldo Luz de Freitas - 9h-9h45'

Palestra 2 - Carta de suscetibilidade. Carta geotécnica de aptidão à urbanização. Mecanismos de acesso e viabilização. Exemplos. – Omar Yazbek Bitar - 9h45'-10h30'

Palestra 3 - Cartografia digital e geoprocessamento na elaboração de cartas geotécnicas. Exemplos. – Priscilla Moreira Argentin -10h30'-11h15'

Palestra 4 - Uso das cartas geotécnicas no planejamento municipal. Instrumentos e requisitos legais correlatos. Aplicações potenciais. Exemplos. Priscila Ikematsu 11h15' -12h

Cartografia Digital

- **Cartografia:** representar graficamente a superfície terrestre → MAPA
- **Cartografia Digital:** produzir mapas utilizando as tecnologias eletrônicas
- **Geoprocessamento:** processamento informatizado de dados georreferenciados.

Cartografia Digital

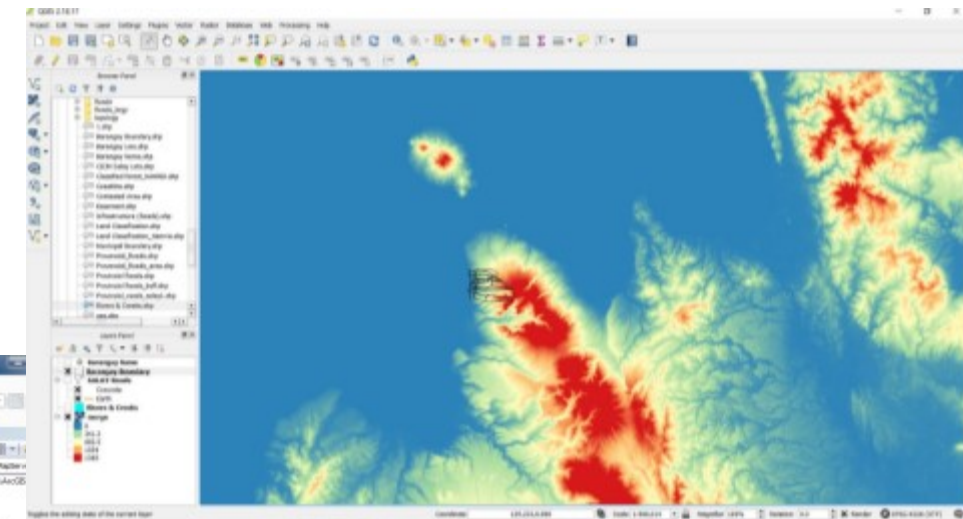
- **Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - *Geographic Information System*)** é um sistema de hardware, software, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.



Softwares de SIG

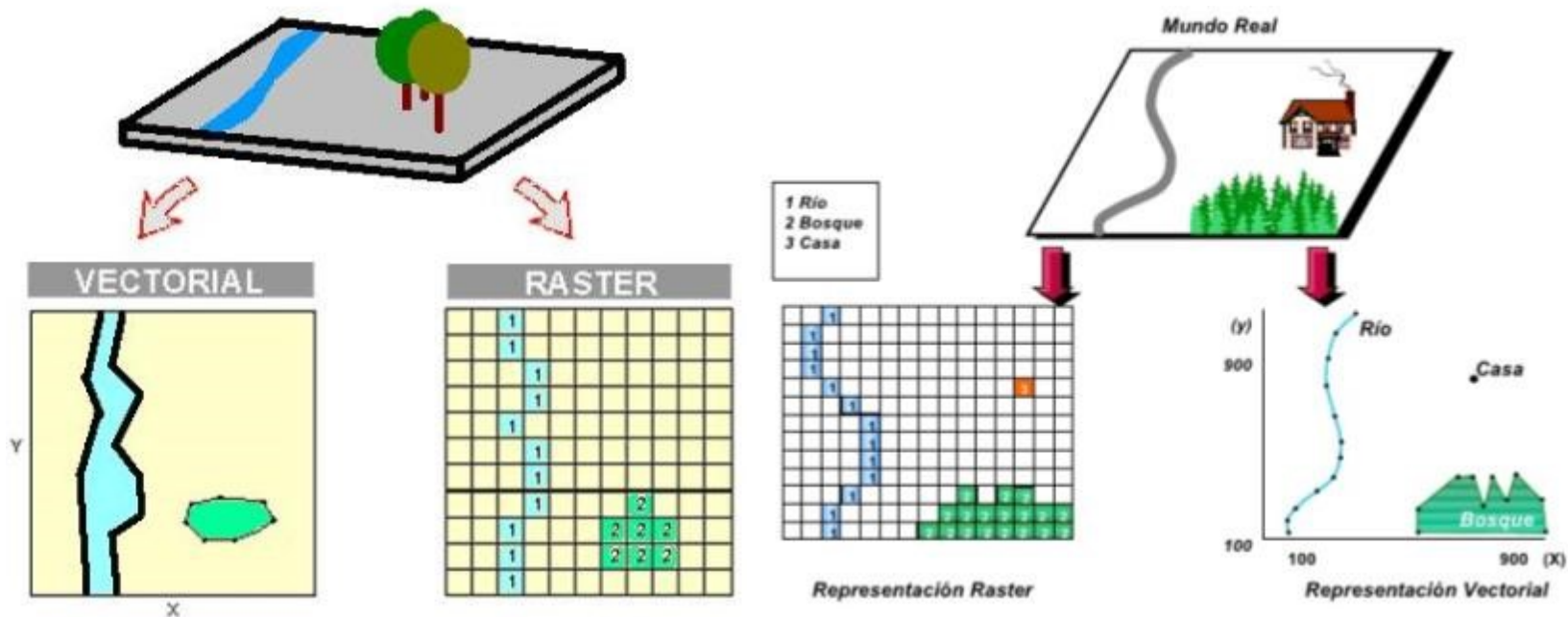
Os softwares mais utilizados são:

- ArcGIS (pago)
- QGIS (grátis)



Tipos de dados geográficos

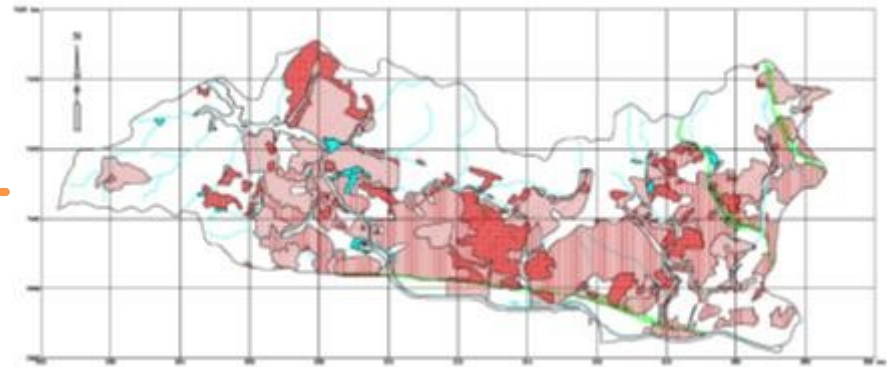
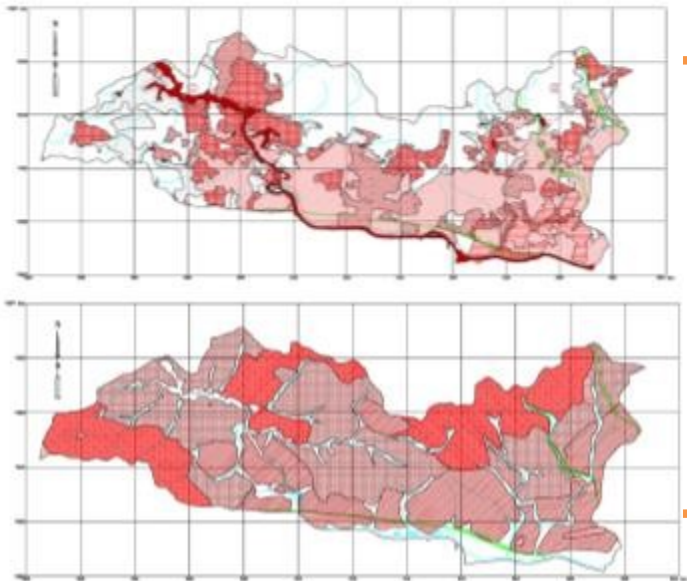
- **Raster (ou matricial):** uma grade formada por pixels. Cada pixel tem um valor e localização.
- **Vetor:** pontos, linhas ou polígonos. Podem ter vários atributos, além da localização.



Cartografia Digital no IPT

- No IPT primeiro trabalho com SIG em 1993
- Projeto Tietê/Pinheiros
- Digitalização de dados e SIG nos cruzamentos:

**uso e ocupação do solo x meio físico =
mapa de erosão efetiva**



Tipos de Cartas Geotécnicas

Suscetibilidade

- ❑ Escala de menor detalhe (1:25.000 ou 1:50.000);
- ❑ Abrange todo o município;
- ❑ Suscetibilidade a Inundação, Movimentos gravitacionais de massa, Corridas e enxurradas.

Aptidão à Urbanização

- ❑ Escala com mais detalhe (1:10.000);
- ❑ Área de expansão urbana do municípios;
- ❑ Foco no planejamento e expansão urbana.

Risco

- ❑ Escala de maior detalhe (1:1.000 ou 1:2.000);
- ❑ Áreas restritas e com ocupação;
- ❑ Foco no problema (deslizamento / inundação / etc.).

- Todas podem ser feitas com cartografia digital.
- Diferentes dados podem ser utilizados, de acordo com as características do município.
- Importante ter **dados confiáveis** e com **escalas coerentes** com a carta que será produzida!

Algumas fontes de dados

- DataGeo (<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>)
- IBGE (https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)

The screenshot shows the DataGeo website, titled "Sistema Ambiental Paulista". The main heading is "Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo - IDEA-SP" and "Base Territorial Ambiental Unificada". Below the heading, there are several sections:

- Visualização por Assunto:** A row of logos for various environmental data systems: IGC, NATCINTES, RQA, FIS, LICENÇA, IPT, and SICAR-SP.
- Temas Mais Pesquisados:** A word cloud of environmental topics such as "mananciais", "saneamento", "poluição", "proteção", "águas", "matas", "reservatórios", "zonamento", "vegetação", "bota", "lei", "planos", "gestão", "qualidade", "ocupação", "municípios", "ICMUS", "ordenamento", "barragem", "proteção", "vegetação", "bota", "lei", "planos", "gestão", "qualidade", "ocupação", "municípios", "ICMUS", "ordenamento", "barragem".
- Últimas Atualizações:** A section with news items, including "DL Nº 55.342 - 13/01/2010 - Regulamenta dispositivos da LE 13.579/2009 que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Bilíngas (APRM-B)".

The screenshot shows the IBGE website, titled "Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística". The main heading is "DOWNLOADS" and "geociências". Below the heading, there is a search bar and a list of categories:

- atlas
- cartas_e_mapas
- imagens_de_territorio
- informacoes_ambientais
- informacoes_sobre_posicionamento_geodesico
- metodos_e_outras_documentos_de_referencia
- modelos_digitais_de_superficie
- nomes_geograficos
- organizacao_da_territorio
- produtos_educacionais
- recortes_para_fins_estatisticos



Cartas de Suscetibilidade

Materiais básicos:

- **MDT**

MDT – Modelo Digital de Terreno, desconsidera a vegetação e construções

MDS/MDE – Modelo Digital de Superfície / Elevação, considera vegetação e construções

- **Ortofotos ou imagens de satélite**

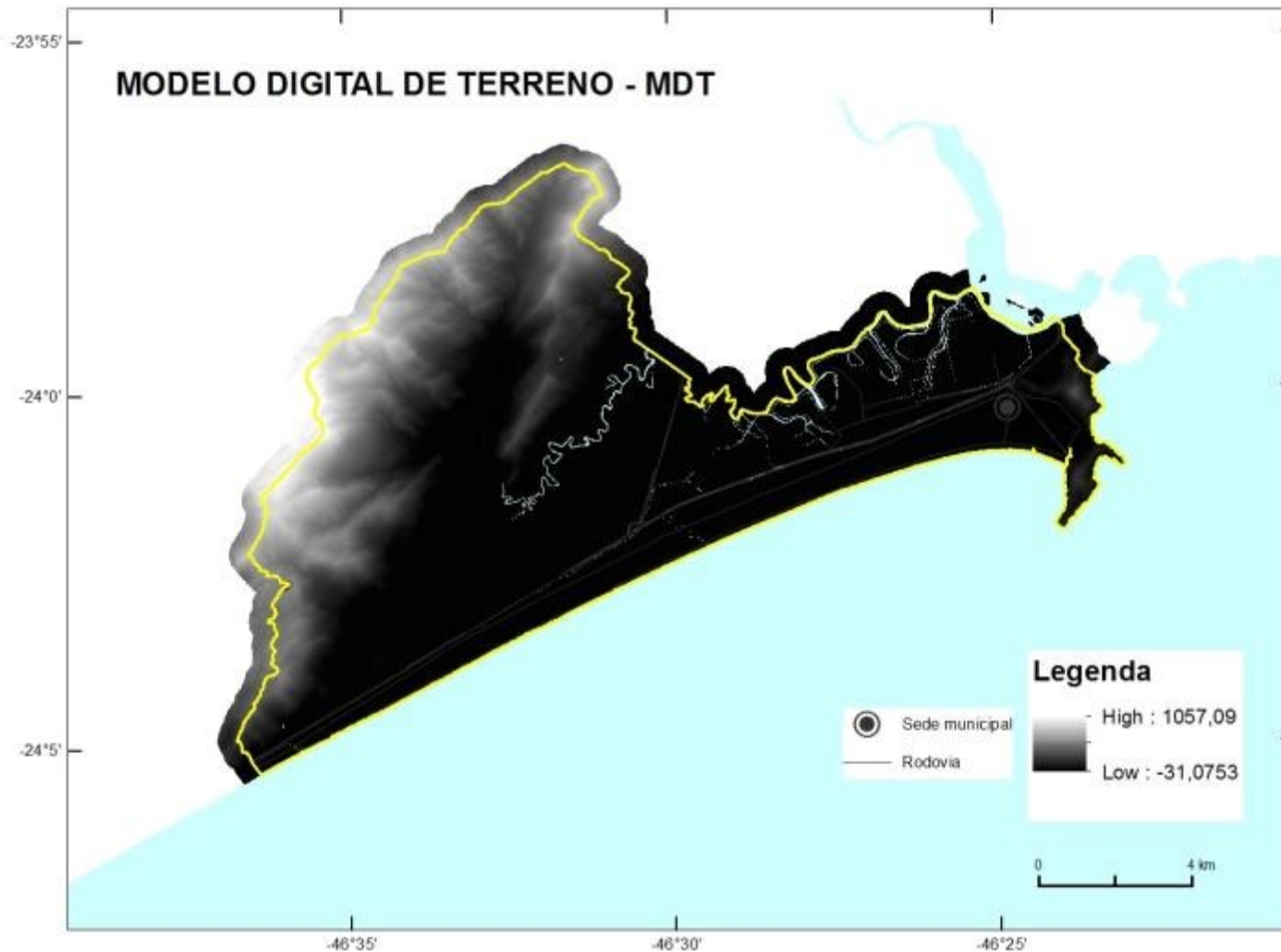
Materiais auxiliares:

- Hidrografia;
- Limites;
- Geologia, etc.

Processo detalhado na Nota Técnica Explicativa:

http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16588/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf?sequence=1

Modelo Digital de Terreno - MDT



Elaborado a partir das curvas de nível e pontos cotados.

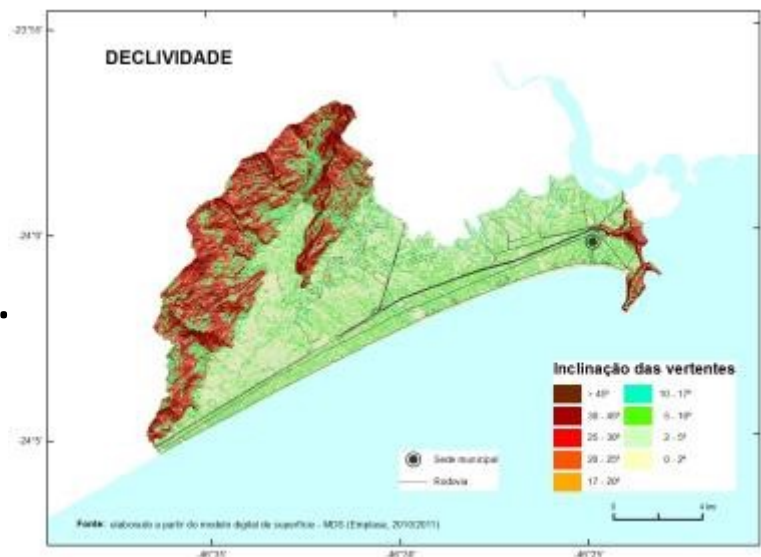
Ortofotos ou imagens de satélite



Cartas de Suscetibilidade

Produtos que geramos, que são utilizados na produção das suscetibilidades:

- Relevo Sombreado (a partir do MDT);
- Declividade (a partir do MDT);
- Padrões de relevo (fotointerpretação);
- Feições (fotointerpretação);
- Lineamentos (fotointerpretação); e
- Áreas urbanizadas (fotointerpretação).



Padrões de relevo

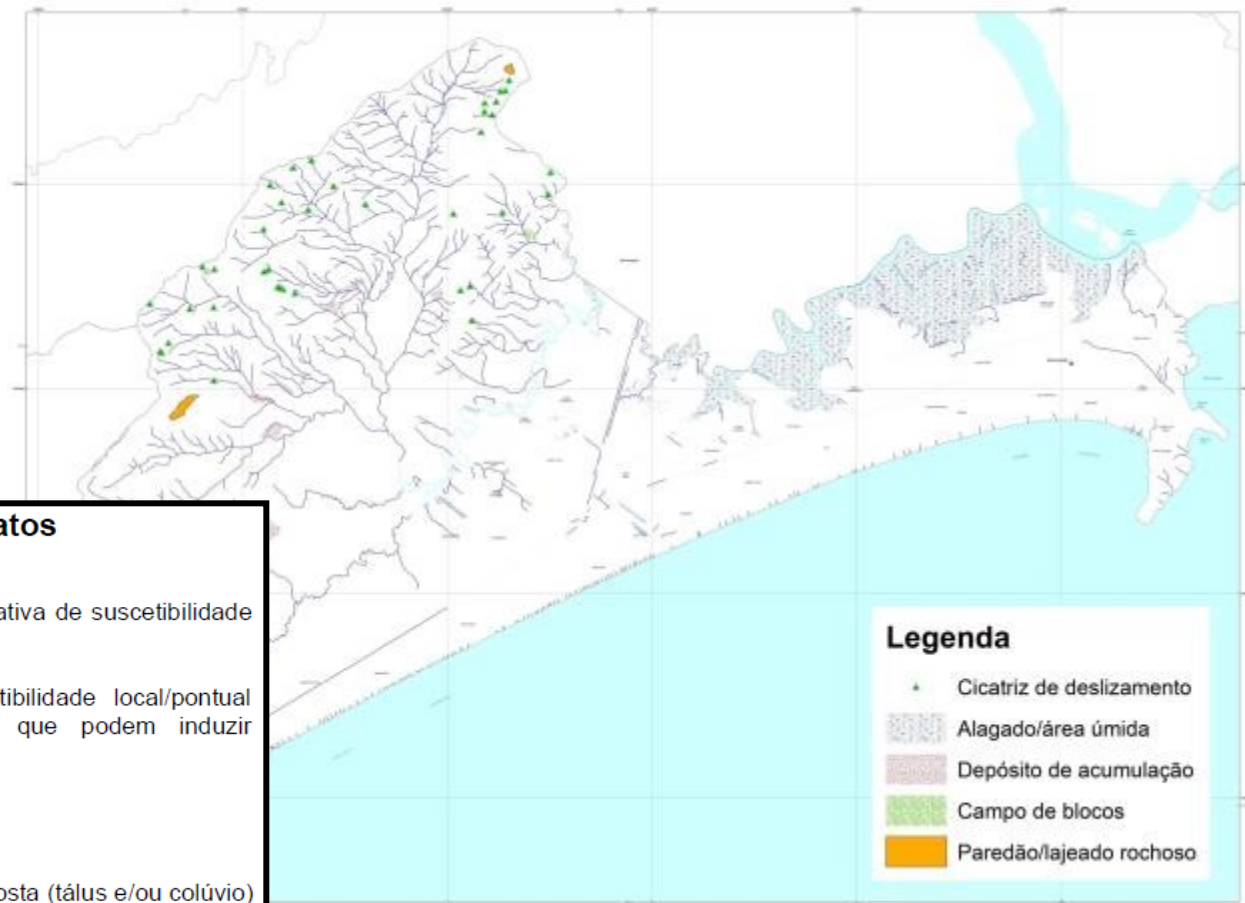
Padrão de relevo	Amplitude predominante (m)	Declividade predominante	
		(Graus)	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Planícies e terraços fluviais e marinhos	< 20	< 5	< 8
Planícies fluviomarinhas (mangues)	< 5	< 2	< 5
Campos de dunas	< 40	< 5	< 8
Tabuleiros costeiros	40 a 70	< 11,3	< 20
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotos baixos	40 a 50	> 16,7	> 30
Morrotos	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morrotos altos	60 a 90	16,7 a 21,8	30 a 40
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30
Serras	> 300	> 16,7	> 30
Escarpas	100	31	60



Fotointerpretação, utilizando como base:

- Relevo sombreado;
- Curvas de nível; e
- Amplitude;
- Ortofotos / imagens de satélite.
- Declividade;
- Hidrografia;

Feições



Feições e processos correlatos

▲ 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 à movimentação lenta (rastejo) ou rápida (deslizamento)



Campo de blocos rochosos suscetível a quedas, rolamentos ou tombamentos



Paredão/lajeado rochoso suscetível a quedas ou deslocamentos

Obs: Feições obtidas por meio de fotointerpretação e análise do relevo sombreado gerado a partir do modelo digital de superfície - MDS (Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina, 2013) com iluminação artificial (azimute 45° e inclinação 45°).

Legenda

- ▲ Cicatriz de deslizamento
- ▲ Ravina/boçoroca
- Alagado/área úmida
- Depósito de acumulação
- Campo de blocos
- Paredão/lajeado rochoso

Fotointerpretação, utilizando como base:

- Relevo sombreado;
- Hidrografia;
- Geologia;
- Ortofotos / imagens de satélite.

Lineamentos

Representam características do terreno em superfície e que representam estruturas geológicas observáveis a partir de feições morfológicas (drenagens, mudanças bruscas de relevos e arranjos espaciais de topos de morro).

Fotointerpretação,
utilizando como base:

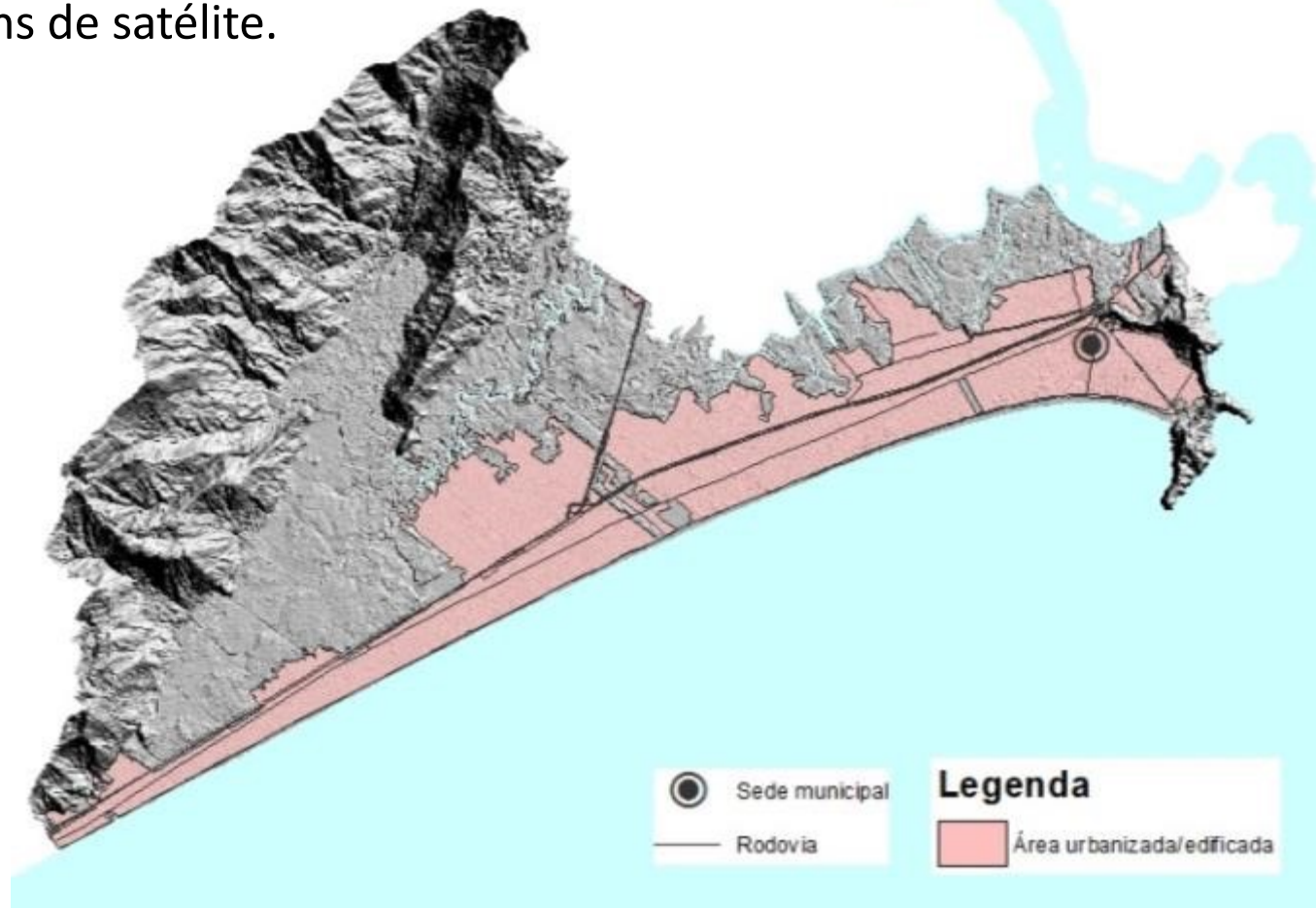
- Relevo sombreado;
- Hidrografia;
- Geologia;
- Ortofotos / imagens de satélite.



Área Urbanizada edificada

Fotointerpretação, utilizando como base:

- Relevo sombreado; e
- Ortofotos / imagens de satélite.



Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa

- Áreas com características geomorfológicas e geológicas semelhantes às de locais afetados por deslizamentos são propensas a novas ocorrências (FELL *et al.*, 2008).
- Modelagem estatística para poder aplicar em diversos municípios.
- Para cada região mapeada é feita uma **matriz de modelagem**, que relaciona os fatores predominantes no local e os deslizamentos.
- Escolhe-se uma **área piloto**, para cada matriz de modelagem, onde são mapeadas todas as cicatrizes de deslizamentos (fotointerpretação).

Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa

Relação entre os **parâmetros** que refletem a influência combinada de aspectos geomorfológicos, hidrológico-pedológicos e geológicos:

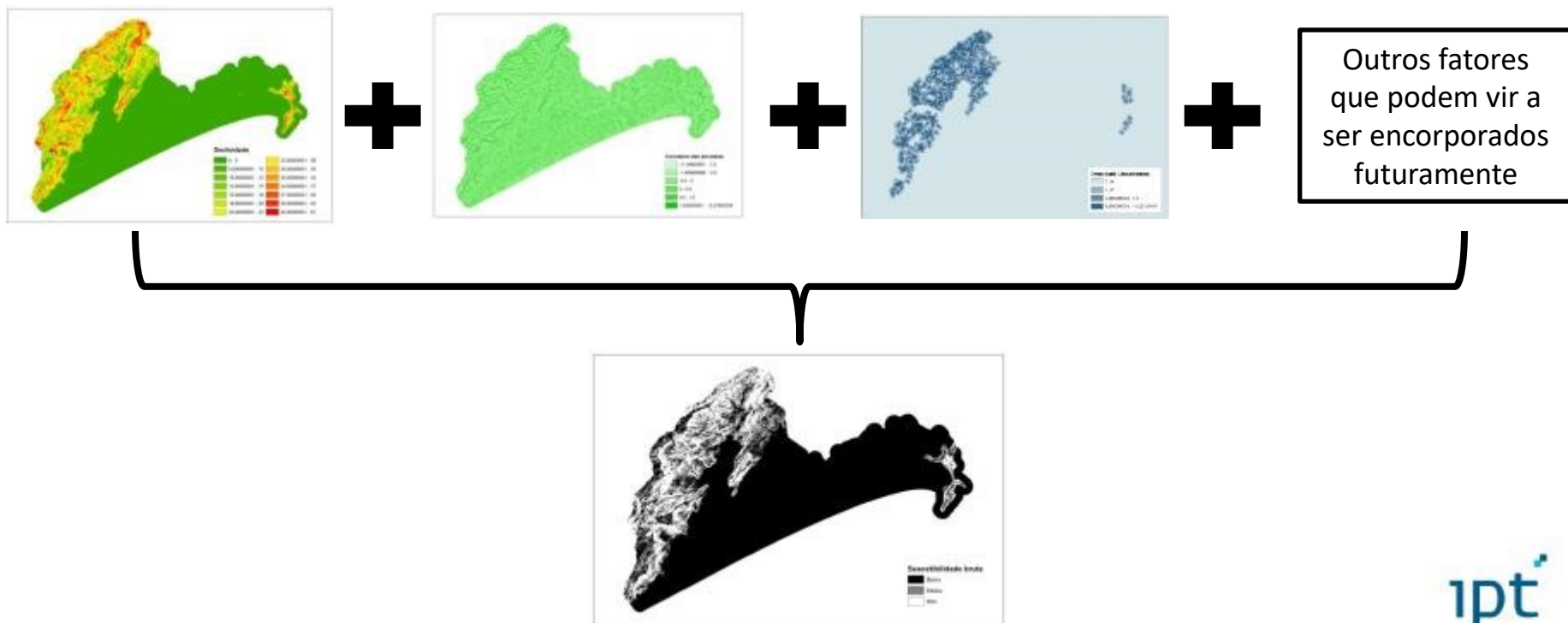
- Declividade
- Curvatura das encostas
- Densidade de lineamentos

- Cada parâmetro é dividido no maior número de classes possível, com representatividade espacial e significado geológico-geomorfológico.

- Para avaliar a relação entre deslizamentos e cada parâmetro é calculada a densidade de cicatrizes em cada uma das suas classes e são aplicadas algumas fórmulas estatísticas, resultando **no Índice de Suscetibilidade a Deslizamentos (ISD)**.

Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa

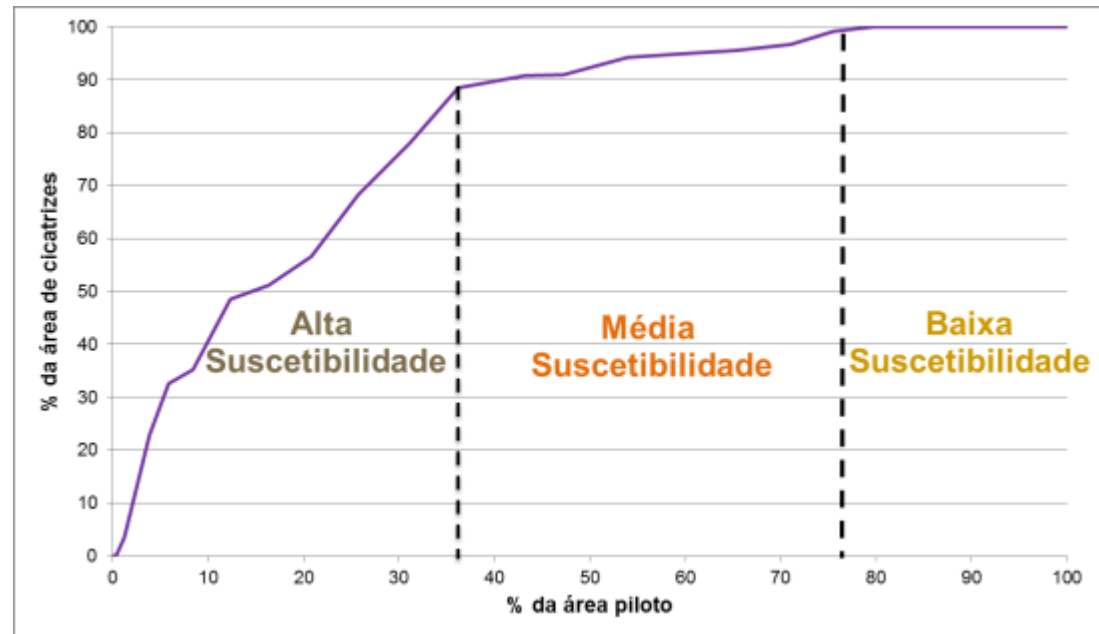
Declividade, curvatura de encosta e densidade de lineamentos são reclassificados segundo os valores de ISD e somados, gerando uma primeira suscetibilidade.



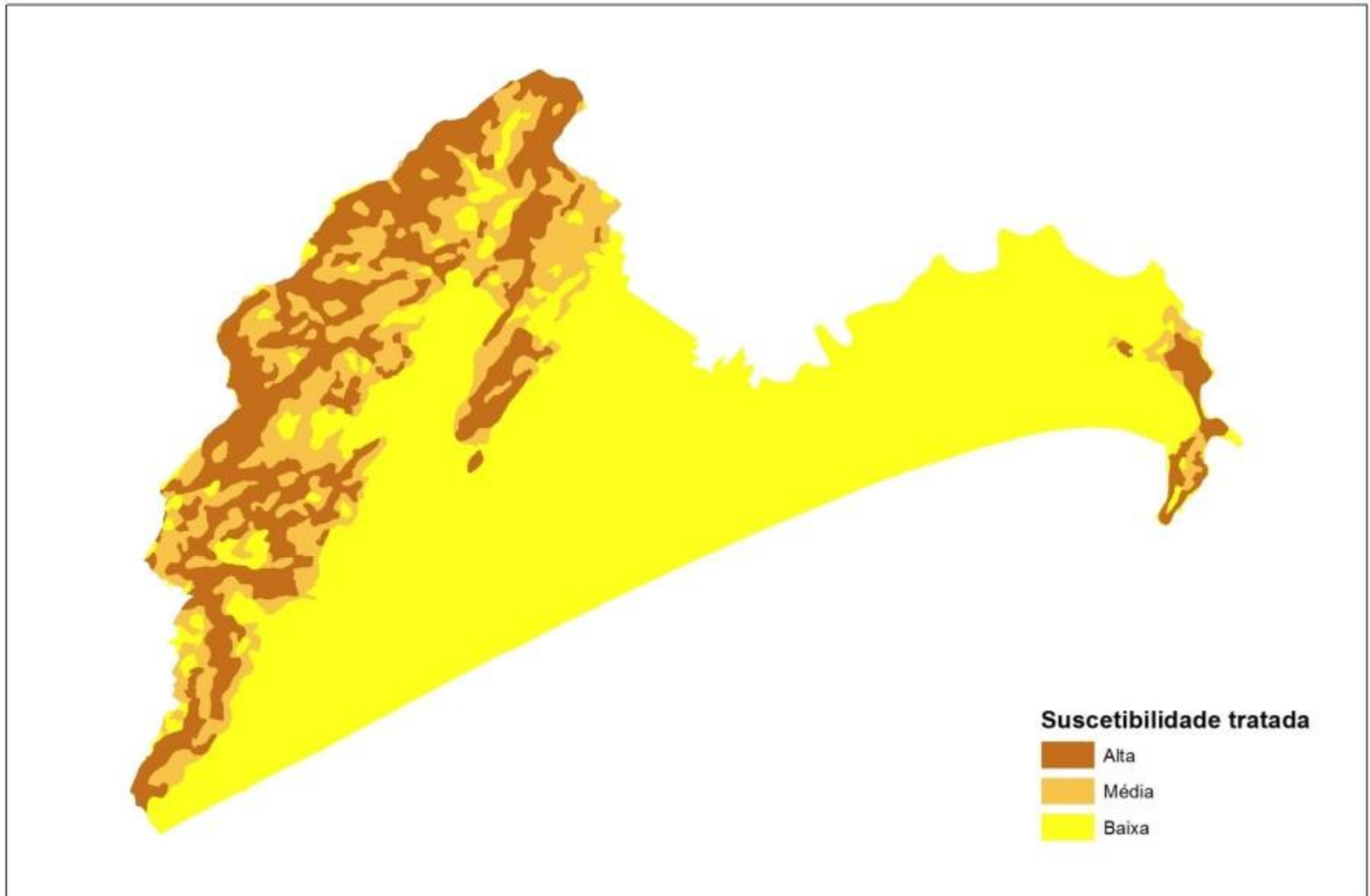
Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa

- Para definir as classes de suscetibilidade (alta, média e baixa) busca-se incluir o maior número de deslizamentos nas classes mais altas, em uma área mínima.
- A partir de curvas que relacionam a área de ocorrência de deslizamentos com cada área piloto, segundo sua suscetibilidade.




- ▶ **Alta:** limite superior da curva (~90% dos deslizamentos),
- ▶ **Média:** abrangência dos demais deslizamentos na área piloto, ~100% da área das cicatrizes mapeadas.
- ▶ **Baixa:** demais áreas, cuja ocorrência de deslizamentos na área piloto tende a ser desprezível.



Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa



Quadro-legenda A - Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

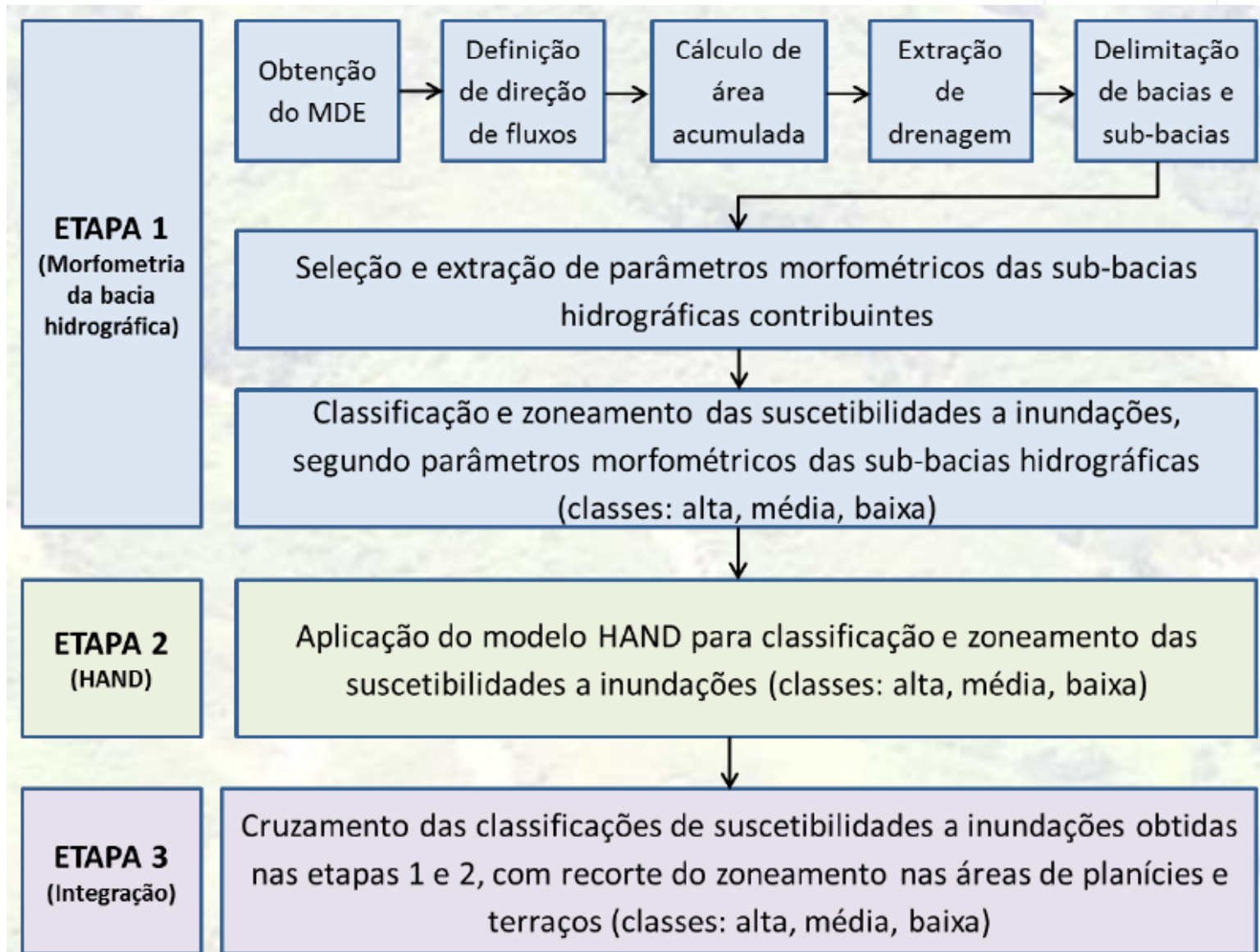
Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área		Área urbanizada/edificada	
			km ²	% (*)	km ²	% (**)
Alta		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: escarpas e morros altos; • Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; • Amplitudes: 40 a 500 m; • Declividades: > 25°; • Litologia: Migmatitos diversos; • Densidade de lineamentos/estruturas: alta; • Solos: pouco evoluídos e rasos; e • Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo. 	33,9	23,0	0,03	0,1
Média		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: escarpas e morros altos; • Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; • Amplitudes: 30 a 400 m; • Declividades: 10 a 30°; • Litologia: Migmatitos diversos; • Densidade de lineamentos/estruturas: média; • Solos: evoluídos e moderadamente profundos; e • Processos: deslizamento, queda de rocha e rastejo. 	15,8	10,7	0,00	0,0
Baixa		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: planícies e terraços fluviais/marinhos e mangues; • Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; • Amplitudes: < 180 m; • Declividades: < 15°; • Litologia: Areias e argilas de mangues de sedimentos marinhos; • Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; • Solos: aluviais/marinhos; e • Processos: deslizamento e rastejo. 	97,6	66,3	37,81	99,9

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

Suscetibilidade a Inundação

- **Considera fatores permanentes:** condições dos terrenos, principalmente nas características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias que tendem a favorecer o transbordamento do nível d'água, por ocasião de chuvas intensas.
- Períodos de retorno das chuvas são compatíveis com mapas de perigo, por isso não são considerados aqui.
- Compreensão da dinâmica hidrológico-geomorfológica de forma padronizada e prática, classificando a suscetibilidade a inundações em bacias de drenagem que podem abranger vários municípios.

Suscetibilidade a Inundação



Etapa 1: Morfometria das bacias

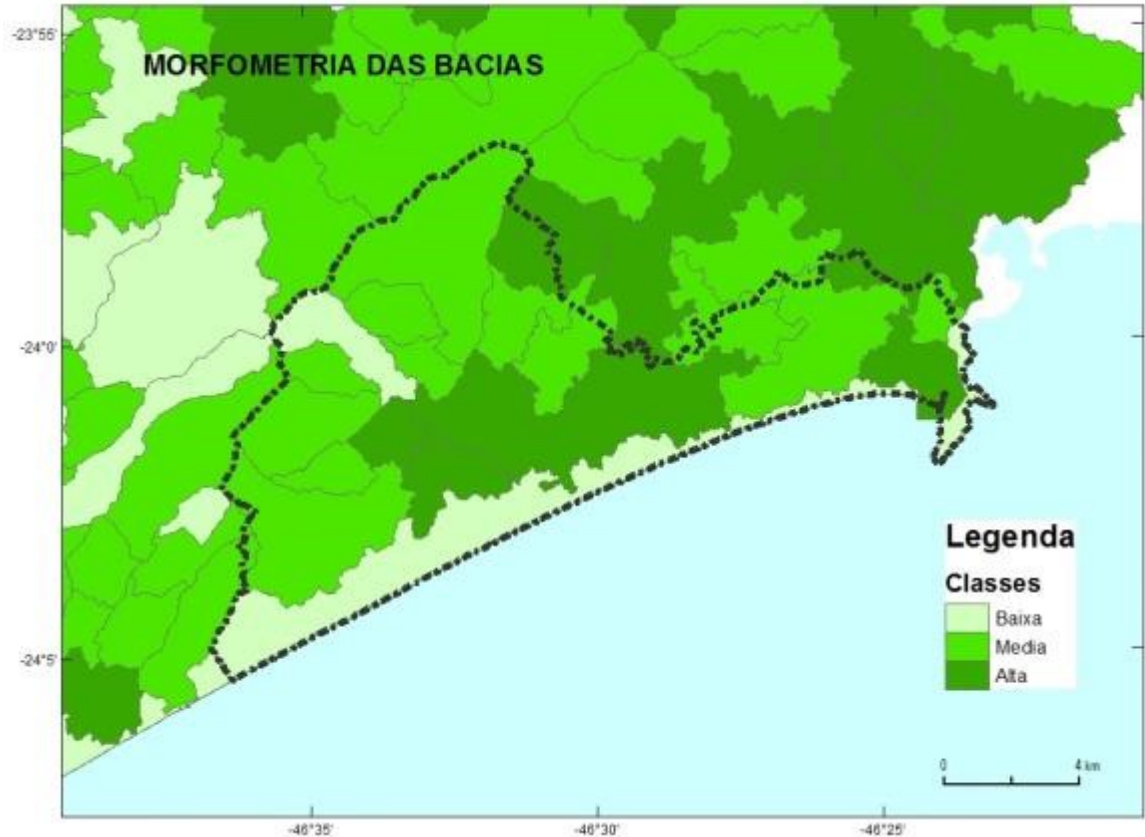
- Análise morfométrica de bacias hidrográficas: relações entre a dinâmica fluvial e os componentes do meio físico e biótico.

Tabela 5.4 - Parâmetros e índices morfométricos selecionados, contendo referência, modo de cálculo e influência possível acerca da suscetibilidade a inundações. Fonte: adaptado de Oliveira, Guasselli e Saldanha (2010).

Parâmetro/índice	Cálculo	Influência
Área de contribuição (Ac)	Extração automática em SIG	Associa-se ao volume de água que atinge o rio principal. Quanto maior Ac, maior tende a ser a suscetibilidade
Relação de relevo (Rr) (SCHUMM, 1956)	Relação entre amplitude (Δa) e comprimento do rio principal da sub-bacia (L); $Rr = \Delta a/L$	Indica velocidade de escoamento. Quanto maior Rr, mais rápido tende a ser o fluxo, reduzindo o acúmulo de água na sub-bacia
Densidade de drenagem (Dd) (HORTON, 1945)	Relação entre comprimento da drenagem (C) c/ área da sub-bacia (A); $Dd = C/A$	Quanto maior Dd, menor é infiltração de água no solo e maior tende a ser a velocidade com que a água atinge o rio
Índice de circularidade (Ic) (MÜLLER, 1953)	Relação entre a área da sub-bacia (A) e a de um círculo de mesmo perímetro (Ac); $Ic = A/Ac$	Quanto maior é o Ic, maior tende a ser a retenção de água na sub-bacia, reduzindo a velocidade de chegada da água no rio
Índice de sinuosidade (Is) (SCHUMM, 1963)	Relação entre o comprimento do canal principal (L) com a distância vetorial entre os extremos do canal (dv); $Is = L/dv$	Quanto maior o Is, menor tende a ser a velocidade do escoamento e chegada da água no rio

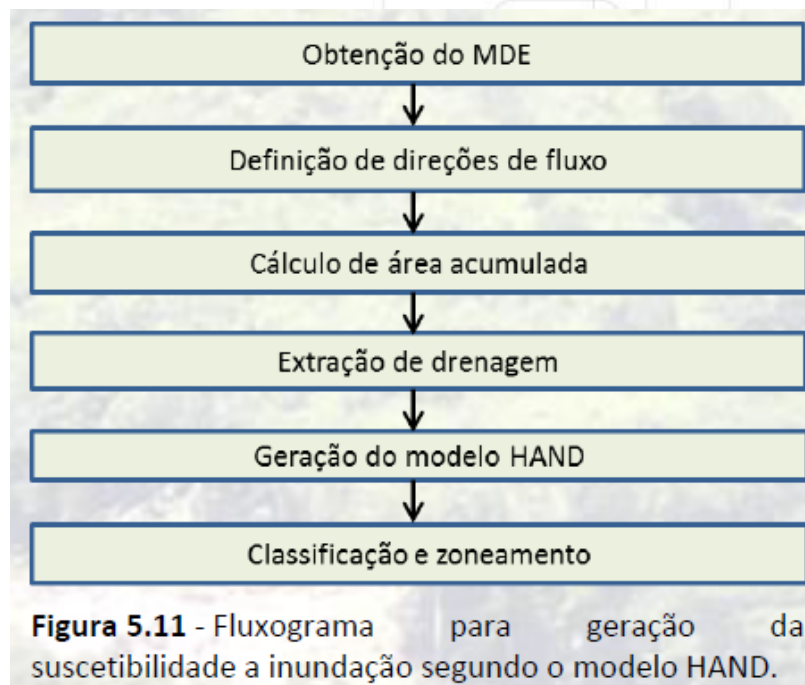
Etapa 1: Morfometria das bacias

- Essas variáveis representam, em conjunto, a influência geral em relação a inundações.
- Os valores são **normalizados** para fins de comparação de grandeza e, através de algumas fórmulas, é elaborado um índice geral para avaliar a influência de cada sub-bacia na ocorrência de inundações.
- Classificadas em baixa, média e alta suscetibilidade a inundações.



Etapa 2: Aplicação do modelo HAND

- Para a **especialização da inundação** nas planícies e terraços, utiliza-se o modelo HAND;
- **HAND** é um algoritmo que utiliza o MDT para mapear a superfície, baseando-se na distância vertical à drenagem mais próxima;
- Indica áreas suscetíveis a inundações pela análise dos desníveis topográficos e da proximidade relativa dos rios; e
- **Resultado:** indica a área onde uma cheia pode se desenvolver, em caso de haver água em excesso fluindo na superfície.



Etapa 2: Aplicação do modelo HAND

- Depois do HAND, faz-se o **fatiamento**, ou seja, à escolha das elevações (ou alturas) acima do nível médio da drenagem para as quais serão atribuídos os patamares ou classes de suscetibilidade.
- Com base nas condições geomorfológicas e pedológicas dos terrenos atribuem-se as seguintes classes:
 - **Alta:** a partir do nível normal da drenagem até o início do baixo terraço (englobando a planície aluvial atual);
 - **Média:** do início do baixo terraço até o início do alto terraço;
 - **Baixa:** a partir do início do alto terraço



HAND

-23°55'

-24°0'

-24°5'

-46°35'

-46°30'

-46°25'

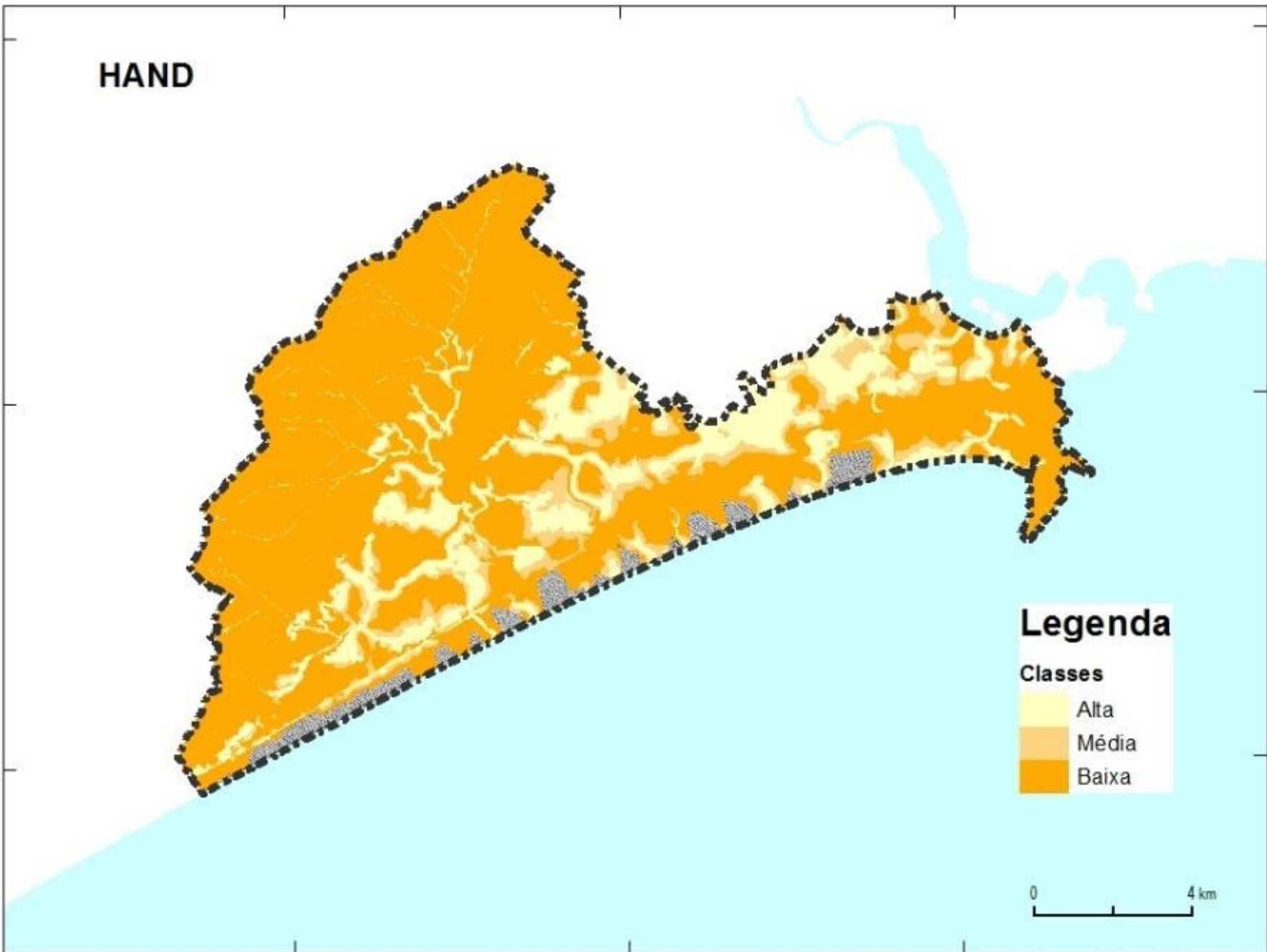
Legenda

Classes

Alta

Média

Baixa



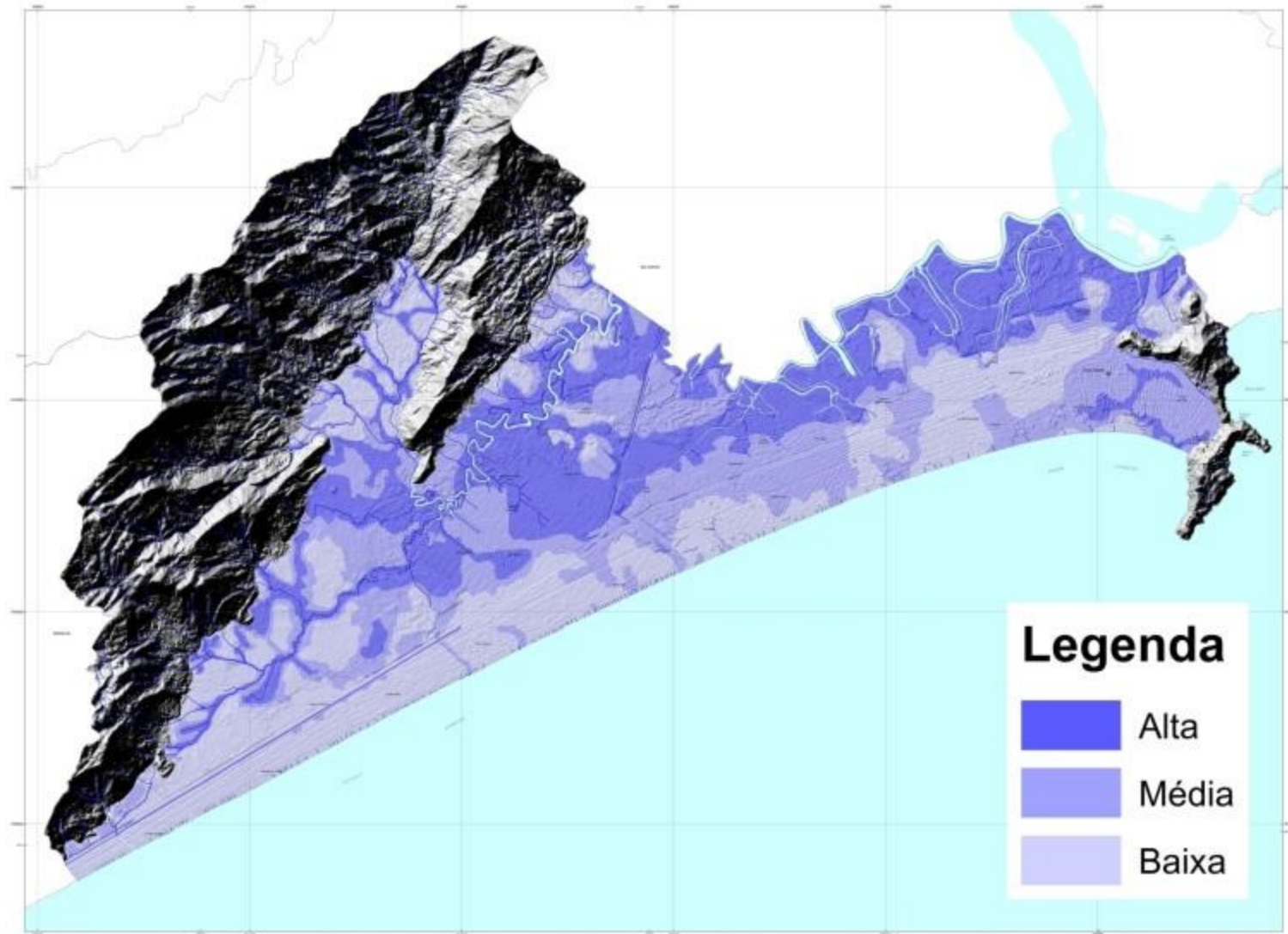
Etapa 3: Integração e recorte nas áreas de planícies e terraços

- Cruzamento entre a morfometria das bacias e o Hand, utilizando lógica booleana, que também foi validada em campo.




Índices Morfométricos \ Modelo HAND	Alta	Média	Baixa
Alta	Alta	Alta	Média
Média	Alta	Média	Baixa
Baixa	Média	Baixa	Baixa

- Os resultados obtidos são representados dentro dos limites das áreas de planícies e terraços (Padrões de Relevo).

Etapa 3: Integração e recorte nas áreas de planícies e terraços



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		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2⁰); • 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 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	29,2	19,8	6,8	18,0
Média		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: terraços fluviais/marinhos baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5⁰); • Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; • Altura de inundação: entre 1 e 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	27,6	18,7	14,7	38,9
Baixa		<ul style="list-style-type: none"> • Relevo: terraços fluviais/marinhos altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5⁰); • Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; • Altura de inundação: acima de 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	30,0	20,4	16,2	42,9

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

Suscetibilidade a Corrida e Enxurrada

Critérios e parâmetros para análise de bacias de drenagem suscetíveis a:

Corridas de massa e enxurrada

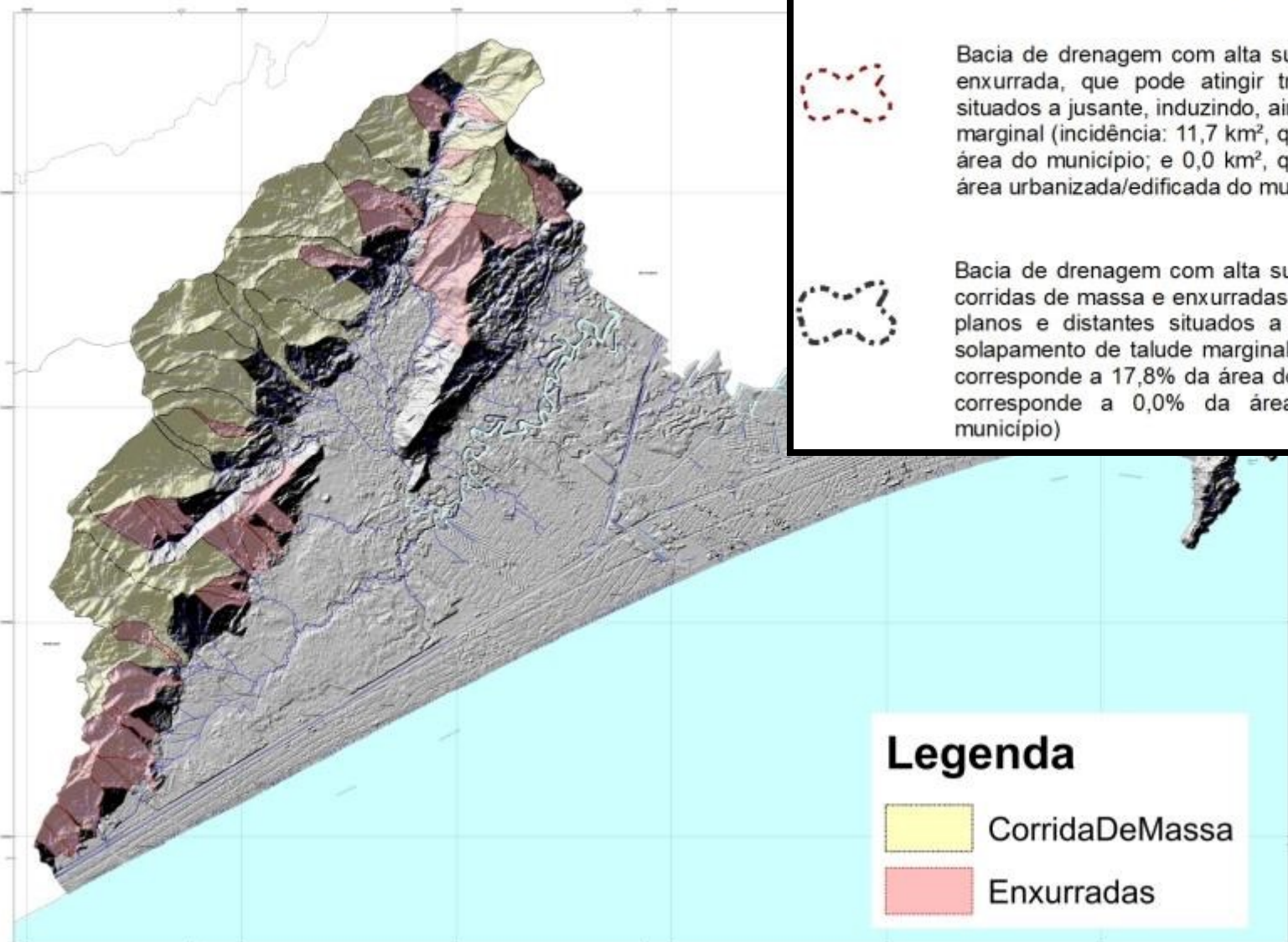
- Unidades de relevo serrano;
- Terrenos com alta suscetibilidade a deslizamentos;
- Amplitude > 500 metros;
- Bacias de drenagem com Área < 10 km²; e
- Relação entre amplitude e área da bacia dada pelo Índice de Melton (M), onde $M = \text{Amplitude} / \text{raiz quadrada da Área}$, que deve ser > 0,3.

O valor de 0,3 para o Índice de Melton é baseado no trabalho de Wilford (2004), no qual são discutidos limiares para diferentes tipos de fluxos, incluindo as corridas de massa.

Enxurrada

- Unidades de relevo serrano e/ou de morros altos;
 - Amplitude > 300 metros; e
 - Bacias de drenagem com Área < 10 km².
-
- Utilizando **geoprocessamento**, aplica-se esses critérios a área estudada, delimitando as bacias suscetíveis a cada processo.
 - Não incluem os setores planos e distantes situados a jusante e que poderão ser afetados com o desenvolvimento dos processos.

Suscetibilidade a Corrida e Enxurrada



Corridas de Massa e Enxurradas





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 (incidência: 11,7 km², que corresponde a 7,9% da área do município; e 0,0 km², que corresponde a 0,0% da área urbanizada/edificada do município)

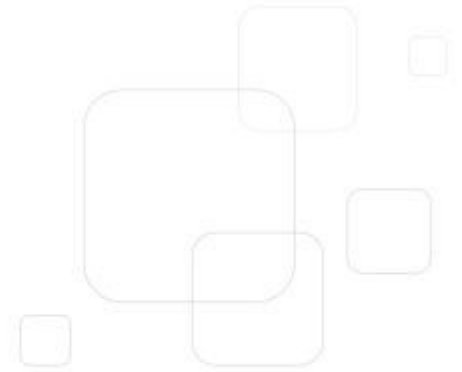


Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de corridas de massa e enxurradas, que podem atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, solapamento de talude marginal (incidência: 26,3 km², que corresponde a 17,8% da área do município; e 0,0 km², que corresponde a 0,0% da área urbanizada/edificada do município)

Legenda

-  CorridaDeMassa
-  Enxurradas

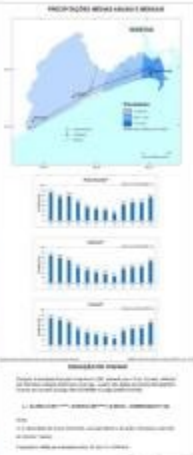
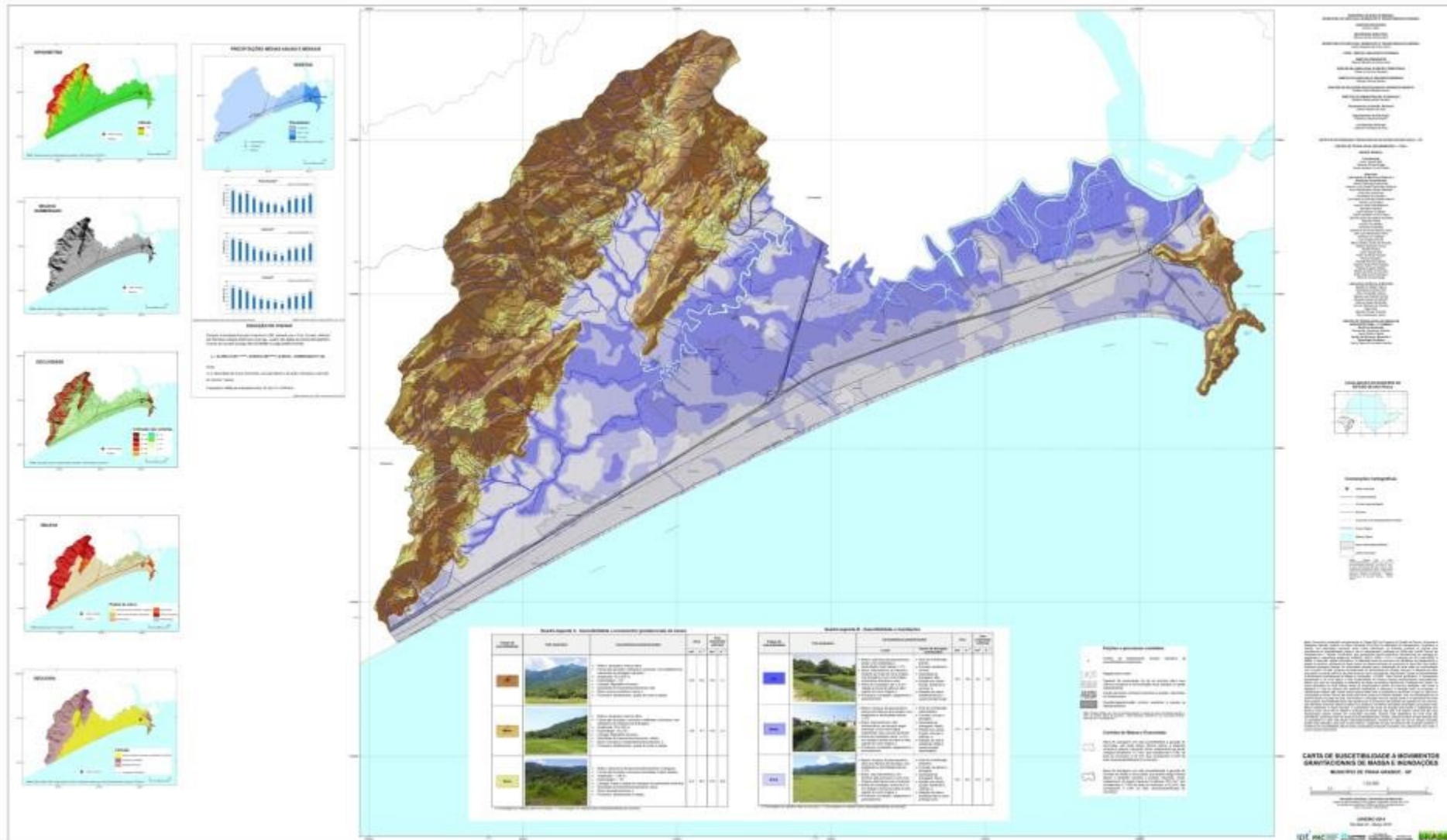
Cartas de Suscetibilidade



Trabalho de campo para:

- Verificação das classes e parâmetros;
- Verificação das feições fotointerpretadas;
- Verificação das bacias de drenagem; e
- Ajustes no zoneamento.

Cartas de Suscetibilidade



SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL					SUSCETIBILIDADE SOCIAL				
Classe	Descrição	Impacto Ambiental	Impacto Social	Classe	Descrição	Impacto Ambiental	Impacto Social		
Alta		Alta			
Média		Média			
Baixa		Baixa			

NOTA

Este mapa foi elaborado com base em dados fornecidos pelo usuário e não representa a responsabilidade da equipe técnica.

Este mapa foi elaborado com base em dados fornecidos pelo usuário e não representa a responsabilidade da equipe técnica.

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A INCIDENTES SANITACIONAIS DE MASSA E IRRADIAÇÕES

MINISTÉRIO DE SAÚDE - SUS

Cartas de Suscetibilidade

Disponíveis em:

- Site CPRM (todo Brasil)

<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-5379.html>

- Datageo (Estado de São Paulo, feitas pelo IPT)

<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=IPT>

SERVÍÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

GEOCIÊNCIAS ACESSO À INFORMAÇÃO

O que você procura?

Mapa Inicial | Gestão Territorial | Prevenção de Desastres

Arquitetura | Gestão, Meio Ambiente e Saúde | Gestão Aplicada | Prevenção de Desastres | Ações Básicas | Gestão Territorial | Defesa do Conhecimento

Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações

As cartas de suscetibilidade são documentos cartográficos que representam a possibilidade do ocorrência de um determinado evento, que no caso deste projeto está relacionado à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e inundações.

A elaboração das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações está prevista no [Plano Territorial de Defesa de Riscos e Emergência e Resposta](#) (LDBR) - Com início em agosto de 2012, os municípios do território brasileiro iniciaram a cartografia das zonas em risco.

O levantamento ocorreu numa abordagem multidisciplinar em caráter, e qual posteriormente é validado em trabalho de campo por uma equipe de pesquisadores que percorre toda a extensão do município. As áreas são classificadas em alta, média e baixa suscetibilidade a movimentos de massa e inundações.

O produto tem por objetivo gerar cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos e corridas de massa) e a processos hidrológicos (inundações e enxurradas) para toda a extensão do município, estadual ou não. As informações geradas para a elaboração de carta serão em conformidade técnica com as normas 1.00.000 (AC, AH, AJ, AL, AM e AN) e 1-25.000 (tema estado), podendo a carta eventualmente ser apresentada em outras formas.

SAIBA MAIS

PRODUTOS:

- PRODUTOS POR ESTADO
- BASE DE DADOS
- SERIAL TÉCNICO
- SALERA DE PÓDIO

DataGEO Sistema Ambiental Paulista

TEMAS TUTORIAIS PLUG-INS FAQ GLOSSÁRIO CONTATO SOBRE

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS AMBIENTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO - I D E A - S P

BASE TERRITORIAL AMBIENTAL UNIFICADA

Pesquisar Catálogo de Dados Ambientais

Consultar dados

Digite um termo ou assunto ambiental (ex: água)

[Busca Avançada](#)

Visualização por Assunto

Visualizador de Mapas

Logos: IGC, NAVEGANTES, RQA, FIS, LIGEM, IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, SICAR-SP



Grata pela atenção!

Priscilla Moreira Argentin

Labgeo/CTGeo – IPT

priscillam@ipt.br



Programação:

Palestra 1 - Histórico da cartografia geotécnica no mundo e no Brasil. Finalidades da carta geotécnica. Obrigatoriedade de elaboração. Tipos de cartas geotécnicas requeridas pela legislação. Exemplos - Carlos Geraldo Luz de Freitas - 9h-9h45'

Palestra 2 - Carta de suscetibilidade. Carta geotécnica de aptidão à urbanização. Mecanismos de acesso e viabilização. Exemplos. – Omar Yazbek Bitar - 9h45'-10h30'

Palestra 3 - Cartografia digital e geoprocessamento na elaboração de cartas geotécnicas. Exemplos. – Priscilla Moreira Argentin -10h30'-11h15'

Palestra 4- Uso das cartas geotécnicas no planejamento municipal. Instrumentos e requisitos legais correlatos. Aplicações potenciais. Exemplos. Priscila Ikematsu 11h15' -12h

Utilização das cartas geotécnicas na prevenção de desastres e no planejamento e gestão municipal

Cartas de suscetibilidade



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

Cartas de aptidão à urbanização



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

Cartas de risco



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

GUIA IPT



http://www.ipt.br/guia_cartas_geotecnicas.pdf

Utilização das cartas geotécnicas na prevenção de desastres e no planejamento e gestão municipal

Cartas de suscetibilidade



ESCALA > 1:25.000

Estudos regionais/
Ordenamento territorial



Cartas de aptidão à urbanização



ESCALA > 1:10.000

Planejamento urbano/
Planos diretores



Cartas de risco



ESCALA > 1:2.000

Planejamento urbano/
Prevenção e emergência



GUIA IPT



http://www.ipt.br/guia_cartas_geotecnicas.pdf

Utilização das cartas geotécnicas na prevenção de desastres e no planeamento e gestão municipal



Exemplos: Experiência IPT



1. CGAU NO PLANO DIRETOR

Art. 42-A.

[...] o plano diretor dos Municípios deverá conter:

“mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos”.

CGAU

PROPOSTA DE
MACROZONE
AMEN



**Alterada em 2012 pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC*

Art. 42-B.

Os Municípios que pretendam ampliar o seu perímetro urbano após 2012 deverão elaborar projeto específico contendo:

“mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos”.

CGAU

REVISÃO DO
PERÍMETRO
URBANO



Subsídios ao Plano Diretor Municipal – PDM Município de Monteiro Lobato-SP

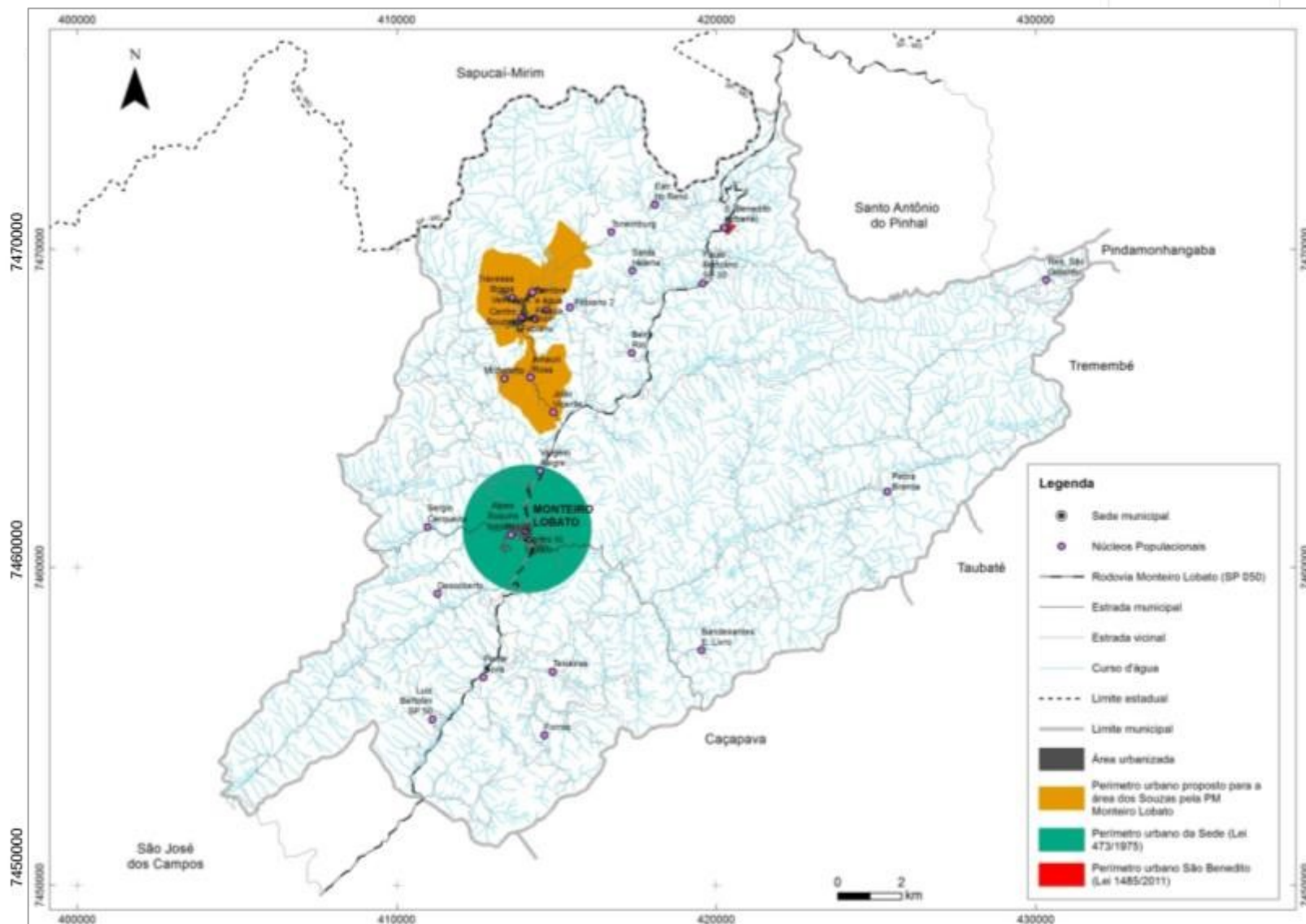
**Projeto – Patem/SDE e Prefeitura
Municipal de Monteiro Lobato**

1.1 Revisão do perímetro urbano municipal

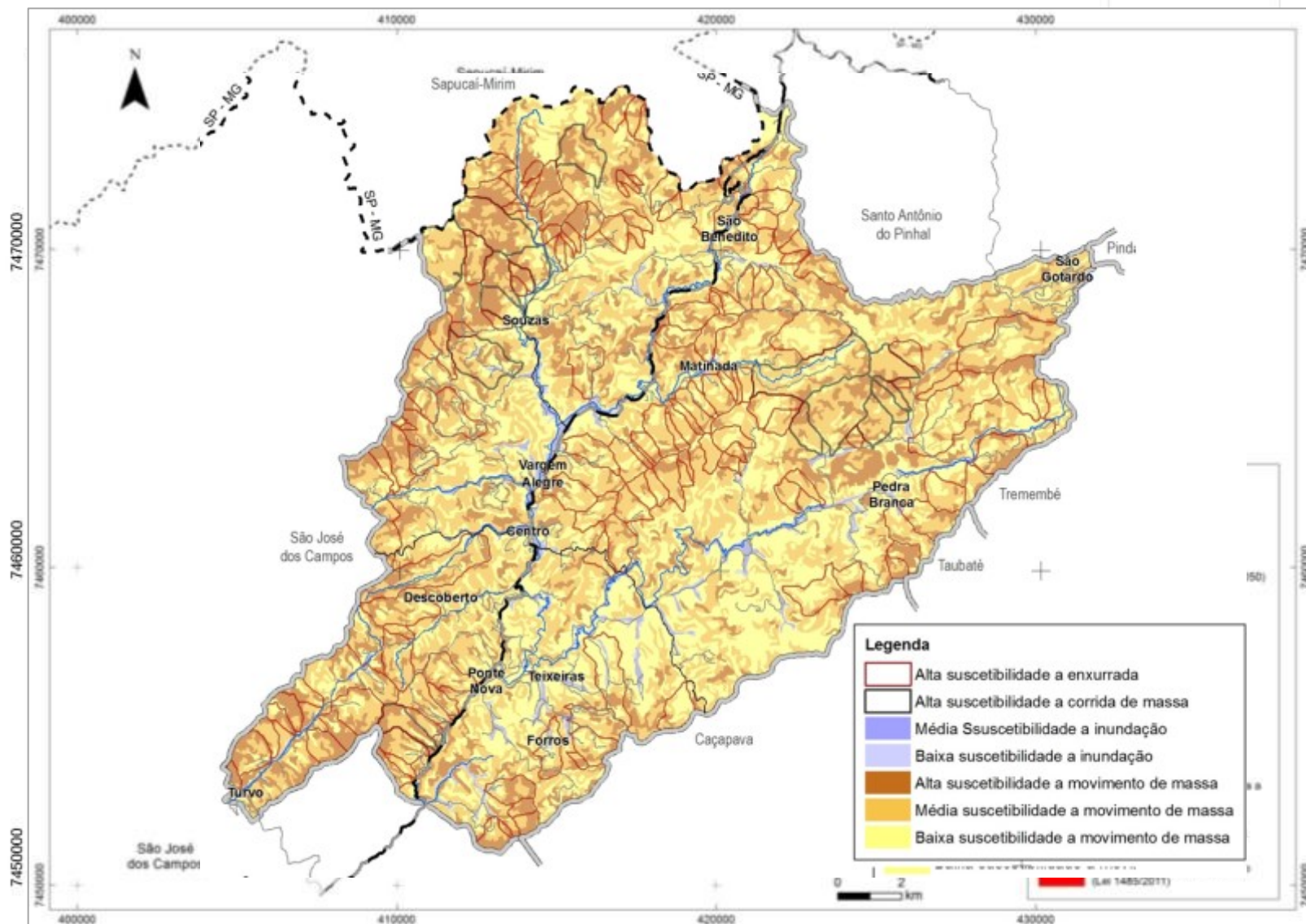
- Os critérios para delimitação do perímetro urbano nem sempre estão explicitados;
- Estabelecidos por leis antigas, quando não existia sistema de referência geográfica;
- Descrição imprecisa ou mesmo desconhecida: contradição entre o perímetro legalmente instituído e aqueles praticados no cotidiano municipal;
- Ampliação do perímetro urbano para aumentar a arrecadação tributária.

Carta geotécnica contribui para que não sejam feitas mudanças em prol apenas do desenvolvimento, mas priorizando a prevenção de desastres.

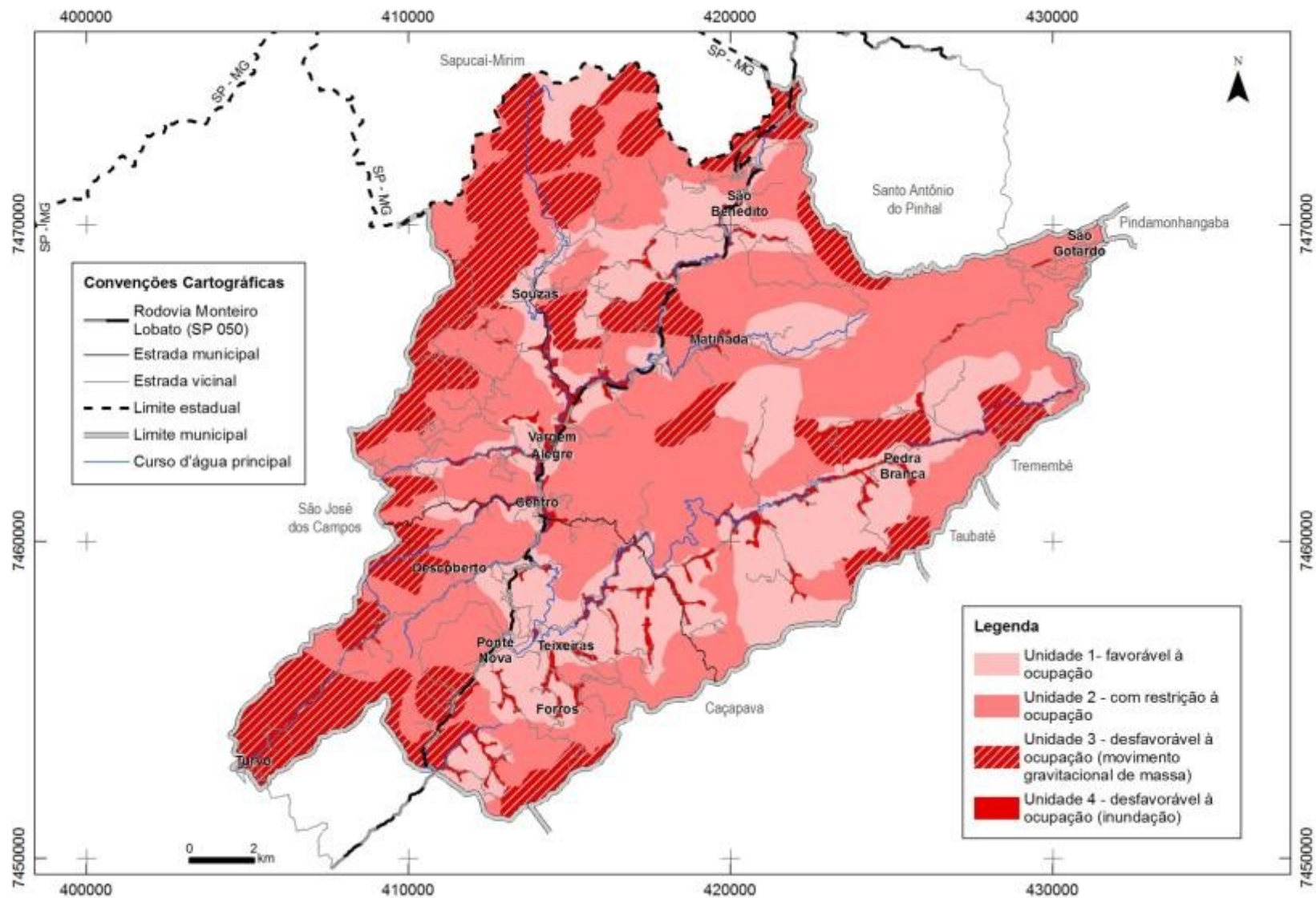
1.1 Revisão do perímetro urbano municipal



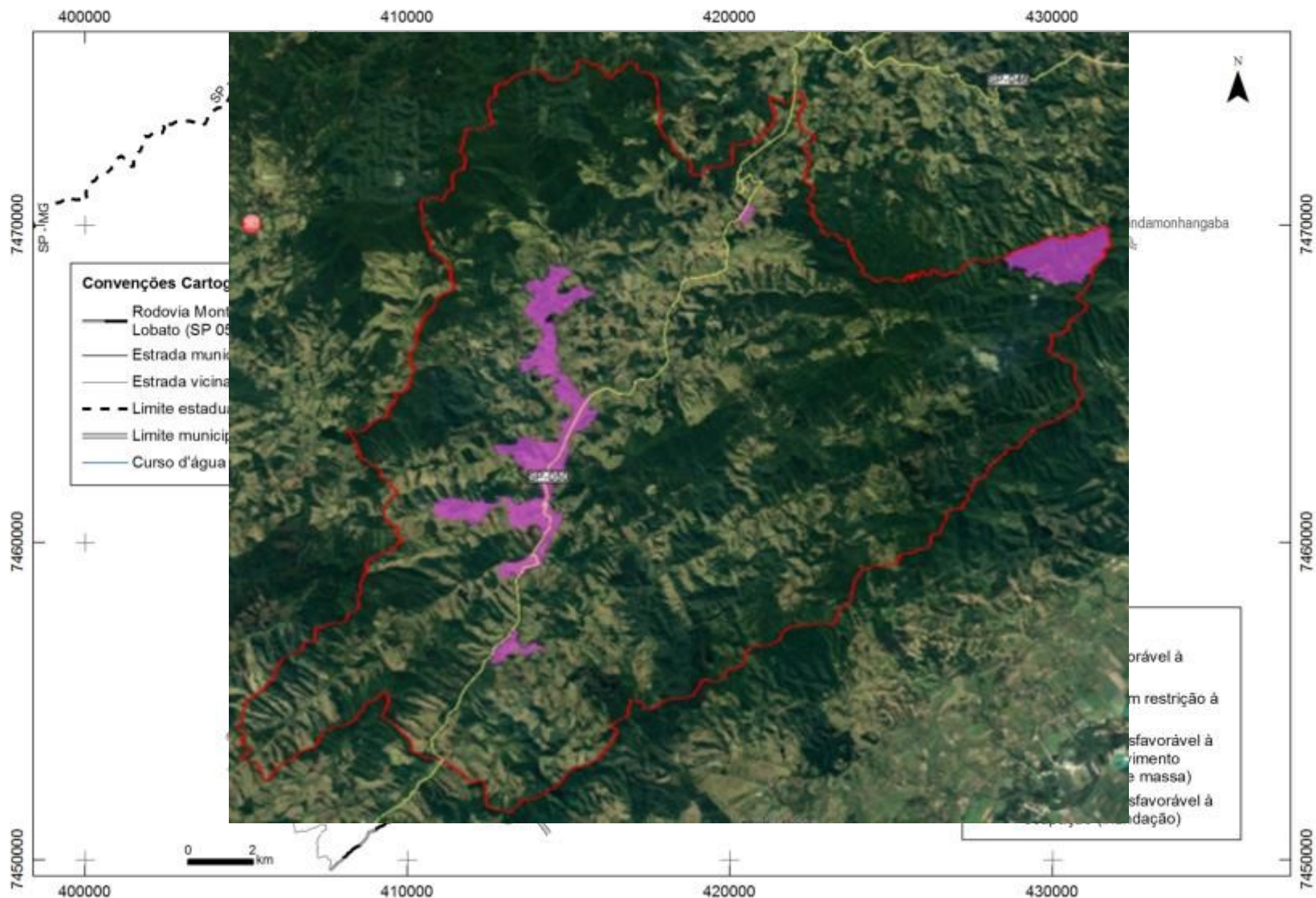
1.1 Revisão do perímetro urbano municipal



1.1 Revisão do perímetro urbano municipal



1.1 Revisão do perímetro urbano municipal



1.1 Revisão do perímetro urbano municipal

Nova proposta

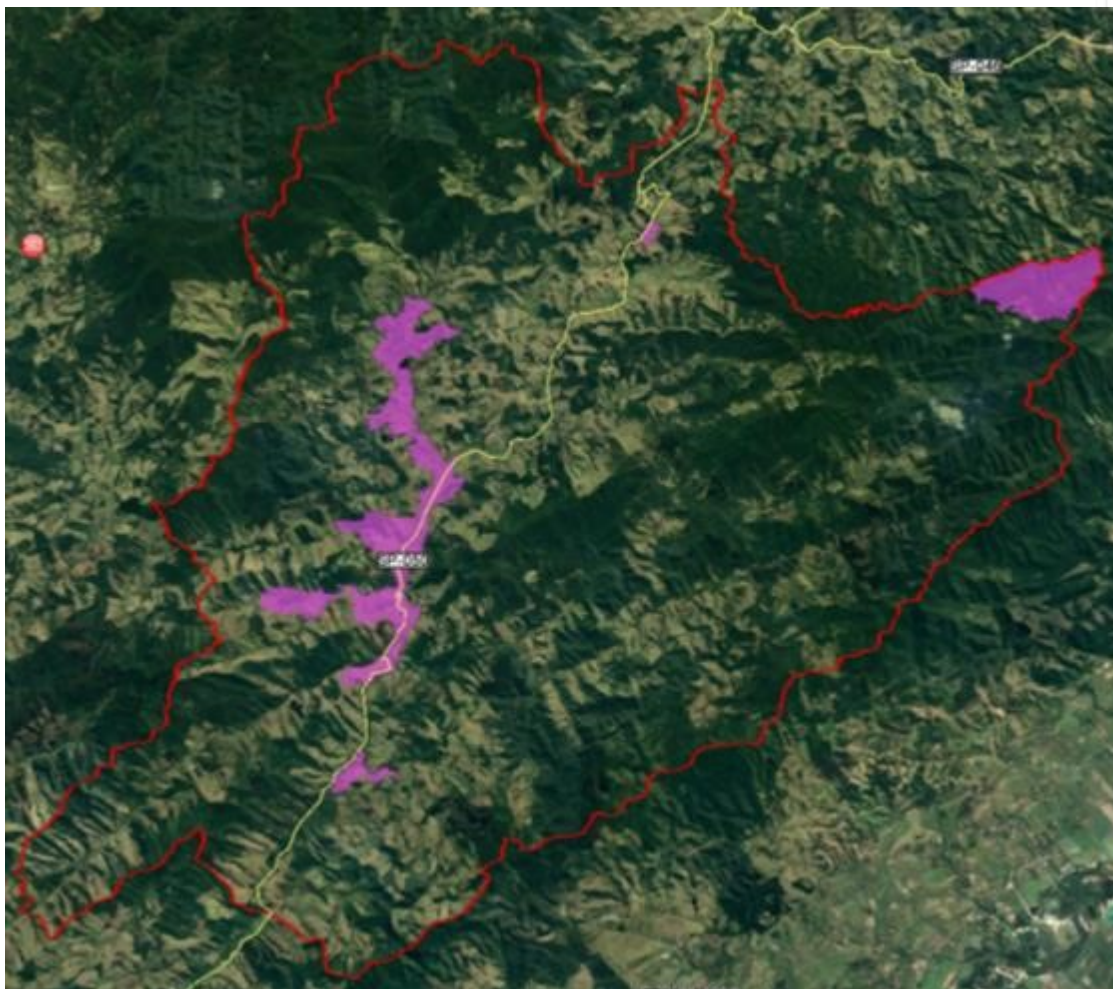
CGAU



Áreas favoráveis à ocupação

Continuidade territorial

Áreas ocupadas



Limites físicos

Infraestrutura

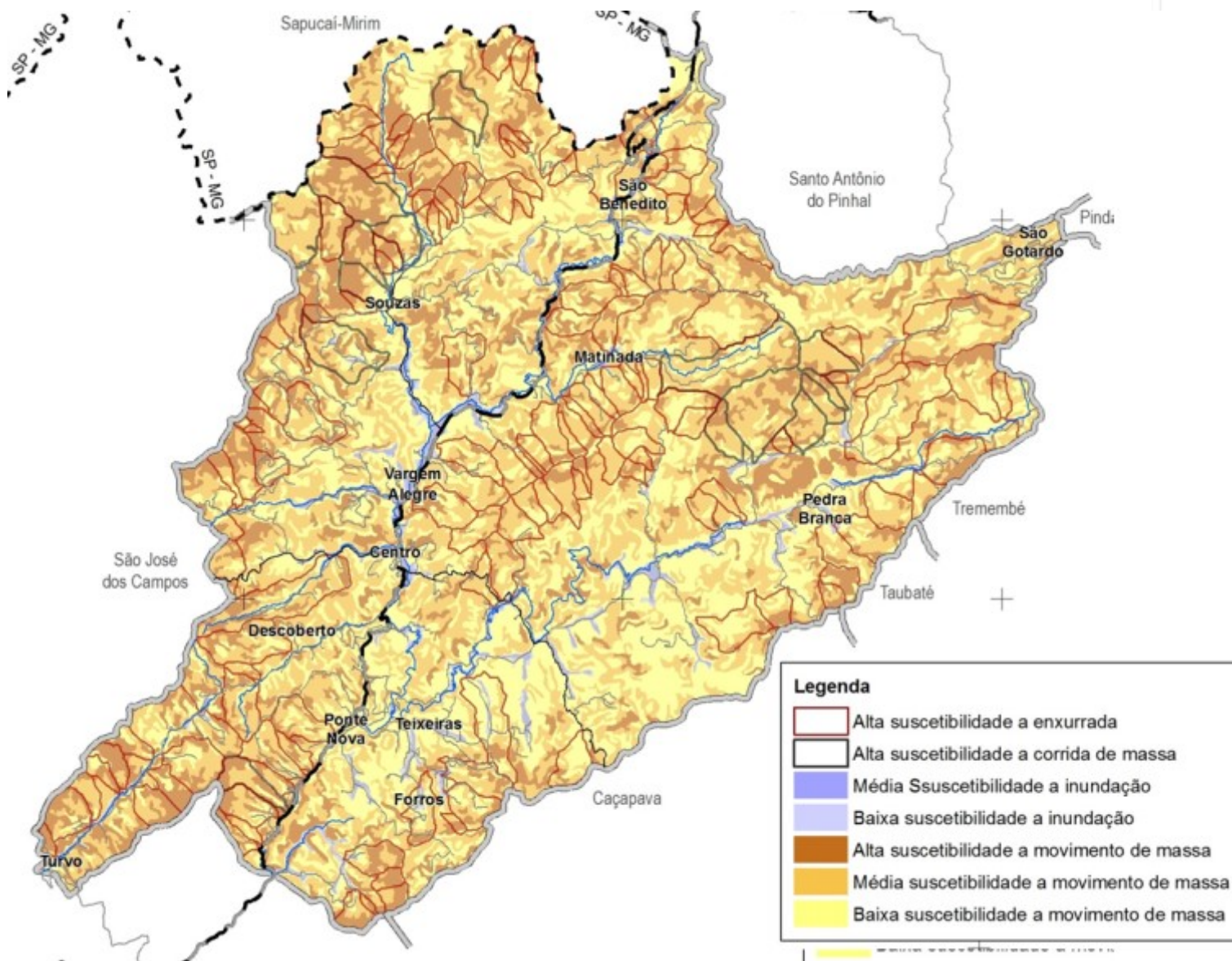
Vetores de crescimento

1.2 Proposta de Macrozoneamento

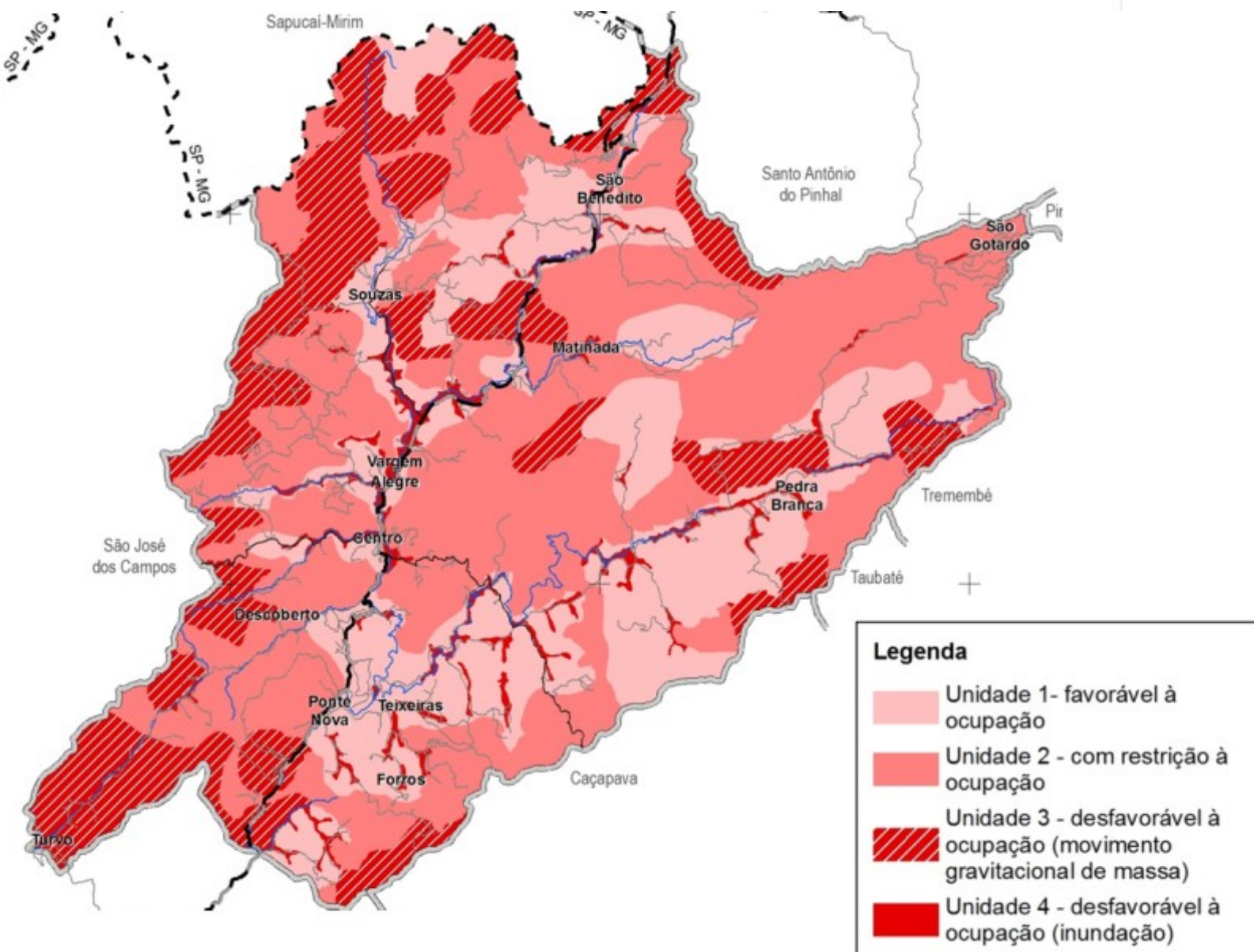
Macrozoneamento é “um referencial espacial para o uso e a ocupação do solo na cidade, em concordância com as estratégias de política urbana” (BRASIL, 2002, p. 41)

- Planejar a cidade priorizando o crescimento seguro, as áreas passíveis de ocupação e como ocupá-las.
- Garantir um crescimento que minimize os custos de urbanização, os riscos de ocupação, otimização dos espaços entre outros.
- Subsídio técnico para planejar a definição de macrozonas.

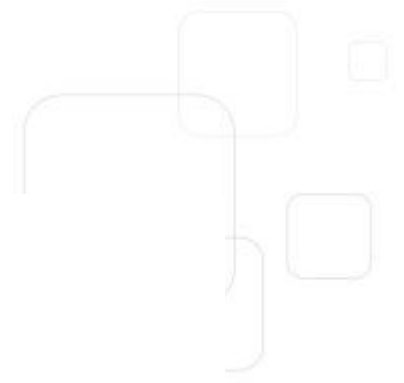
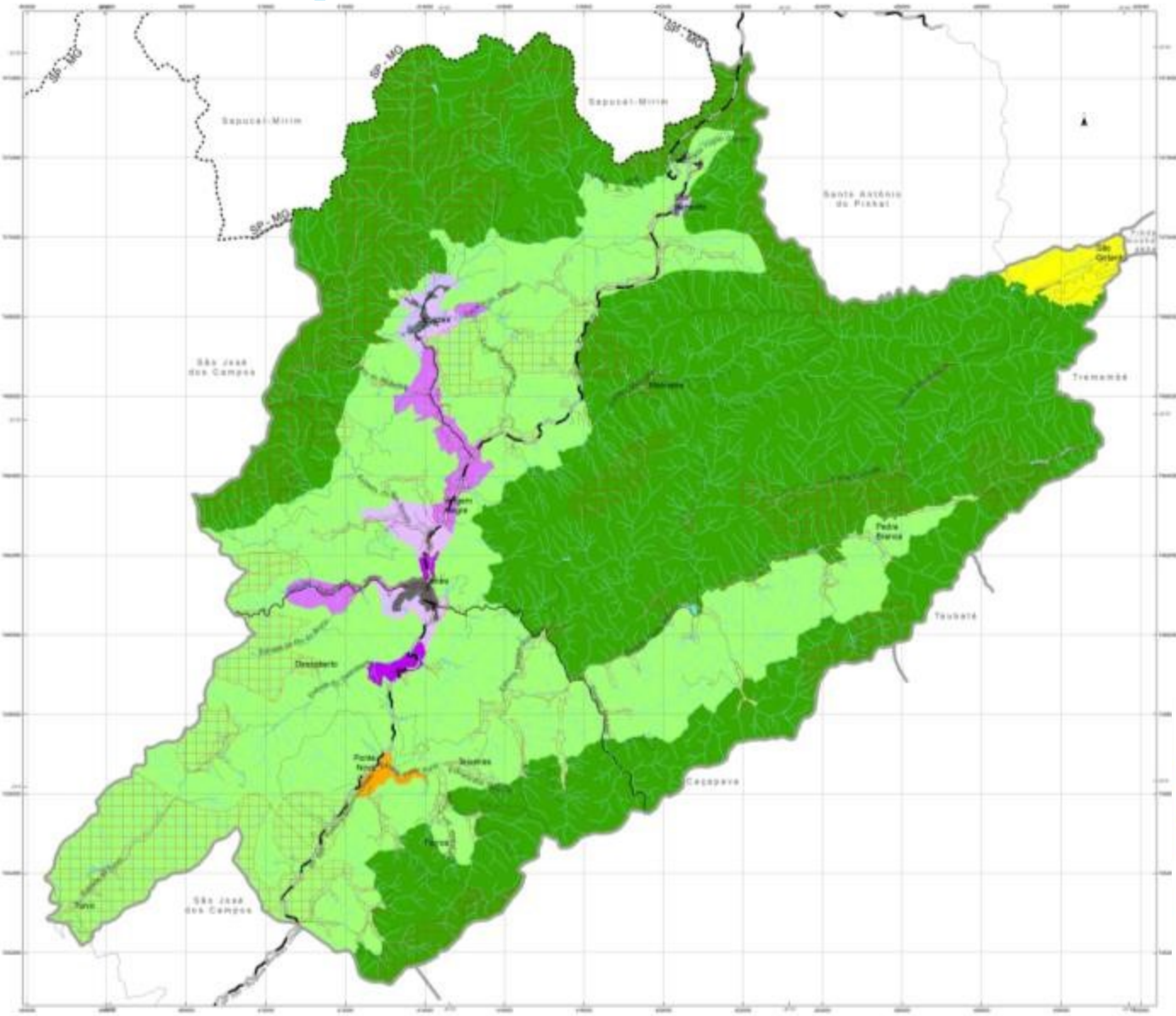
1.2 Proposta de Macrozoneamento



1.2 Proposta de Macrozoneamento



1.2 Proposta de Macrozoneamento



- Organizada
- Expansão Urbana
- Ocupação Dirigida
- Desenvolvimento vel

Macrozona de Ocupação Controlada

- Zona de Ocupação Controlada I
- Zona de Ocupação Controlada II

Macrozona Rural

- Zona Rural de Uso Diversificado
- Zona de Interesse Turístico e Ambiental

1.2 Proposta de Macrozoneamento

Proposta

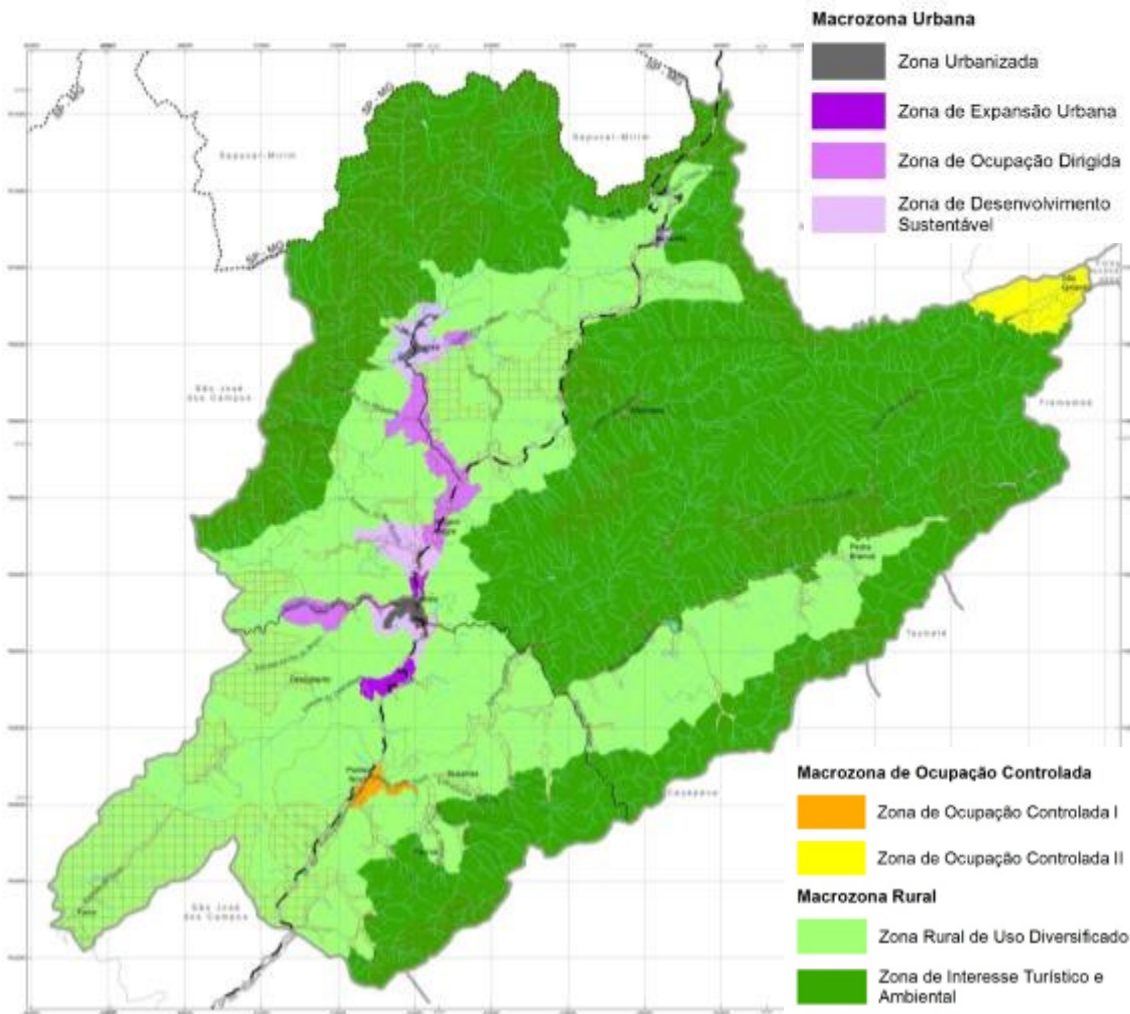
CGAU



Áreas favoráveis à ocupação

Prefeitura + População

Cobertura vegetal



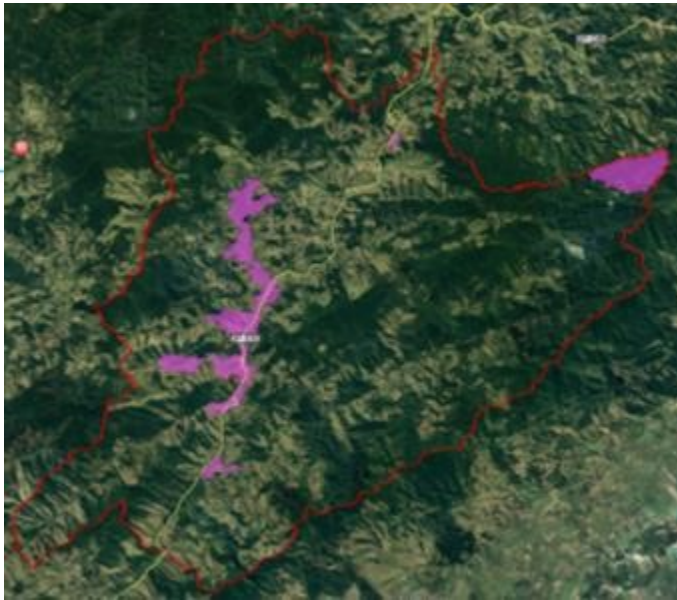
Uso e ocupação do solo

Infraestrutura
Legislação

Vetores de crescimento

URBANO

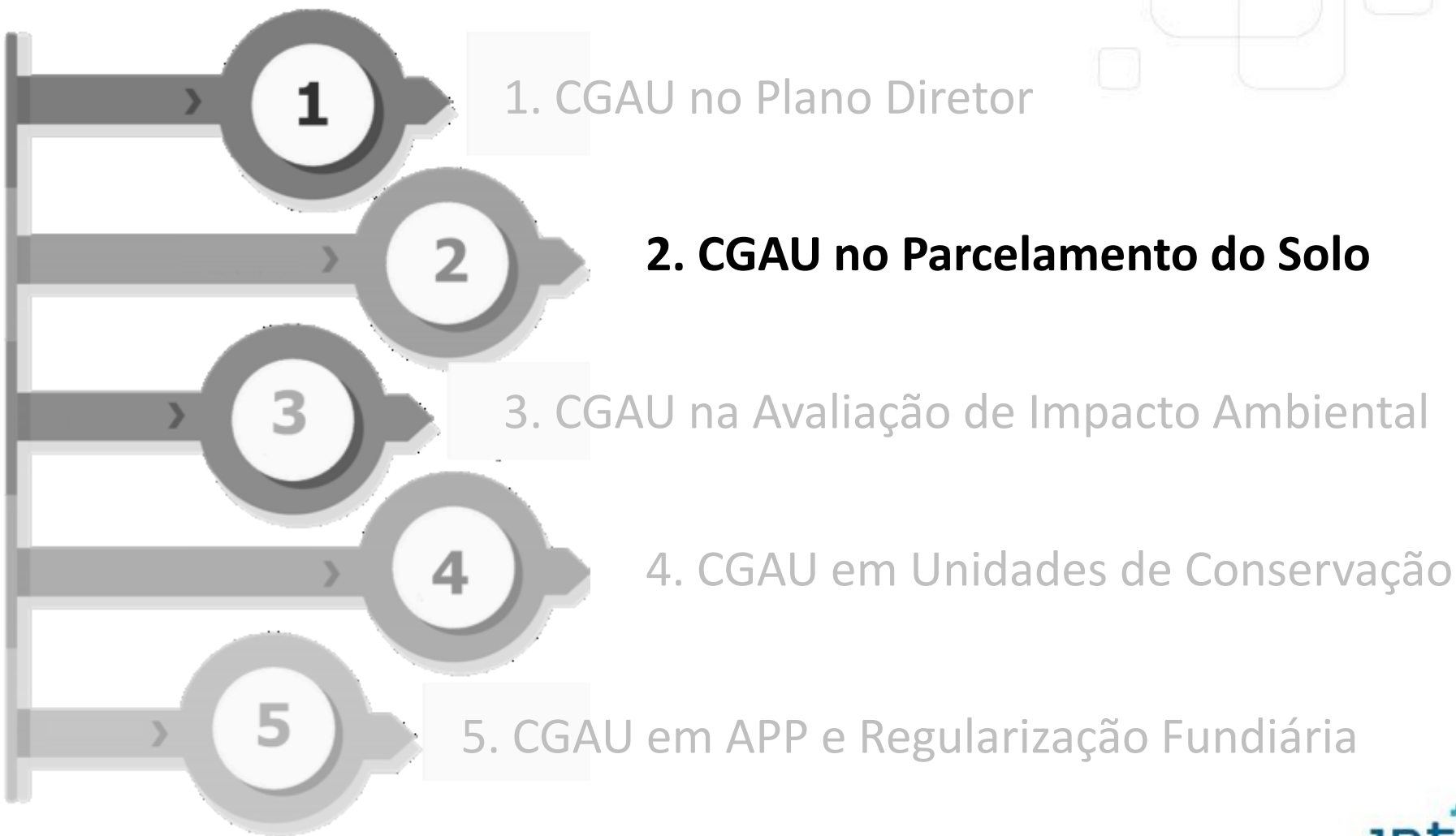
RURAL



Macrozona urbana: Zona urbanizada

Macrozona Rural: Zona Rural de Uso Diversificado

Exemplos: Experiência IPT



2. CGAU NO PARCELAMENTO DO SOLO

Art. 3º

O parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica **não é permitido** em terrenos sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas; nem em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação



**Alterada em 2012 pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC*

Art. 12

“a **aprovação** de novos projetos de parcelamento do solo urbano fica vinculada ao atendimento dos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização”

CGAU

Diretrizes e recomendações gerais para o parcelamento do solo

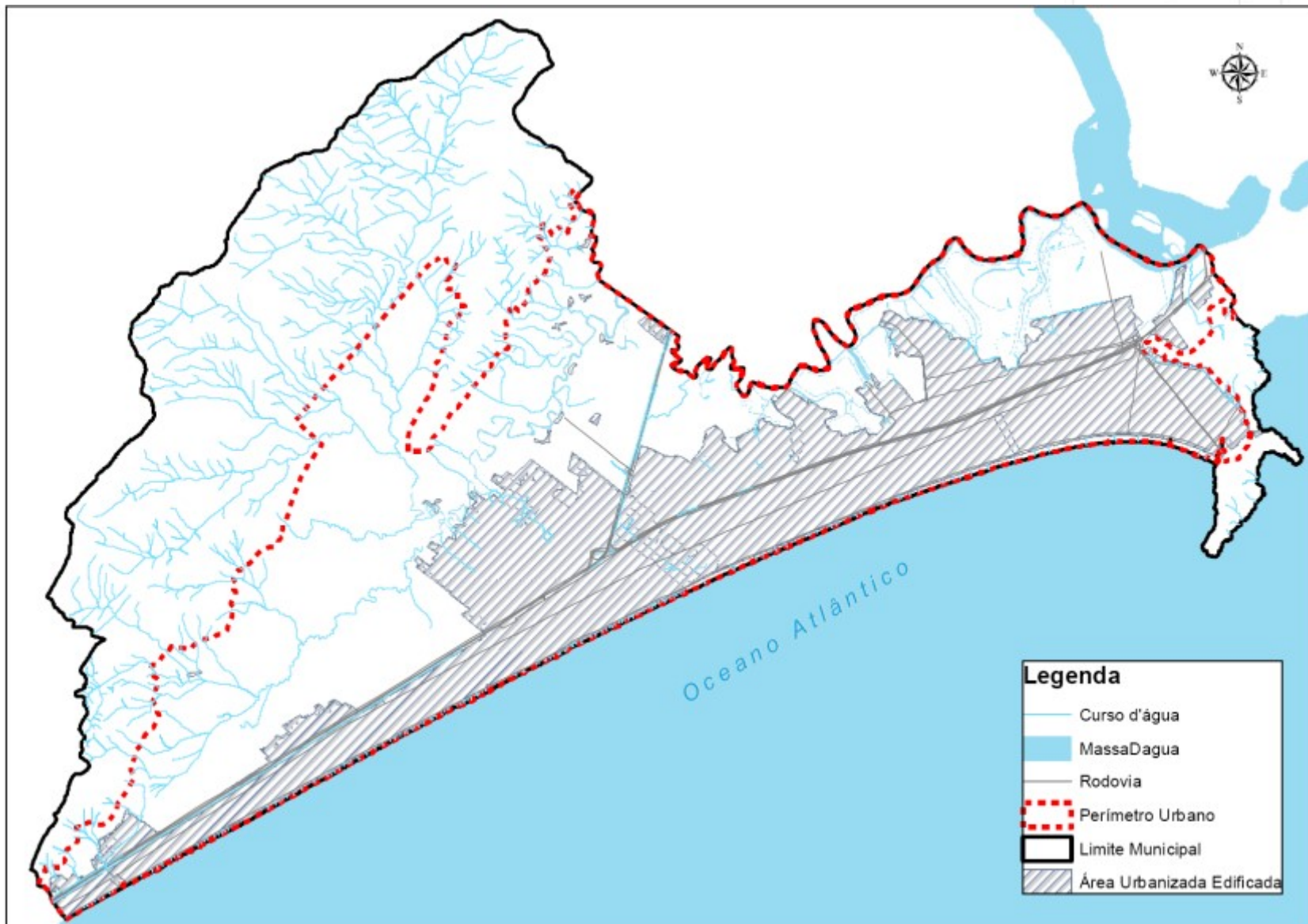
ipt



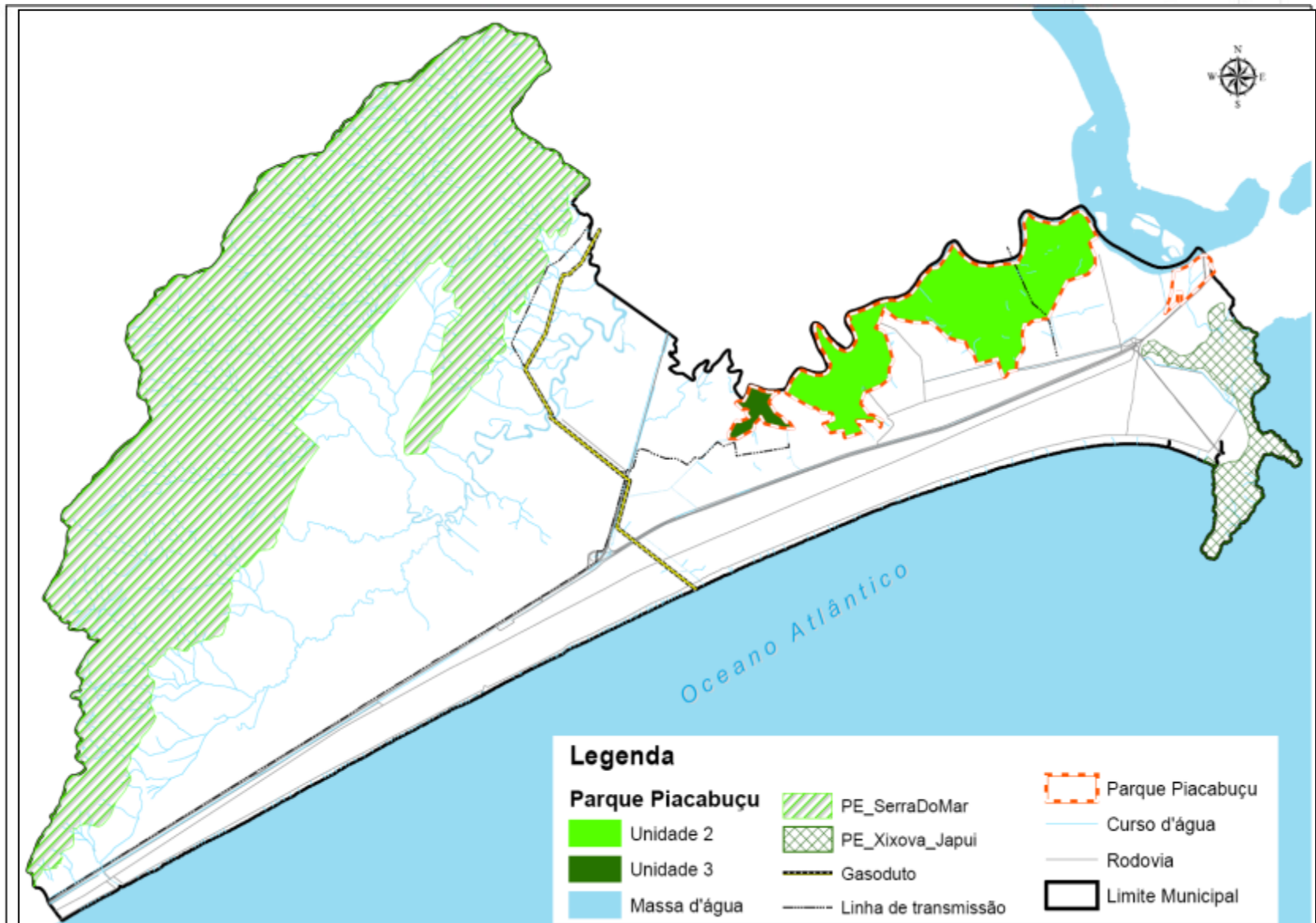
Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Praia Grande, SP

**Projeto – Patem/SDE e Prefeitura
Municipal de Praia Grande**

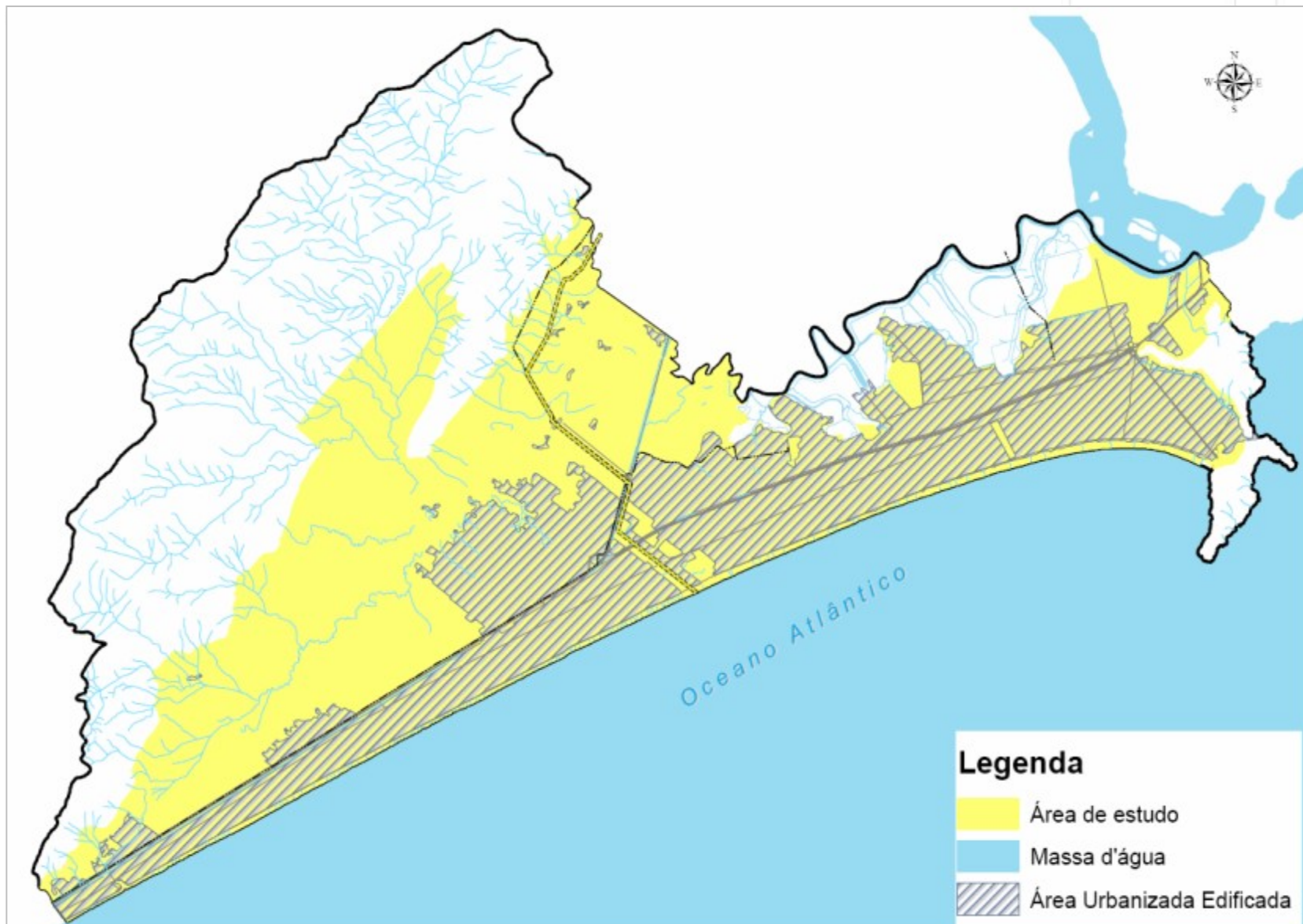
ÁREA DE ESTUDO: ÁREAS URBANIZÁVEIS



ÁREA DE ESTUDO: ÁREAS URBANIZÁVEIS



ÁREA DE ESTUDO: ÁREAS URBANIZÁVEIS

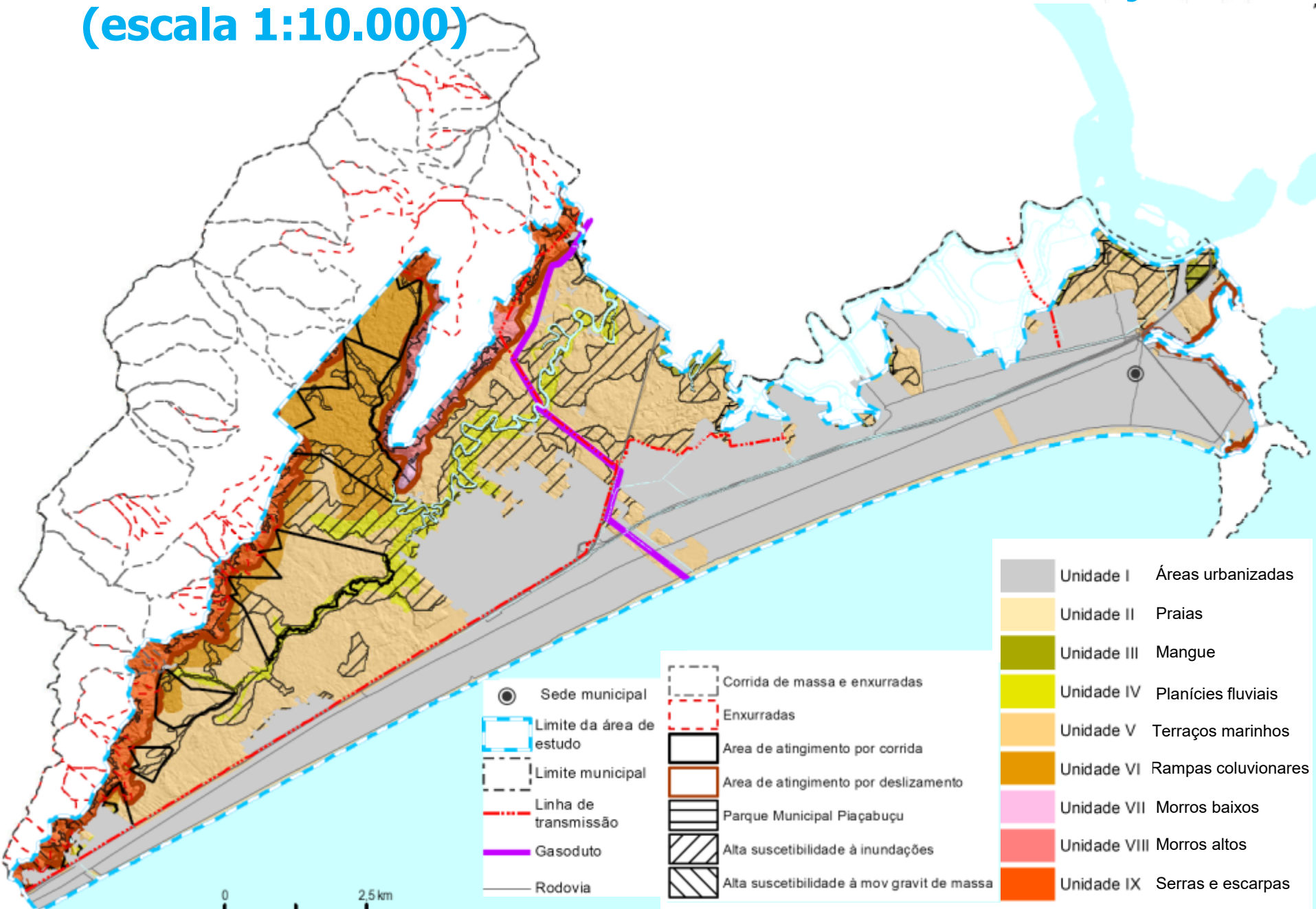


COMPARTIMENTAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

Características predominantes do meio físico



CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO (escala 1:10.000)



CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO (escala 1:10.000)

Quadro Legenda – Carta Geotécnica de Praia Grande

Unidade Geotécnica (UG)	Características predominantes do meio físico	Processos geodinâmicos naturais e/ou induzidos (atuantes e/ou prováveis)	Potencialidades e limitações geotécnicas dos terrenos	Diretrizes e recomendações gerais *		
				Parcelamento do solo (loteamento, desmembramento)	Aproveitamento de agregados para construção civil	
I	Áreas urbanizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos sub-horizontais em áreas urbanizadas/edificadas e/ou em consolidação urbana, situados em domínio de terraços marinhos baixos e de planícies flúvio-lagunares, elevados em poucos metros em relação ao nível de oscilação das marés, ocupados por edificações, equipamentos, vias e aterros executados para fins de urbanização; • Substrato constituído por sedimentos arenosos finos inconsolidados, correlacionáveis a materiais presentes na UG V (localmente, encontram-se também materiais típicos das UGs III e IV, denotando aterros antigos sobre mangues e planícies fluviais); e • Presença localizada de remanescentes de faixas de antigos cordões arenosos e dunas de baixa amplitude, retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica e modificados por ação antrópica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundação, alagamento e assoreamento localizados; • Atingimento localizado, por eventual deslizamento, rastejo e/ou queda de rocha em áreas adjacentes às UGs VII, VIII e IX; • Atingimento localizado, por eventual encurrada em áreas adjacentes às UGs XIII e IX; • Atingimento localizado, por eventual corrida de massa em áreas adjacentes à UG IX; e • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escavabilidade boa (1ª Categoria); • Capacidade de suporte baixa a fundações nas camadas argilosas (SPT < 2) e média a alta nas camadas areno-siltosas (SPT > 6); • Permeabilidade alta, favorecendo a infiltração de efluentes e águas pluviais; e • Nível d'água subterrâneo raso (< 2 m), favorecendo a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parcelamento e consolidação urbana de áreas desocupadas são viáveis, mediante previsão e execução de medidas hidrológico-hidráulicas convencionais, restringindo-se as modificações que possam reduzir a efetividade do escoamento pluvial local; • Evitar o parcelamento em áreas adjacentes a áreas classificadas como de suscetibilidade alta a movimentos gravitacionais de massa (deslizamento, rastejo, queda de rocha e corrida de massa) e/ou sujeitas a atingimento por eventual corrida e/ou encurrada; e • Evitar a contaminação de águas subterrâneas, mediante implantação de sistemas adequados de coleta/tratamento de efluentes e de coleta/destinação de resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não extrair, em razão da indução de prováveis conflitos com outros usos do solo (urbanização, sistema viário); e • Recuperar áreas degradadas por extrações pretéritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.
II	Praias	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos em ambiente praiial, resultantes de processos de acumulação marinha atual; e • Substrato constituído por sedimentos arenosos de cor branca a cinza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão e sedimentação costeiras; • Inundação costeira; • Solapamento em margens de desembocaduras de rios e canais retificados; e • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos sob influência do regime de oscilação das marés, bem como de correntes locais e de deriva litorânea provenientes de sul e sudeste, suscetíveis ao embate regular de ondas (vagas e marulhos) e ação de eventuais tempestades na costa marítima. • Nível d'água aflorante ou subafiorante, favorecendo a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não parcelar; e • Evitar intervenções diretas (muretas, quebra-mares, enrocamentos, aterros costeiros, cais, marinas e portos) e em terrenos adjacentes, sobretudo junto a desembocaduras de drenagens atuais ou canalizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não extrair, em razão da indução de prováveis alterações na dinâmica de erosão e sedimentação costeiras e de prováveis conflitos com outros usos do solo.
III	Mangues	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos sub-horizontais situados ao nível de oscilação das marés, com amplitudes até 5 m e declividades baixas (< 5°); • Substrato constituído por sedimentos inconsolidados de origem flúvio-lacustre, caracterizados por areias, siltes e argilas orgânicas (tipo vasa: lama); e • Padrão de drenagem difuso, em ambiente de manguezal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundação e alagamento; • Assoreamento, especialmente em áreas adjacentes e a jusante das unidades IV e V; • Rupturas de aterros sobre solos moles; • Recalque por adensamento de solos moles; e • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos sob influência do regime de oscilação das marés, bem como de correntes locais e de deriva litorânea provenientes de sul e sudeste, inadequados à ocupação urbana; • Solos moles, compressíveis e de baixa capacidade de suporte a fundações (SPT < 2); e • Nível d'água aflorante ou subafiorante, favorecendo a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não parcelar; e • Preservar e proteger as áreas, particularmente em razão de sua contribuição na retenção de sedimentos finos provenientes de processos geodinâmicos atuantes, bem como da indução de prováveis conflitos com outros usos do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não extrair, em razão de provável interferência na função de retenção de sedimentos finos provenientes de processos geodinâmicos atuantes, bem como da indução de prováveis conflitos com outros usos do solo.
IV	Planícies fluviais	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos em planícies fluviais atuais e baixos terraços restritos e em ambiente flúvio-lagunar, mais ou menos planos, com amplitudes até 5 m e declividades baixas (< 5°); • Substrato constituído por sedimentos aluvionares recentes, contendo areias, siltes e argilas; • Ocorrência em margens de rios com domínio original de padrão de drenagem meandrante e ambiente predominantemente fluvial; e • Solos hidromórficos em planícies atuais ao longo de cursos d'água e não hidromórficos em terraços restritos argilo-arenosos e siltos-arenosos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundação, alagamento e assoreamento; • Solapamento em taludes marginais a cursos d'água; • Recalque por adensamento de solos moles, especialmente em planícies atuais; • Rupturas de aterros sobre solos moles; • Atingimento por eventual encurrada, ao longo de drenagens provenientes de bacias suscetíveis situadas nas UGs VIII e IX a montante; • Atingimento por eventual corrida de massa ao longo de drenagens provenientes de bacias suscetíveis situadas na UG IX a montante; e • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos sob influência da conjugação de processos da dinâmica serrana, flúvio-lagunar e costeira; • Escavabilidade boa (1ª Categoria); • Capacidade de suporte baixa a fundações nas camadas argilosas/solos moles (SPT < 2) e média a alta nas camadas areno-siltosas (SPT > 6); • Permeabilidade moderada nos terraços restritos, favorecendo a infiltração de águas pluviais; • Suscetibilidade alta a inundação até 1 m, média entre 1 e 2 m e baixa acima de 2 m, em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Nível d'água aflorante a raso (< 1 m), favorecendo a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o parcelamento em áreas classificadas como de suscetibilidade alta a inundação, devendo-se preservar e proteger as margens dos cursos d'água em face da possibilidade de solapamento e assoreamento; • Parcelamento pode ser viável em áreas classificadas como de suscetibilidades média e baixa a inundação, mediante previsão e execução de sistemas e medidas hidrológico-hidráulicas especiais, restringindo-se as modificações que possam reduzir a efetividade do escoamento pluvial local; • Evitar o parcelamento de áreas com ocorrência de solos moles; e • Evitar o parcelamento em áreas sujeitas a atingimento por encurrada e/ou corrida de massa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Área é passível de extração eventual e localizada (dragagem em leito de rio), em trechos restritos de acumulação regular e contínua, mediante práticas sustentáveis e recuperação de áreas degradadas; e • Recuperar áreas degradadas por extrações pretéritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO (escala 1:10.000)

Quadro Legenda – Carta Geotécnica de Praia Grande

Unidade Geotécnica (UG)	Características predominantes do meio físico	Processos geodinâmicos naturais e/ou induzidos (atuantes e/ou prováveis)	Potencialidades e limitações geotécnicas dos terrenos	Diretrizes e recomendações gerais *		
				Parcelamento do solo (loteamento, desmembramento)	Aproveitamento de agregados para construção civil	
V	Terraços marinhos baixos	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos em terraços marinhos baixos e planícies fluviais e flúvio-lagunares, elevados em poucos metros em relação ao nível de oscilação das marés, com amplitudes até 20 m e declividades baixas (< 5°); • Topografia discretamente ondulada em faixas alongadas de antigos cordões arenosos, localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica (elevações na forma de dunas de baixa amplitude, e depressões intercordões com camadas turfosas); • Substrato constituído por sedimentos holocênicos arenosos e inconsolidados, com cores variadas (branca, cinza, marrom, preta), por vezes limonitizados e com leitos argilosos; e • Solos não hidromórficos arenosos e silto-arenosos, com intercalações argilosas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inundação, alagamento e assoreamento localizados; • Solapamento localizado em taludes marginais a cursos d'água; • Atingimento localizado, por eventual deslizamento, rastejo e queda de rocha, em áreas adjacentes às UGs VII, VIII e IX; • Atingimento por eventual enurrada, em áreas adjacentes a bacias de drenagem suscetíveis situadas nas UGs XIII e IX a montante; • Atingimento por eventual corrida de massa em áreas adjacentes a bacias de drenagem suscetíveis situadas na UG IX a montante; e • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escavabilidade boa (1ª Categoria); • Capacidade de suporte baixa a fundações nas camadas argilosas (SPT < 2) e média a alta nas camadas areno-siltosas (SPT > 6); • Permeabilidade moderada a alta, favorecendo a infiltração de efluentes e águas pluviais; • Suscetibilidade alta a inundação até 1 m, média entre 1 e 2 m e baixa acima de 2 m, em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Nível d'água raso (< 2 m), favorecendo a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o parcelamento em áreas classificadas como de suscetibilidade alta a inundação, devendo-se preservar e proteger as margens dos cursos d'água em face da possibilidade de solapamento e assoreamento; • Parcelamento pode ser viável em áreas classificadas como de suscetibilidade média e baixa a inundação, mediante previsão e execução de sistemas e medidas hidroológico-hidráulicas especiais, restringindo-se as modificações que possam reduzir a efetividade do escoamento pluvial local; • Evitar o parcelamento em áreas sujeitas a atingimento por deslizamento, rastejo, queda de rocha, enurrada e/ou corrida de massa. • Evitar a terraplenagem e remoção de sedimentos em elevações arenosas; e • Verificar eventuais depósitos de resíduos industriais e domésticos dispostos no solo e no subsolo, avaliando-se os riscos associados, bem como a necessidade de remediação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Areia (material de empréstimo) e passível de extração eventual, localizada e limitada ao nível base da topografia local, de modo a não reduzir a efetividade do escoamento das águas superficiais, mediante práticas sustentáveis e recuperação planejada de áreas degradadas; e • Recuperar áreas degradadas por extrações pretéritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.
VI	Rampas coluvionares	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos em depósitos de rampas de colúvio, com amplitudes até 20 m e declividades baixas (< 5°); • Substrato constituído por sedimentos indiferenciados e de granulometria variada; • Solos interdigitados de natureza coluvionar, por vezes interdigitados com sedimentos inconsolidados de origem marinha e flúvio-lagunar; e • Ocorrência associada a depósitos de borda de encostas serranas e de morros isolados, contendo blocos e matacões rochosos envolvidos em matriz areno-argilosa e dispersos em superfície e em subsuperfície. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão hídrica, em sulcos e ravinas; • Inundação, alagamento e assoreamento; • Recalque diferencial, pela presença de blocos e matacões; • Atingimento por eventual deslizamento, rastejo e queda de rocha, particularmente em áreas adjacentes às UGs VII, VIII e IX; • Atingimento por eventual enurrada em drenagens e terrenos situados a jusante de bacias suscetíveis localizadas nas UGs VIII e IX; e • Atingimento por eventual corrida de massa em áreas situadas a jusante de bacias de drenagem suscetíveis localizadas na UG IX. • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero litorâneo), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escavabilidade variável (1ª, 2ª e 3ª categorias); • Capacidade de suporte média a alta a fundações (SPT > 6), com dificuldades pontuais para estruturas de apoio, pela ocorrência eventual de blocos e matacões rochosos envolvidos em matriz areno-argilosa; • Permeabilidade variável, podendo favorecer a infiltração de efluentes e águas pluviais; • Suscetibilidade alta a inundação até 1 m, média entre 1 e 2 m e baixa acima de 2 m, em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Nível d'água variável, podendo favorecer a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parcelamento pode ser viável desde que fora do raio de alcance de deslizamento, rastejo, queda de rocha, enurrada e/ou corrida de massa; • Para essa distinção, realizar mapeamento detalhado prévio e em escala local, com a setorização das áreas que podem ser severamente atingidas, de modo a evitar sua ocupação; e • Execução de medidas estruturais (aterros elevados, barreiras de contenção e outras), fundamentadas em avaliação geotécnica e hidroológico-hidráulica de detalhe, poderá ser necessária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Areia é passível de extração eventual e localizada, mediante práticas sustentáveis e recuperação planejada de áreas degradadas; e • Recuperar áreas degradadas por extrações pretéritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.
VII	Morros baixos	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos em morros baixos, com amplitudes variando entre 60 m e 90 m e declividades baixas a moderadas (variando entre 15° e 30°); • Substrato constituído por rochas cristalinas com textura granular (granitos, gnaisses, migmatitos homogêneos) e solos de alteração arenosos, podendo atingir dezenas de metros em terrenos de declividade baixa e praticamente ausente em encostas e taludes íngremes; e migmatitos heterogêneos, com solos saprolíticos siltosos e espessos; e • Presença eventual de corpos de tálus, desde o sopé até os setores intermediários das vertentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão hídrica, em sulcos e ravinas; e • Deslizamento, rastejo e queda de rocha. • Vulnerabilização de águas subterrâneas (aquífero pré-cambriano), por efluentes e resíduos eventualmente lançados ou dispostos no solo e/ou subsolo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escavabilidade variável (1ª, 2ª e 3ª categorias); • Capacidade de suporte média a alta a fundações (SPT > 6), com dificuldades pontuais para estruturas de apoio, pela ocorrência eventual de blocos e matacões rochosos envolvidos em matriz areno-argilosa; • Permeabilidade moderada nos solos lateríticos e coluvionares (superficiais) e baixa a moderada nos solos saprolíticos (subsúperficiais); • Suscetibilidade alta a deslizamento, rastejo e queda de rocha; e • Nível d'água variável, podendo favorecer a contaminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o parcelamento em áreas com suscetibilidade alta a deslizamento, rastejo e queda de rocha; • Em áreas com suscetibilidade média ou baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha, o parcelamento pode ser viável em setores restritos, mediante mapeamento específico e execução de medidas estruturais fundamentadas em avaliação geotécnica e hidroológico-hidráulica de detalhe; • Evitar a exposição prolongada de solos saprolíticos ao intemperismo; e • Evitar a interferência em depósitos de tálus, em razão de dificuldades de escavação e fundação e de possíveis movimentações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brita, areia e saibro (material de empréstimo) são passíveis de extração restrita e localizada, mediante práticas sustentáveis e recuperação planejada de áreas degradadas; e • Recuperar áreas degradadas por extrações pretéritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO (escala 1:10.000)

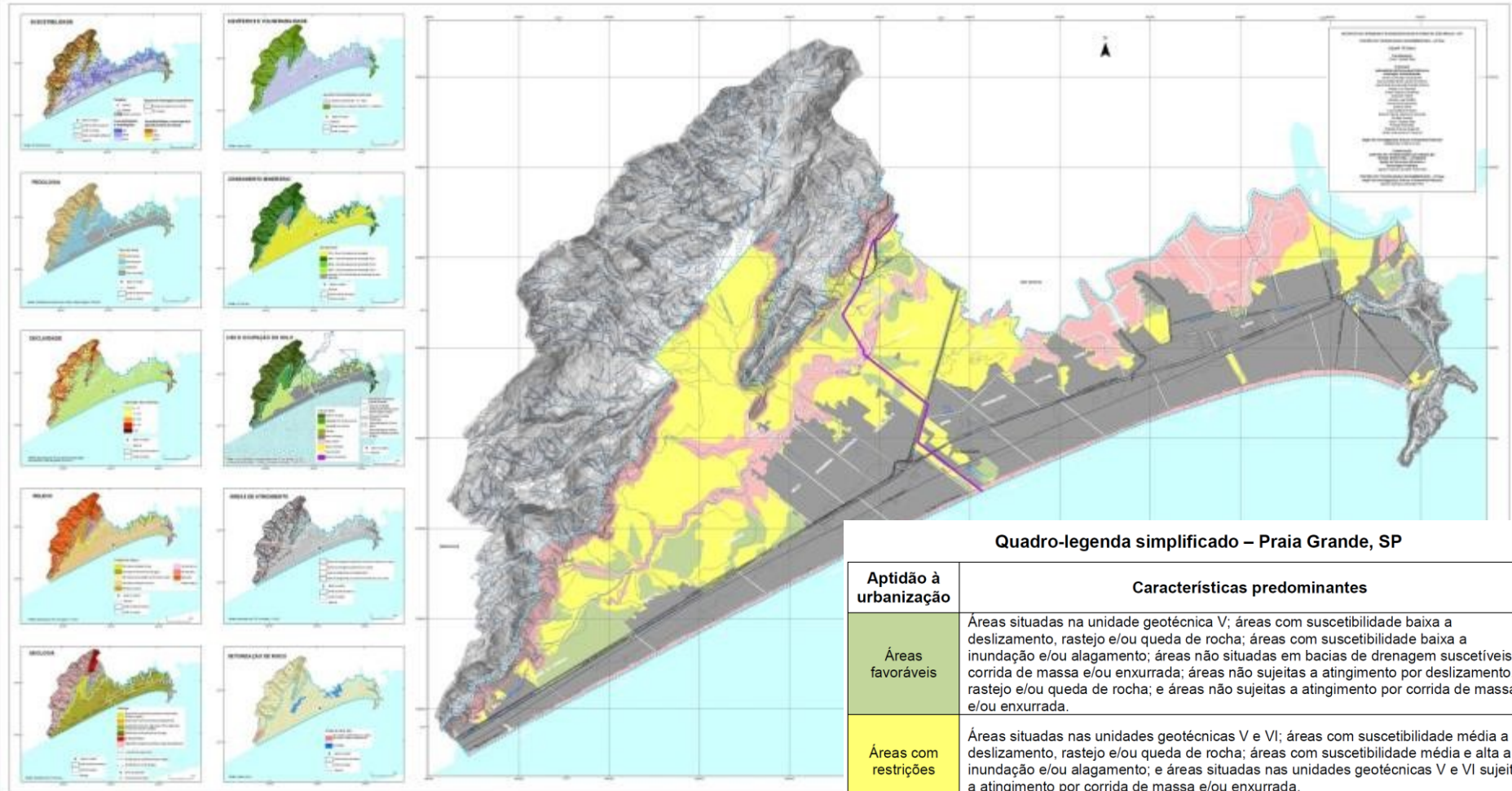
Quadro Legenda – Carta Geotécnica de Praia Grande

Unidade Geotécnica (UG)	Características predominantes do meio físico	Processos geodinâmicos naturais e/ou induzidos (atuantes e/ou prováveis)	Potencialidades e limitações geotécnicas dos terrenos	Diretrizes e recomendações gerais *	
				Parcelamento do solo (loteamento, desmembramento)	Aproveitamento de agregados para construção civil
VIII Morros altos	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos em morros altos, com amplitudes de até 290 m e declividades moderadas a altas (variando entre 20° e 40°); Substrato constituído por rochas cristalinas com textura granular (granitos, gnaisses, migmatitos homogêneos) e solos de alteração arenosos, por vezes ausentes em taludes íngremes; e migmatitos heterogêneos, com solos saprolíticos siltosos; e Presença eventual de corpos de tálus, desde o sopé até os setores intermediários das vertentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Erosão hídrica, em sulcos e ravinas; Deslizamento, rastejo e queda de rocha; e Enxurrada, em bacias de drenagem suscetíveis e em drenagens e áreas situadas a jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Escavabilidade variável (1ª, 2ª e 3ª categorias); Capacidade de suporte média a alta a fundações (SPT > 6), com dificuldades pontuais para estruturas de apoio, pela ocorrência eventual de blocos e matacões rochosos envolvidos em matriz arenosa-argilosa; Permeabilidade moderada nos solos lateríticos e coluvionares (superficiais) e baixa a moderada nos solos saprolíticos (subsuperficiais); Susceptibilidades alta, média e baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha; Ocorrência de bacias de drenagem suscetíveis a enxurradas; e Nível d'água subterrâneo variável. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar o parcelamento em áreas com suscetibilidade alta a deslizamento, rastejo e queda de rocha; Em áreas com suscetibilidade média ou baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha, o parcelamento pode ser viável em setores restritos, com declividade até 30°, mediante mapeamento específico e execução de medidas estruturais fundamentadas em avaliação geotécnica e hidrológico-hidráulica de detalhe; Evitar a exposição prolongada de solos saprolíticos ao intemperismo; Evitar a interferência em depósitos de tálus, em razão de dificuldades de escavação e fundação e de possíveis movimentações; e Não parcelar em áreas de bacias suscetíveis a enxurrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Brita, areia e saibro (material de empréstimo) são passíveis de extração eventual e localizada, mediante práticas sustentáveis e recuperação planejada de áreas degradadas; e Recuperar áreas degradadas por extrações préteritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.
IX Serras e escarpas	<ul style="list-style-type: none"> Terrenos em serras e escarpas, com amplitudes até 1.000 m e declividades altas (variando entre 20° e 65°) e forma de encostas retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; Substrato constituído por rochas cristalinas com textura granular (granitos, gnaisses, migmatitos homogêneos) e solos de alteração arenosos, por vezes ausentes em taludes íngremes; e migmatitos heterogêneos, com solos saprolíticos siltosos; e Presença frequente de depósitos de tálus, contendo materiais variados (fragmentos e blocos rochosos; troncos e galhos de árvores), desde o sopé até os setores intermediários das vertentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Erosão hídrica, em sulcos e ravinas; Deslizamento, rastejo e queda de rocha; Enxurrada, em bacias suscetíveis e em drenagens e terrenos situados a jusante; e Corrida de massa, em bacias suscetíveis e em drenagens e áreas situadas a jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Escavabilidade variável (1ª, 2ª e 3ª categorias); Capacidade de suporte média a alta (SPT > 6), com dificuldades pontuais para estruturas de apoio em fundações, pela ocorrência eventual de blocos e matacões rochosos envolvidos em matriz arenosa-argilosa; Permeabilidade moderada nos solos lateríticos e coluvionares (superficiais) e baixa a moderada nos solos saprolíticos (subsuperficiais); Susceptibilidades alta, média e baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha Ocorrência de bacias de drenagem suscetíveis a enxurrada e corrida de massa; e Nível d'água subterrâneo variável. 	<ul style="list-style-type: none"> Parcelamento tende a ser inviável em áreas com suscetibilidade alta a deslizamento, rastejo e queda de rocha; Em áreas com suscetibilidade média ou baixa a deslizamento, rastejo e queda de rocha, o parcelamento pode ser viável em setores restritos, com declividade até 30°, mediante mapeamento específico e execução de medidas estruturais fundamentadas em avaliação geotécnica e hidrológico-hidráulica de detalhe; Evitar a exposição prolongada de solos saprolíticos ao intemperismo; Evitar a interferência em depósitos de tálus, em razão de dificuldades de escavação e fundação e de possíveis movimentações; e Não parcelar em áreas de bacias suscetíveis a enxurrada e/ou corrida de massa. 	<ul style="list-style-type: none"> Brita, areia e saibro (material de empréstimo) são passíveis de extração eventual e localizada, mediante práticas sustentáveis e recuperação planejada de áreas degradadas; e Recuperar áreas degradadas por extrações préteritas, mediante elaboração e execução de planos específicos.

* Nota: Recomendações específicas (acerca de aspectos como investigações, lotes, sistema viário, pavimentação, drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário e outros, para fins de parcelamento do solo) estão apresentadas no Guia de Utilização, anexo e parte integrante da presente carta de aptidão à urbanização. Não se incluem aspectos referentes à legislação incidente, considerando-se o pressuposto de que tanto o parcelamento do solo quanto o aproveitamento de agregados para construção civil devem ser realizados em conformidade com os requisitos legais vigentes em nível federal, estadual e municipal, em especial as normas ambientais, urbanísticas, de patrimônio e de defesa civil. Exemplifica-se essa observação em relação à legislação ambiental, salientando-se a necessidade de delimitação prévia de Áreas de Preservação Permanente (APPs) eventualmente incidentes, bem como a observância das normas referentes à supressão de vegetação.

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO

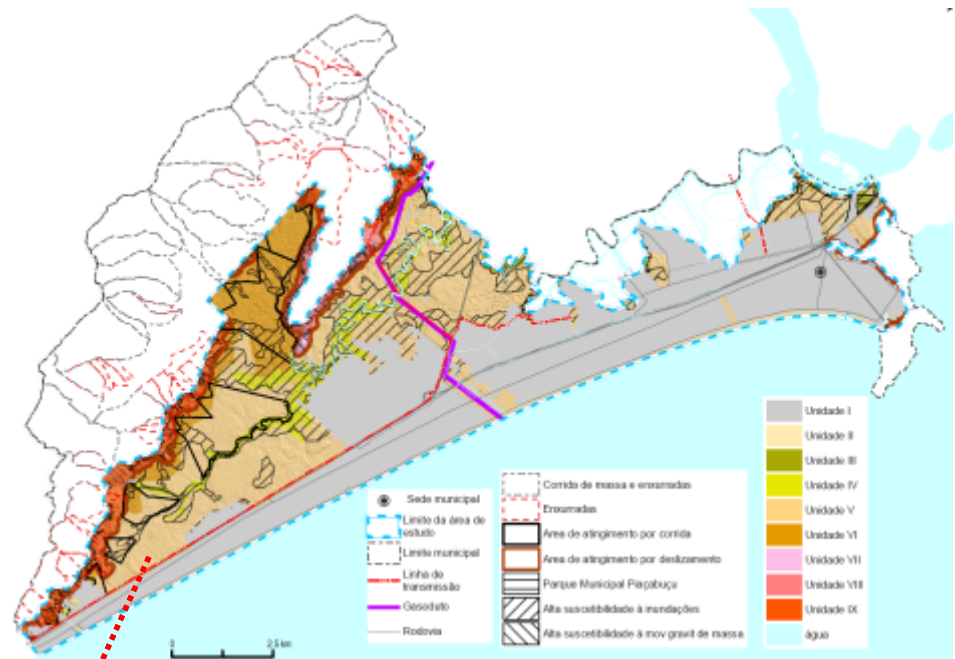
Carta Síntese (escala 1:10.000)



Quadro-legenda simplificado – Praia Grande, SP

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

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



Unidade Geotécnica V – Terraços marinhos baixos

Esta unidade geotécnica consiste em terrenos em planícies e terraços elevados em poucos metros em relação ao nível de oscilação das marés, com amplitudes até 20 m e declividades baixas ($< 5^{\circ}$). As características geotécnicas são bastante similares às observadas na Unidade Planícies e terraços fluviais. A **Figura 5** apresenta as condições observadas para as planícies e terraços marinhos em Praia Grande.

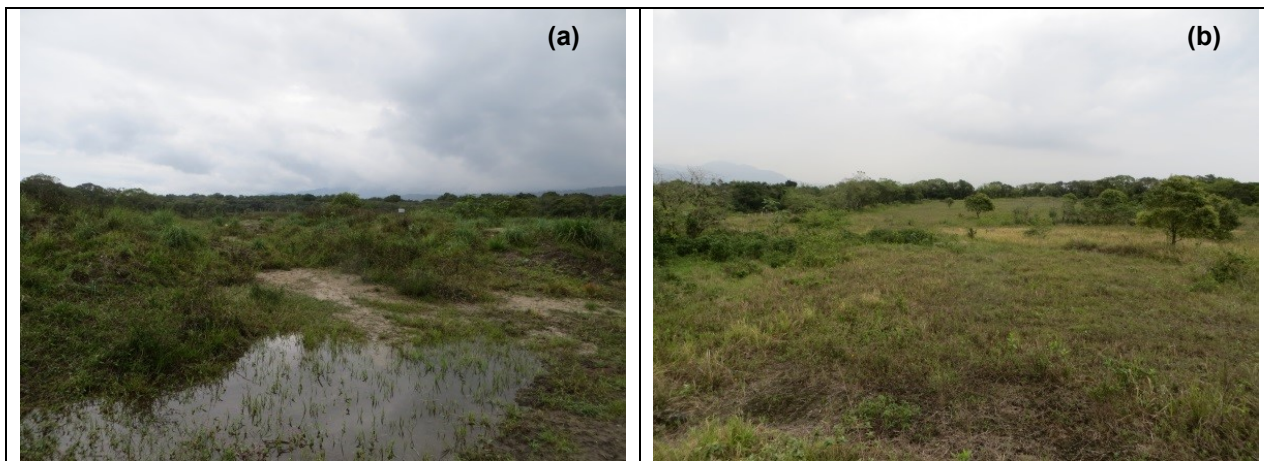
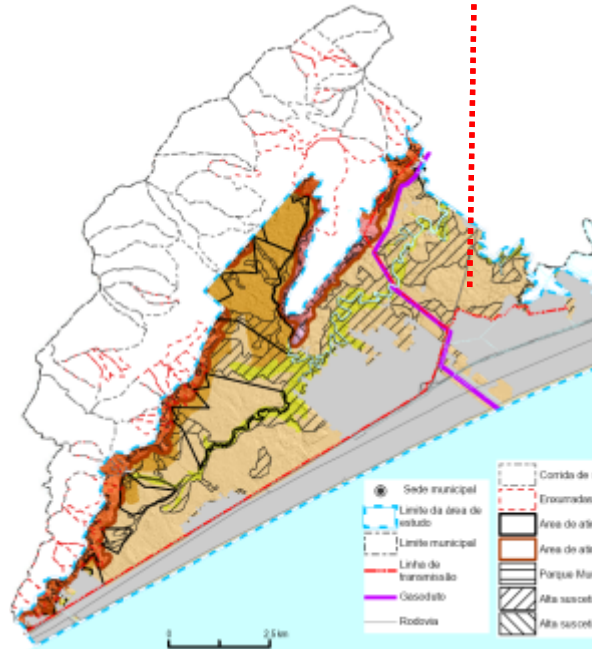


Figura 5: Condições gerais observadas na Unidade Terraços Marinhos Baixos: (a) exemplo de terraço marinho; (b)

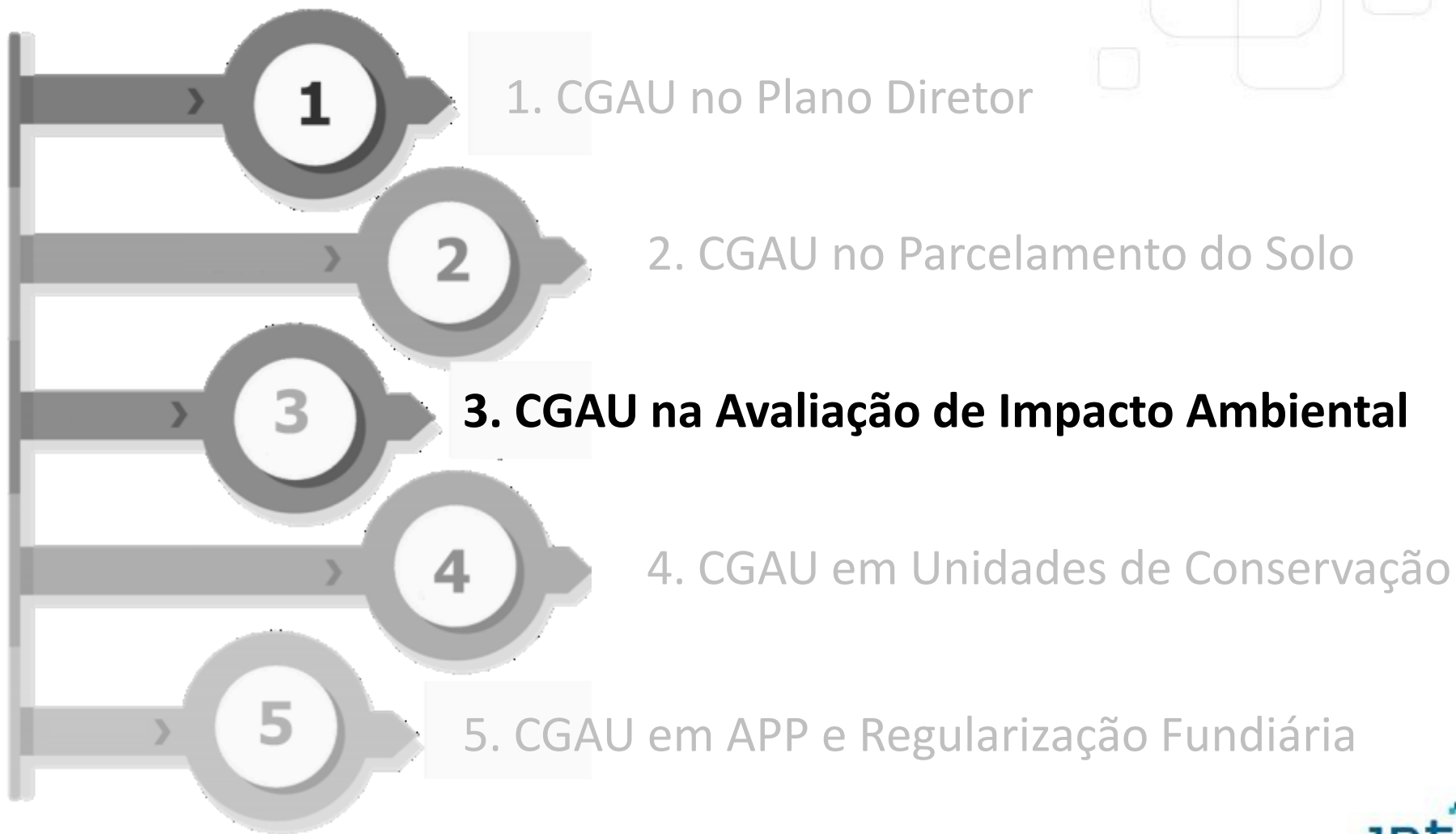
Unidade Geotécnica V



Sistemas de infraestrutura	Recomendações específicas para parcelamento do solo
Lotes	Poderá ser viável em áreas de média e baixa suscetibilidade à inundação e/ou alagamentos mediante implantações de medidas de controle hidrológico e hidráulico, elaborados a partir de estudos específicos. Poderá ser viável mediante a implantação de aterro de regularização topográfica e para elevação de cota a partir de estudos geotécnicos e hidrológico-hidráulicos que definam a localização e espessura de solos moles de baixa capacidade de suporte e, eventualmente, tratamentos para minimização ou aceleração dos recalques, além da cota de coroamento do aterro (já considerando o recalque).
Sistema Viário e pavimentação	Poderá ser viabilizado mediante a implantação de aterro ou troca de solo mole. Para projetos em aterros, poderão ser adotadas medidas que acelerem os recalques e melhorem as condições de suporte dos terrenos. Em condições de sistema viário contíguo aos cursos d'água, deve-se prever medidas contra erosão de margem e saturação da base do maciço. Quanto à pavimentação deverão ser previstos tratamentos dos aterros sobre solos moles de modo a acelerar os recalques, sendo assim possível instalar pavimentos asfálticos flexíveis. Caso não sejam previstos tais tratamentos poderão ser instalados pavimentos articulados para minimizar os custos de manutenção.
Rede de Abastecimento de Água	Adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentações por recalques diferenciais ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego.
Rede de Esgoto	Adequar a solução de coleta e disposição das águas servidas às dificuldades de escoamento nas áreas planas. Adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentações por recalques diferenciais ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego. A abertura de valas poderá requerer escoramento das paredes e, por vezes, rebaixamento temporário do lençol.
Drenagem	O sistema de drenagem requer dimensionamento contemplando toda a área de contribuição da bacia hidrográfica a montante. Nesta unidade são comuns inundações e/ou alagamentos, que tendem a se agravar em decorrência da impermeabilização das áreas urbanizadas que promovem o aumento das vazões de escoamento e aumento das vazões de pico, além de pontos de estrangulamento nos canais de drenagem ocasionados por travessias em aterros ou pontes.
Rede Elétrica	Se for rede subterrânea em áreas sujeitas a enchente deverá ser encamisada.
Gás	Adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentações por recalques diferenciais ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego como, por exemplo, encamisamento.
Sistema de Comunicação (fibra ótica)	Se for subterrânea, adotar medidas que evitem danos às tubulações por movimentações por recalques diferenciais ou movimentações do leito carroçável, devido ao tráfego.
Investigações necessárias para o desenvolvimento dos projetos	Ensaio in situ: Sondagem à percussão com medição de torque (SPT-T); Ensaio Vane Test ou Palheta para a determinação da resistência não drenada nos solos moles; Ensaio de Piezocone com medida de poropressão (CPTu) nos solos moles. Ensaio de laboratório: Ensaio de adensamento Estudos hidrológicos e hidráulicos

Quadro 1 - Considerações sobre os sistemas de infraestrutura e investigações para o parcelamento do solo na Unidade V.

Exemplos: Experiência IPT



3. CGAU E O AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL E LICENCIAMENTO

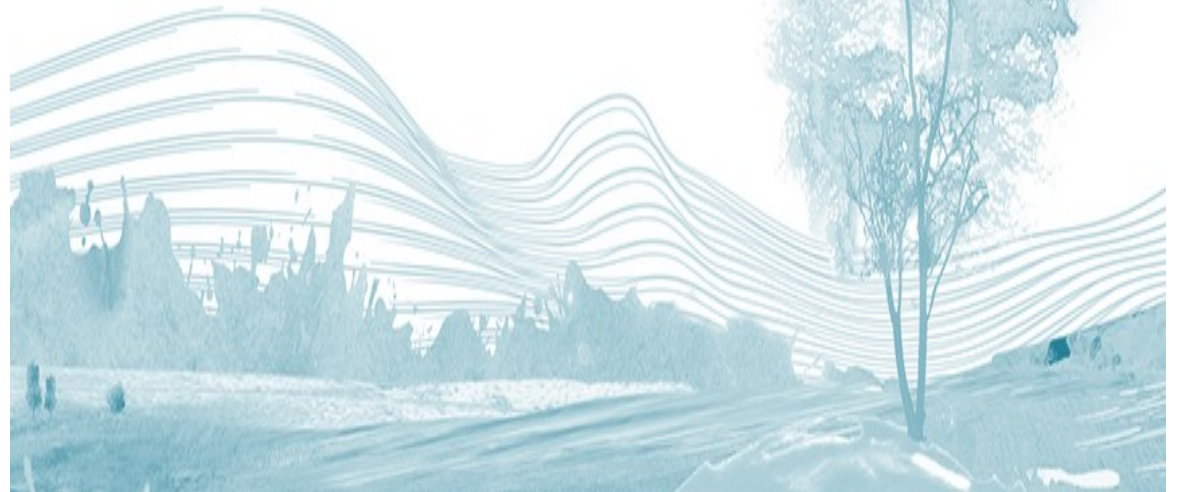
A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), inclui, entre seus instrumentos executivos o licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental.

CGAU

Análise de alternativas tecnológicas e locais



PNMA
Lei nº 6.938, de
31/98/1981



Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista – PRGIRS/BS

**Projeto – Fehidro e AGEM – Agência
Metropolitana da Baixada Santista**



1.689 t/dia

**Resíduos de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Mongaguá,
Praia Grande, Santos e São Vicente**

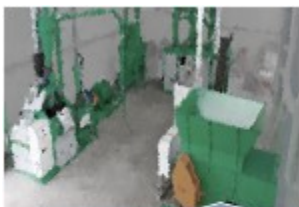
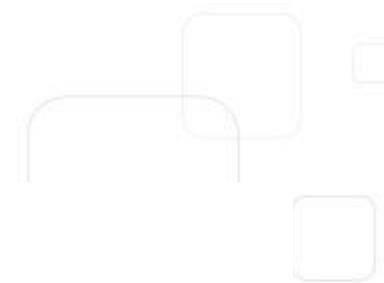
Objetivo

- Elaborar, de forma participativa, o PRGIRS/BS, visando como resultado a gestão adequada dos resíduos sólidos na região sobre seus aspectos ambientais, econômicos e sociais.

CGAU

Estudo de áreas
potencialmente
favoráveis para o
sistema de
processamento de
resíduos

Áreas potencialmente favoráveis



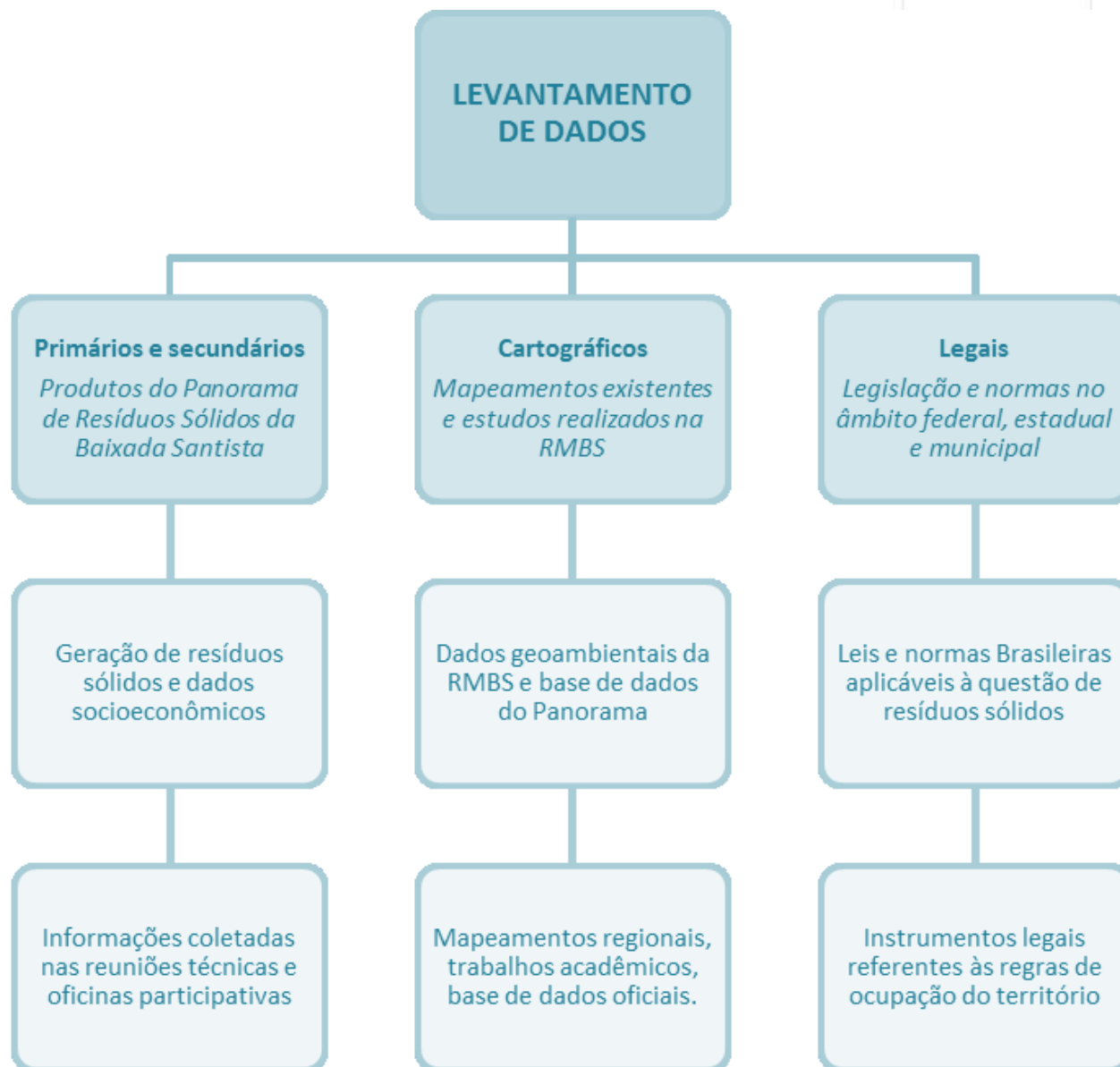
Usina de reciclagem/tratamento



Usina de tratamento térmico



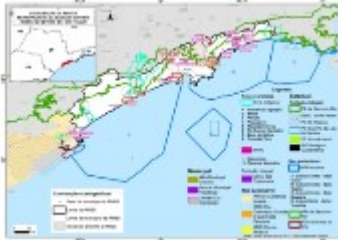
Aterro sanitário



Áreas potencialmente favoráveis: Critérios

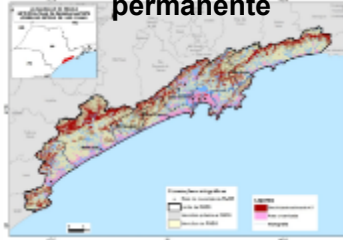
EXCLUSÃO

Unidades de Conservação



Lei Federal 9.985/2001

Área de preservação permanente



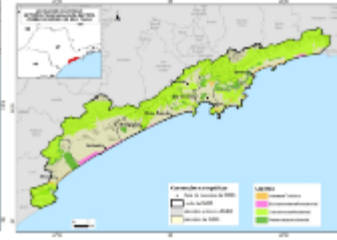
Lei Federal 12.651/2012

Áreas de servidão



Lei Federal 6.766/1979

Zonas - Planos diretores

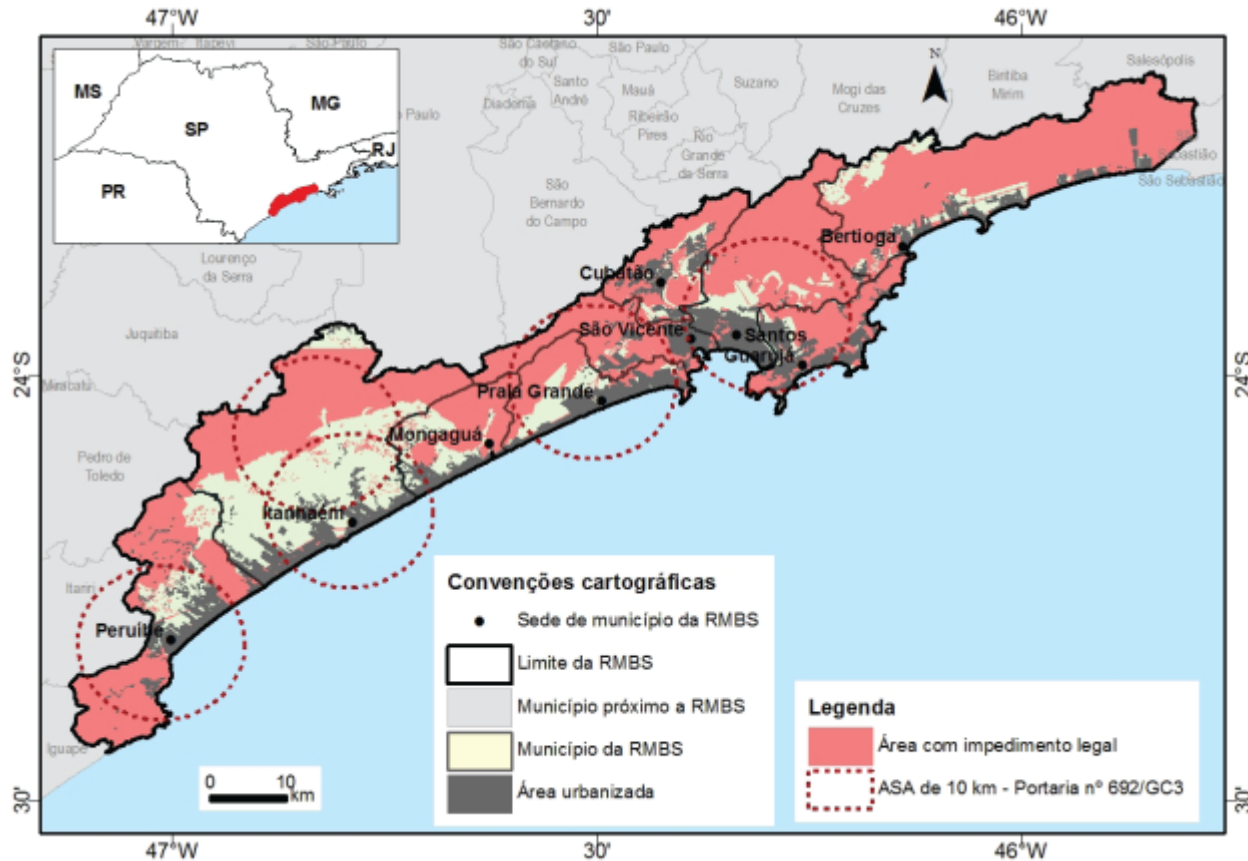


Lei Federal 10.257/2001

Área de Segurança Aeroportuária



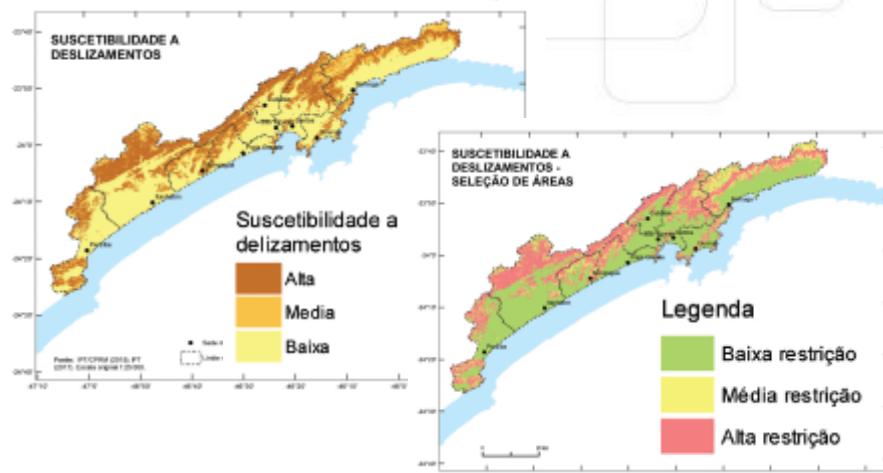
Lei Federal nº 12.725/2012



Áreas potencialmente favoráveis: Critérios

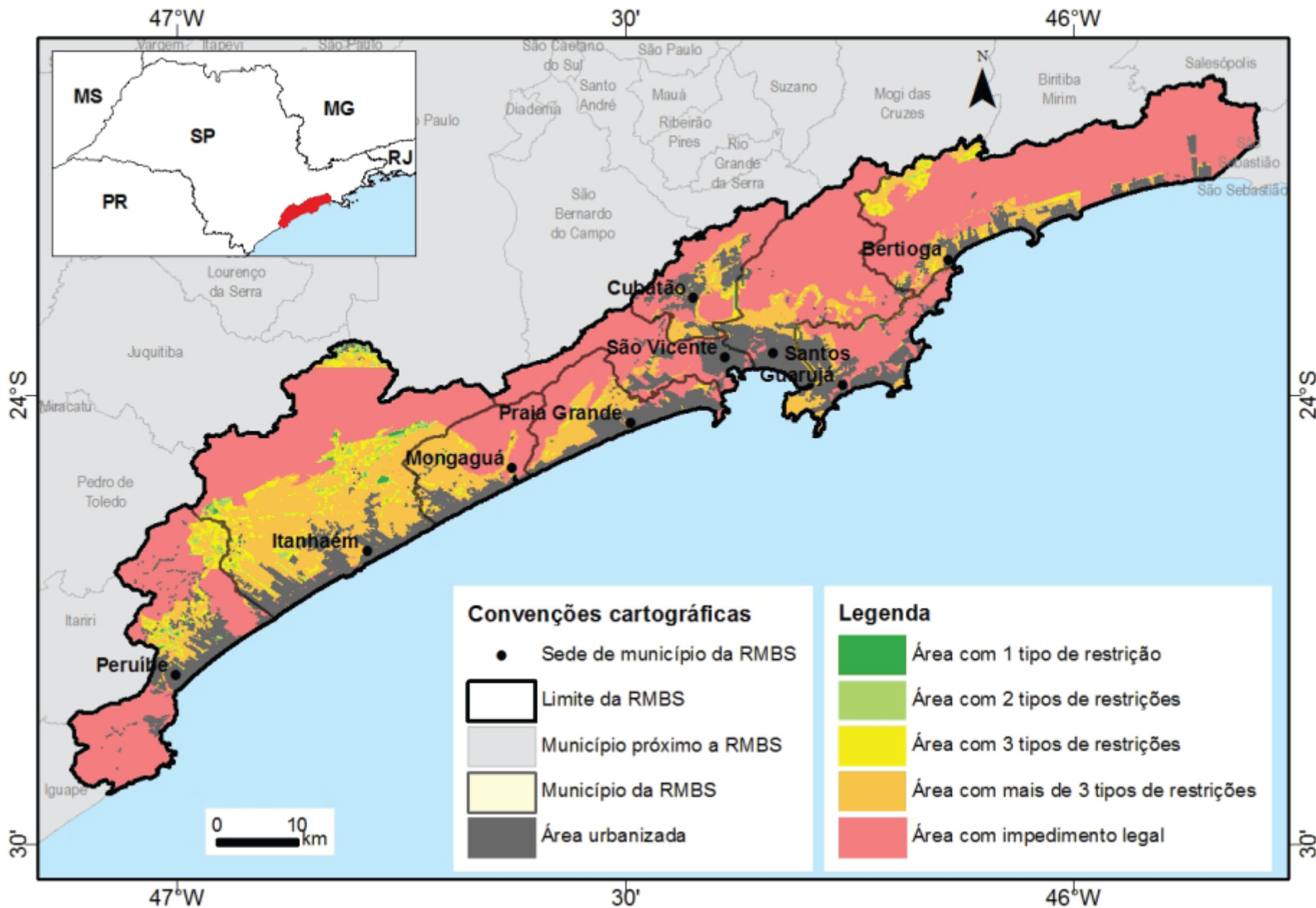
REGIONAIS

Meio	Mapa temático	Fonte
Físico	Geologia	IPT (2015)
	Declividade	IPT/CPRM (2015); IPT (2017)
	Padrões de relevo	IPT/CPRM (2015); IPT (2017)
	Solos	Oliveira et al (1999)
	Erosão	IPT (1995)
	Aquíferos e vulnerabilidade	Rocha (2005)
	Suscetibilidade a Movimento de massa	IPT/CPRM (2015); IPT (2017)
	Suscetibilidade a Inundação	IPT/CPRM (2015); IPT (2017)
	Clima	Setzer (1966)
	Distância dos corpos d'água	Elaborado a partir da base cartográfica de AGEM
	Bacias hidrográficas e mananciais	DAEE (2017); CBH-BS (2009); IPT/CPRM (2015)
Sismicidade	Banco de dados geoambientais	
Biótico	Cobertura vegetal	IF (2010)
	Conectividade	SÃO PAULO (2008) - Biota/Fapesp
Antrópico	Zoneamento ecológico-econômico (ZEE)	SÃO PAULO (2013)
	Zoneamento minerário	IPT (2015)
	Área urbana	IPT/CPRM (2015); IPT (2017)

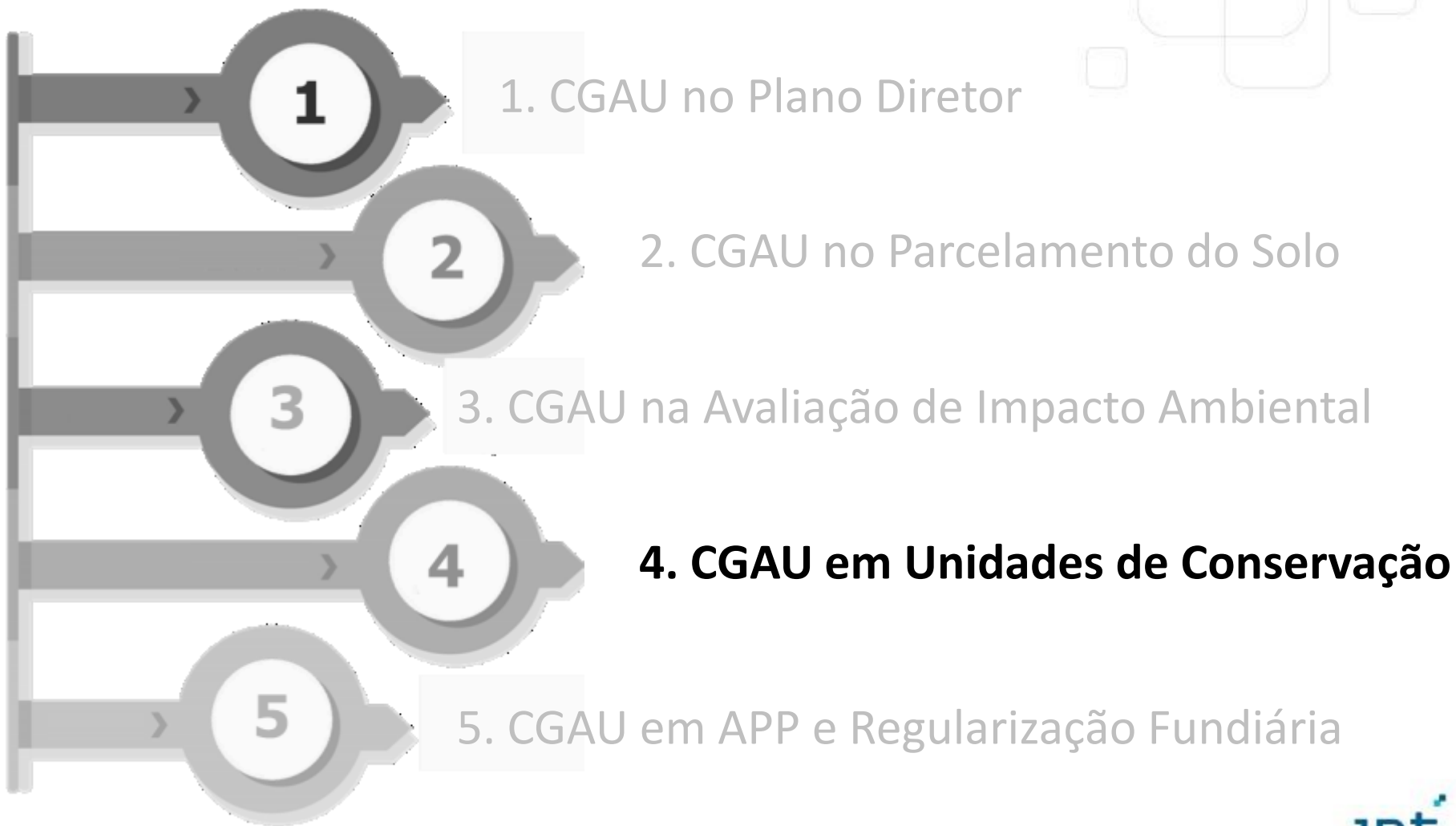


Critério	Restrição para a instalação de unidades de tratamento e destinação final		
	Baixa	Média	Alta
Suscetibilidade a movimento de massa	Baixa Suscetibilidade: Planícies aluviais/marinhas com encostas suavizadas e topos amplos, amplitudes baixas e declividades inferiores a 15°. Litologia composta de areias e argilas aluviais/marinhos.	Média Suscetibilidade: Serra, escarpas e morros altos com encostas convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem. Amplitudes médias e declividades entre 10° e 30°. Litologia formada por migmatitos diversos e solos evoluídos e moderadamente profundos. Média densidade de lineamentos/estruturas.	Alta Suscetibilidade: Relevo de serras e escarpas com encostas retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem abruptos, amplitudes grandes e declividades superiores a 25° (>25°). Litologia formada por migmatitos diversos e solos pouco evoluídos e rasos. Alta densidade de lineamentos/estruturas.

Áreas potencialmente favoráveis: Mapa Final



Exemplos: Experiência IPT



4. CGAU E O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - SNUC



LEI DO SNUC
Lei nº 9.985, DE
18/07/2000

Art. 4º:

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) tem, entre os seus objetivos:

“proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”



CGAU

Delimitação da UC, Zoneamento Plano de manejo

Estudos técnicos para criação de unidade de conservação do pico do olho d'água

**Projeto – Fehidro e Prefeitura Municipal
de Mairiporã**

Objetivo

- Apoio tecnológico para:
- Criação de uma Unidade de Conservação (UC) Municipal;
- Elaboração do Plano de Manejo da Unidade de Conservação criada.

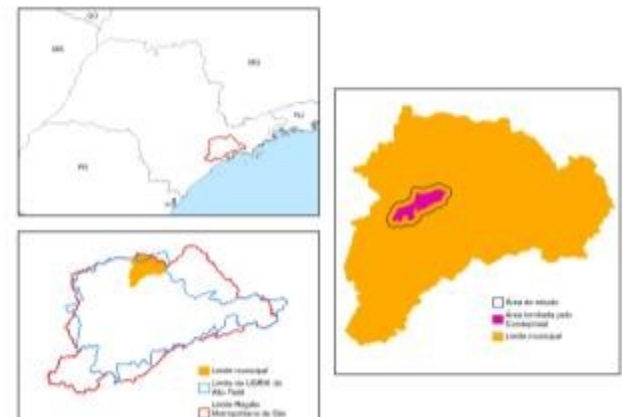
CGAU

Diagnóstico
Socioambiental

Delimitação da
UC

Justificativa
para a criação
da UC e
categoria de

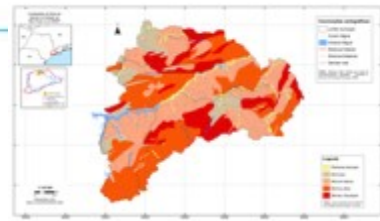
Plano de
manejo,
Zoneamento da
UC.



