
Análise do perigo de eventos geodinâmicos e vulnerabilidade urbana do Estado de São Paulo: base para políticas de redução de risco

Cláudio José Ferreira
Denise Rossini Penteado
Apresentação realizada na reunião do
GT-PDUI, em 19 de abril de 2016



CDRMS
Conselho de Desenvolvimento da
Região Metropolitana de São Paulo

Subsecretaria de Assuntos
Metropolitanos



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria da Casa Civil

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria do Meio Ambiente

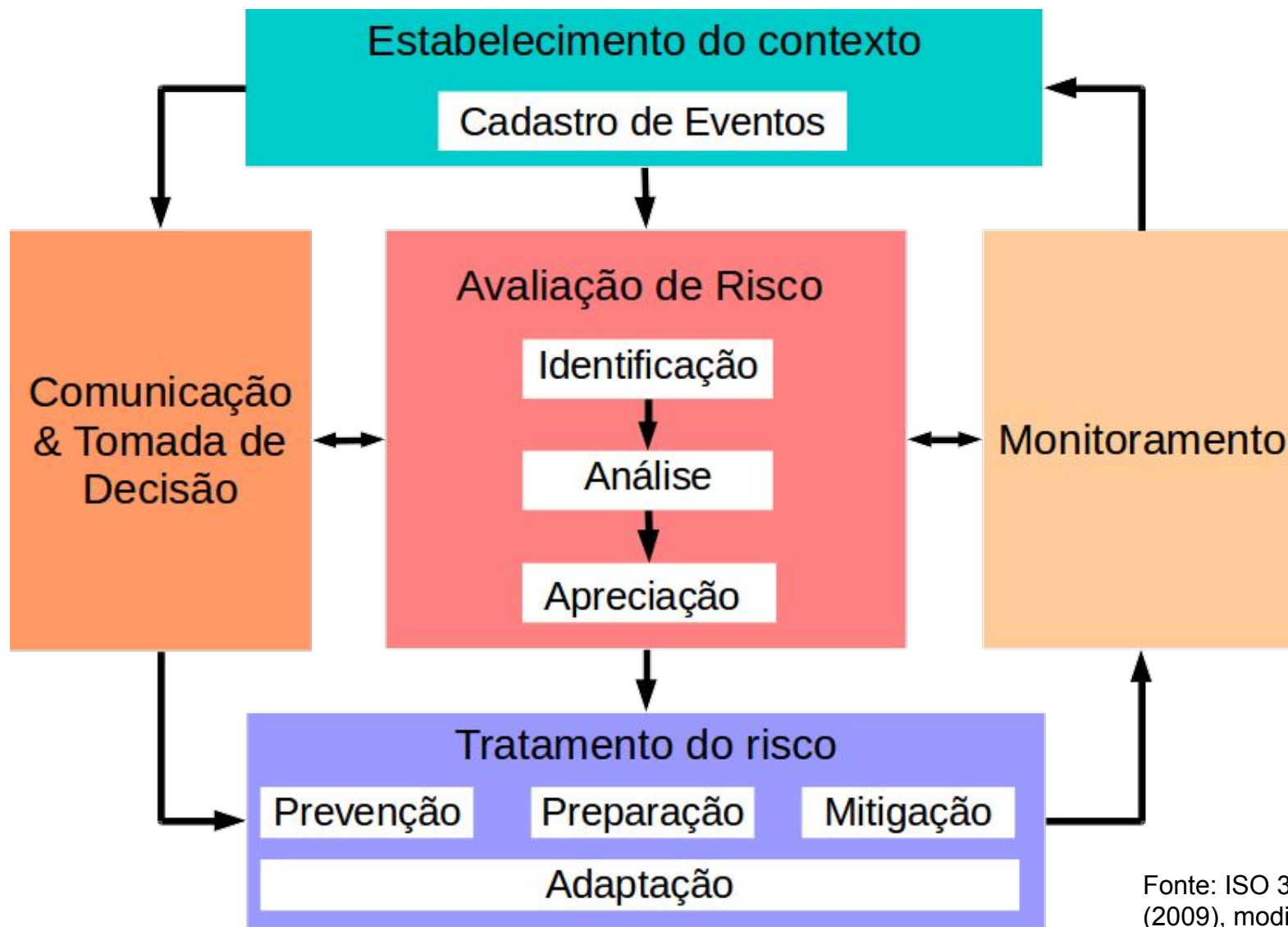
CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental