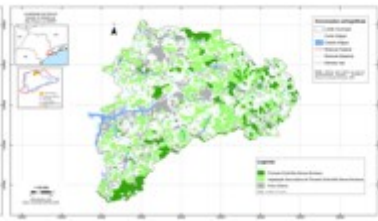
Município de Mairiporã-
SP



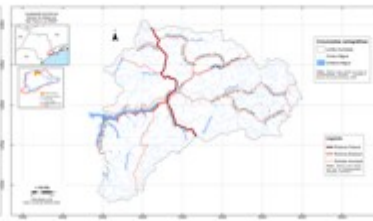
Diagnóstico socioambiental



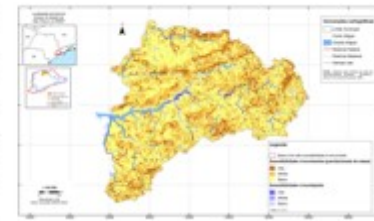
RELEVO



VEGETAÇÃO



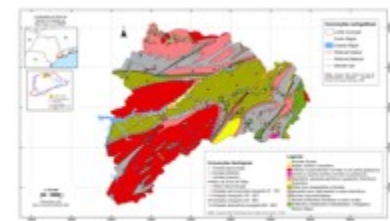
VIÁRIO



SUSCETIBILIDADE



UCs



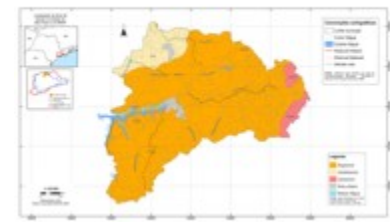
GEOLOGIA



OFICINAS



**RECURSOS HÍDRICOS/
APRM**



SOLOS



PARTICIPAÇÃO

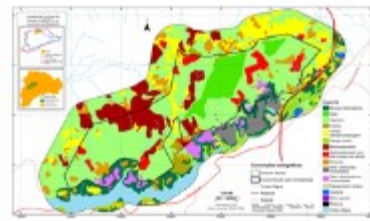


DIREITOS MINERÁRIOS

POPULAÇÃO



USO E OCUPAÇÃO



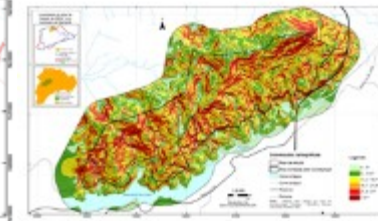
FLORA



FAUNA



DECLIVIDADE

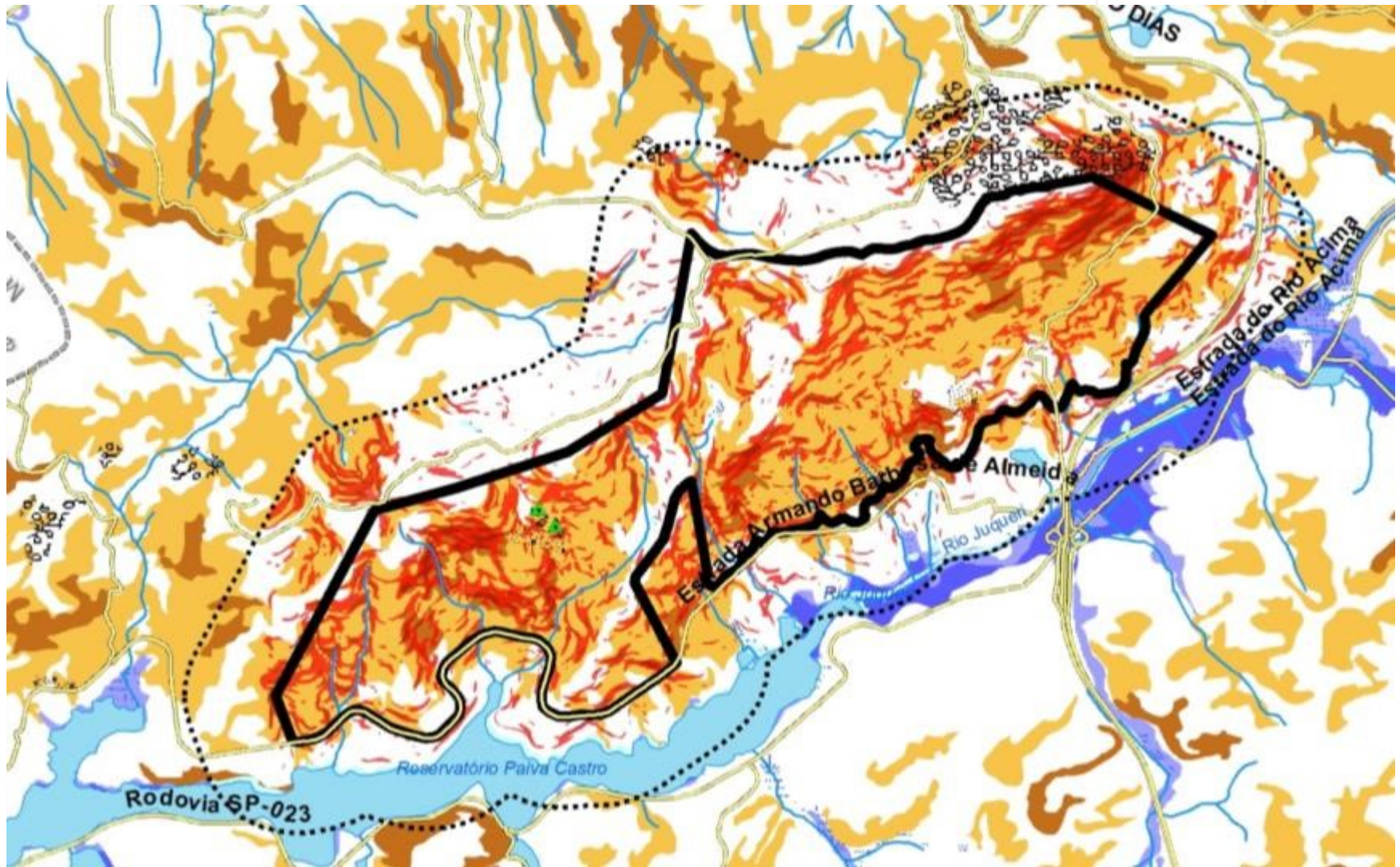


Justificativa para criação da UC

- Seleção de 17 critérios para justificar o potencial de criação da UC:
 - Possui áreas ambientalmente frágeis
 - forte dissecamento e presença de manto de alteração profundo com matacões (grandes blocos de rocha)
 - deslizamentos rotacionais ao longo das estradas ocasionados pela abertura de estradas vicinais ou pela ocupação de casas

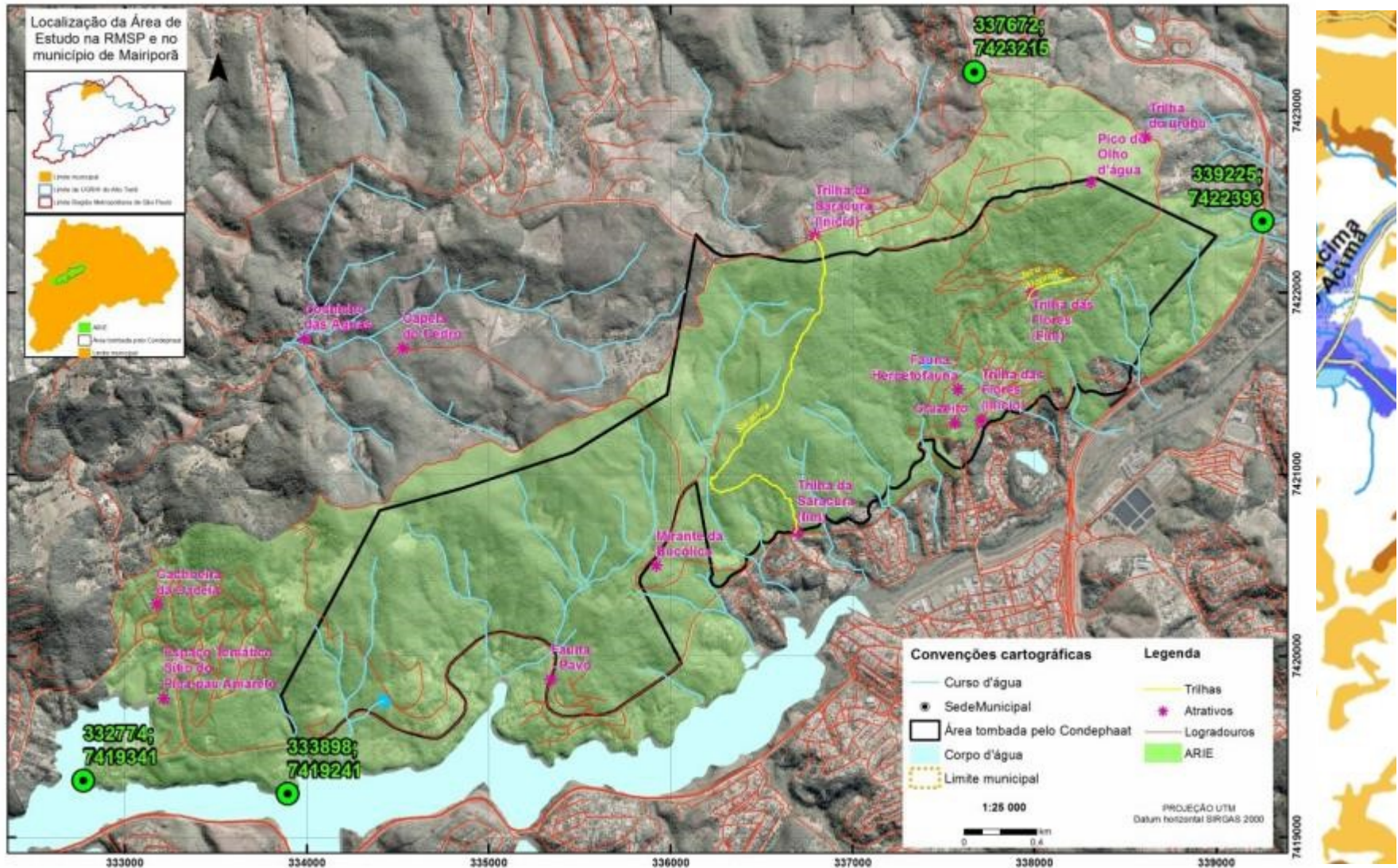


Definição dos limites geográficos da UC



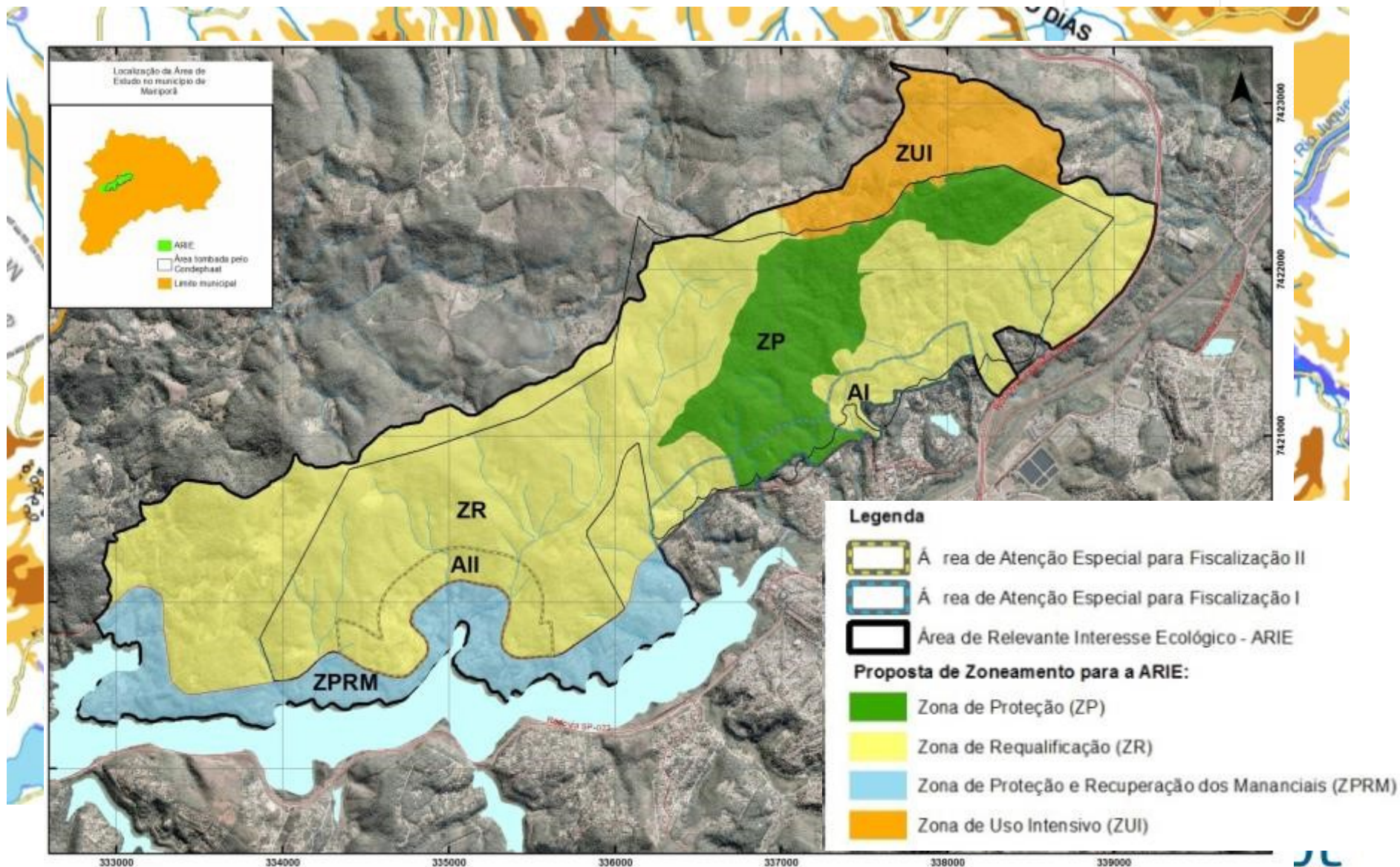
Critérios de Inclusão/exclusão: Inclusão de áreas susceptíveis a desastres naturais ou que apresentem potencial de fragilidade erosiva alta, sempre que possível

Definição dos limites geográficos da UC



Critérios de Inclusão/exclusão: Inclusão de áreas susceptíveis a desastres naturais ou que apresentem potencial de fragilidade erosiva alta, sempre que possível

Zoneamento da UC



Exemplos: Experiência IPT



5. CGAU E REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

O Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) define as categorias de Áreas de Preservação Permanente (APP) e situações para regularização fundiária.

APP: Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a **estabilidade geológica** e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Art. 3º, Lei Federal 12.651/2012)

CGAU (risco)

Regularização
fundiária



Mapeamento de áreas de risco de deslizamentos e inundações e de áreas de preservação permanente (APPs) em núcleos e loteamentos irregulares no município de São Roque, SP

Projeto – Patem/SDE e Prefeitura da Estância Turística de São Roque

Objetivos

- Realizar o **mapeamento de áreas de risco** (deslizamentos e inundações) em **22 núcleos e loteamentos irregulares**.
- Delimitar as **APPs** a partir da base cartográfica disponível, de acordo com os critérios definidos no Código Florestal.
- Fornecer diretrizes para a **regularização fundiária** de núcleos de ocupação precária e loteamentos irregulares no Município

Localização do município de São Roque no Estado de SP



Núcleo Goianã , localizado na margem de curso d'água

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Está em APP?

SIM

NÃO

Lei Federal nº 11.977/2009,
13.465/2017 e 12.608/2012

Lei Federal nº
11.977/2009
13.465/2017

ÁREA URBANA

ÁREA RURAL

É área urbana consolidada,
ocupada até 2007?

NÃO

SIM

Interesse
social

Interesse
específico

É área de risco?

NÃO SIM

PROJETO DE
REGULARIZAÇÃO

RECUPERAÇÃO APP
REMOÇÃO

Foi ocupada
até 2008?

NÃO

SIM

Outro uso
alternativo

Área rural
consolidada

CAR: Cadastro
Ambiental Rural
PRA: Programa de
Regularização Ambiental

TEMPORALIDADE

FUNÇÃO AMBIENTAL

GRAU DE ALTERAÇÃO DO AMBIENTE

Método



MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO

- Obtenção de fotos oblíquas, por meio de voo de helicóptero e ortofotos digitais
- Trabalhos de campo para análise das situações potenciais de deslizamentos e solapamento de margens de córregos e inundação (condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrológicos importantes para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas e de inundação em campo para classificação da situação de risco – MUITO ALTO, ALTO, MÉDIO E BAIXO)

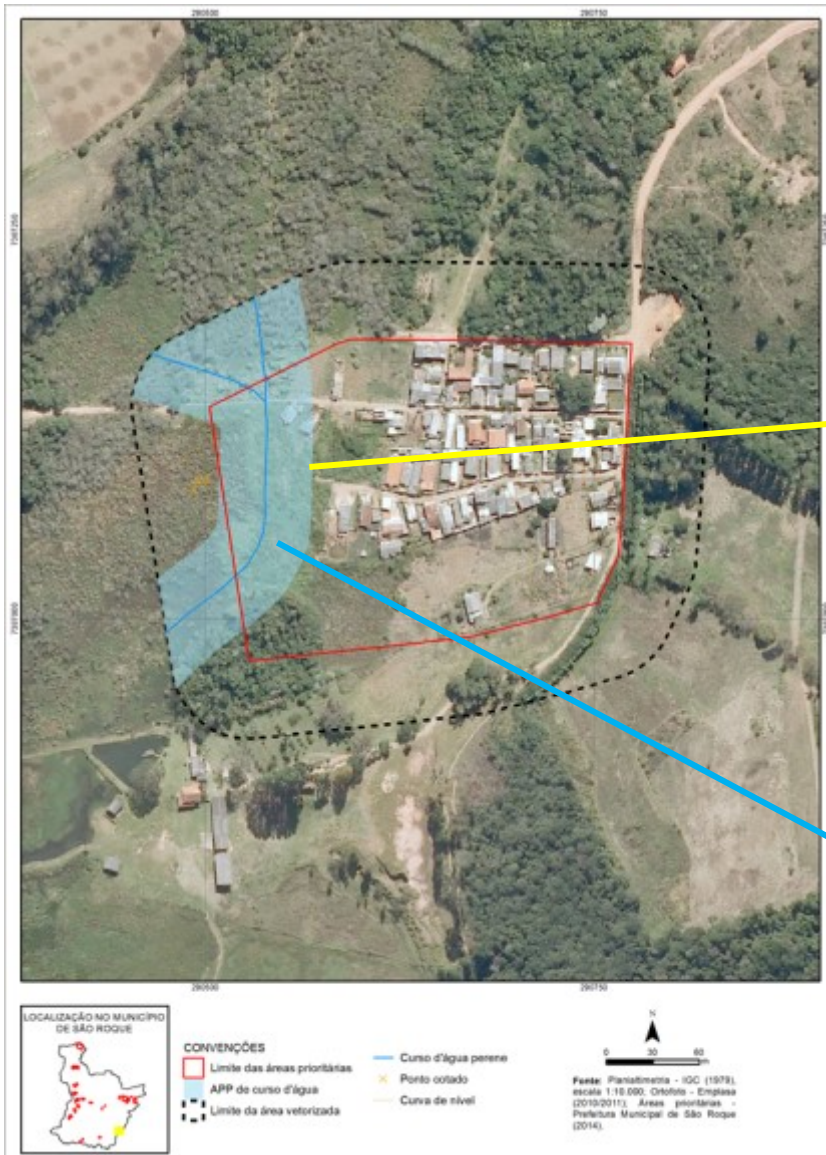


DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

- Funções matemáticas disponíveis em softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com base na Lei Federal nº 12.651/2012 e a base cartográfica do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), na escala 1:10.000 .
- Trabalhos de campo
- Análise : Ano de implantação, situação Fundiária, infraestrutura urbana, macrozoneamento do Plano Diretor Municipal, interesse Social, Unidade de Conservação, uso do solo predominante, situação do curso d'água (natural ou com intervenção), Risco (Alto/ Muito Alto)

= Indicações para regularização fundiária

SRQ-01 – VILA LINO



Casas em APP



Curso d'água e planície de inundação

SRQ-01 – VILA LINO Características:

- Inserido no Perímetro urbano;
- Loteamento de Interesse social (PLHIS);
- Área Especial de Interesse Social (AEIS);
- Área urbana em consolidação;
- Inserido na Zona de Conservação dos Recursos Hídricos – ZCRH da APA de Itupararanga;
- Construído em planície de inundação;
- Sem setores de risco identificados;
- APP de curso d'água;
- Dois lotes em APP (traçado do ITESP);
- Regularização fundiária de interesse social.

SRQ-04 - GOIANÃ



Setor de Risco Alto (R3)



APP de curso d'água

SRQ-04 - GOIANÃ

Características:

- Inserido no Perímetro urbano;
- Loteamento de Interesse social (PLHIS);
- Área Especial de Interesse Social (AEIS);
- Área urbana em consolidação;
- Moradias de médio a baixo padrão construtivo;
- Relevo de morros;
- 01 (um) setor com Risco Alto (R3) para deslizamento com 05 moradias de alvenaria;
- Ocupação em APP de curso d'água;
- Regularização fundiária de interesse social, excetuando-se no setor de risco.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal

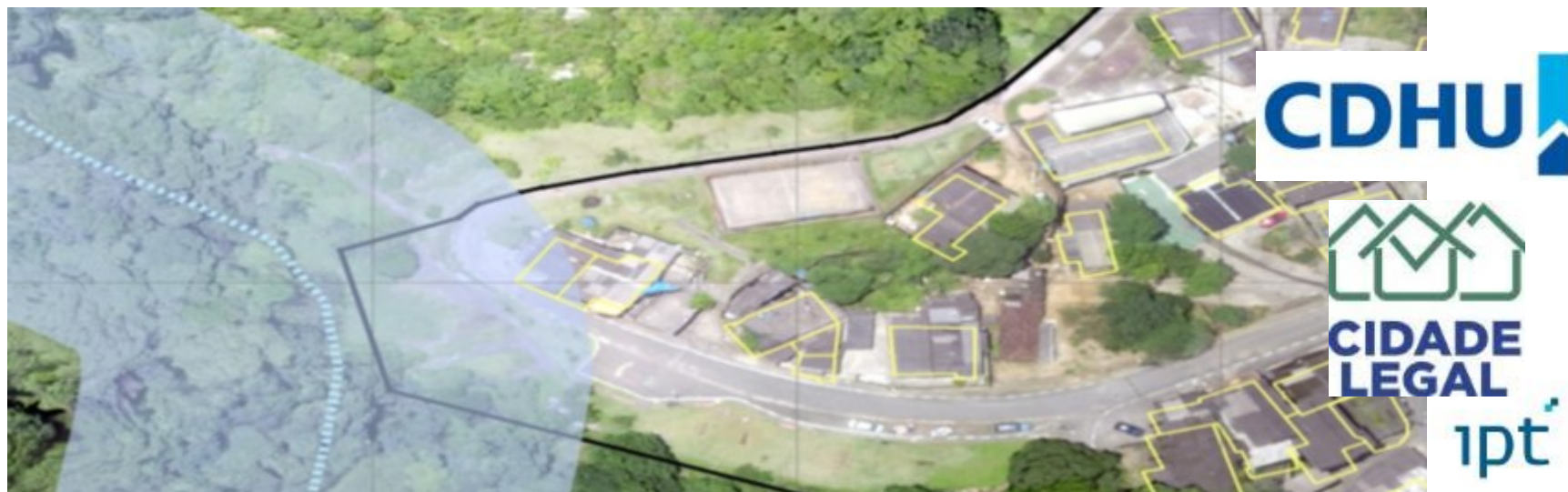
Área	Nome da área	Ano de implantação	Situação fundiária	Rede de Água	Rede de Esgoto	Coleta de resíduos Sólidos	Macrozoneamento (Plano Diretor)	Interesse Social
SRQ-01	Vila Lino	1990	em processo de regularização	não	não	sim	Macrozona de Urbanização Específica <i>Zona de Urbanização Específica ZUE - Chácaras em Manancial</i>	Área Especial de Interesse Social (AEIS)/ Loteamento de Interesse Social (PLHIS)
SRQ-02	Campininha de Cima	1976	em processo de regularização	sim	não	sim	Macrozona de Urbanização Específica <i>Zona de Urbanização Específica ZUE – Desenvolvimento Turístico</i>	Loteamento de Interesse Social (PLHIS)
SRQ-03	Campininha de Baixo	1985	em processo de regularização	sim	não	sim	Macrozona de Urbanização Específica <i>Zona de Urbanização Específica ZUE – Chácaras em Manancial</i>	Núcleo de Ocupação Precário (PLHIS)
SRQ-04	Goianã	1990	em processo de regularização	sim	não	sim	Macrozona de consolidação urbana – Perímetro São Roque	Área Especial de Interesse Social (AEIS)/ Loteamento de Interesse Social (PLHIS)

Informações sistematizadas pelo IPT

Unidade de Conservação	Uso do Solo predominante	Alterações antrópicas relevantes em APP	Situação do curso d'água	Risco Alto ou Muito Alto	Tipo de APP	Enquadramento para regularização fundiária
APA Itupararanga Zona de Conservação dos Recursos Hídricos - ZCRH	Área urbana em consolidação	Ocupação em planície de inundação e margem de curso d'água	Natural	---	Curso d'água	Interesse Social
APA Itupararanga Zona de Conservação dos Recursos Hídricos - ZCRH	Área de transição (urbana em consolidação e chácaras)	---	Natural Intermitente	---	Curso d'água	Ocupação preexistente em APP
APA Itupararanga Zona de Conservação dos Recursos Hídricos - ZCRH	Área de transição (urbana em consolidação e chácaras)	Aterro e desvio de curso d'água	Com intervenção (ferrovia, vias, aterro para construção)	---	Curso d'água	Ocupação preexistente em APP
---	Área urbana em consolidação	Ocupação em margem de curso d'água	Natural	Mov. de Massa	Curso d'água	Interesse Social

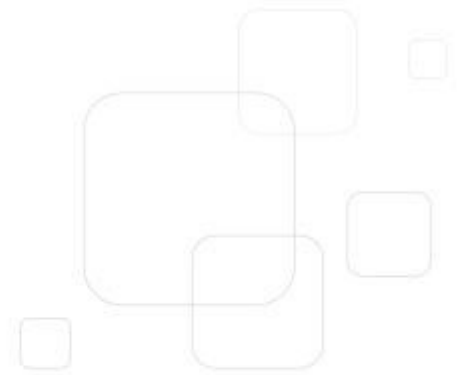
Regularização Fundiária Urbana - REURB

- Análises técnicas compatíveis com os avanços e exigências das Leis nº 12.651/12 e 13.465/17;
- Mapeamento atualizado do núcleo por imagens de drone;
- Mapeamento e diagnóstico das áreas de risco (deslizamentos e inundação), com indicação de intervenções estruturais para os setores com risco alto e muito alto
- Análises de risco geotécnico e de ocupação em APP por meio de metodologia desenvolvida pelo IPT;
- Recomendações para a regularização fundiária de acordo com as especificidades do(s) núcleo(s).



Considerações finais

- CGAUs: instrumento fundamental, legalmente exigido para o ordenamento territorial e gestão municipal, mas por vezes desconhecido.
- Aponta as características do meio físico, problemas existentes (como áreas impactadas e tipos de impactos) e como esses problemas interferem na urbanização e expansão urbana.
- Crescimento seguro: foco na prevenção de desastres e não geração de novas áreas de risco.
- Outras aplicações das CGAUs podem existir, conforme ações municipais em curso ou planejadas.



Grata pela atenção!

Priscila Ikematsu

Labgeo/CTGeo – IPT

priscilai@ipt.br

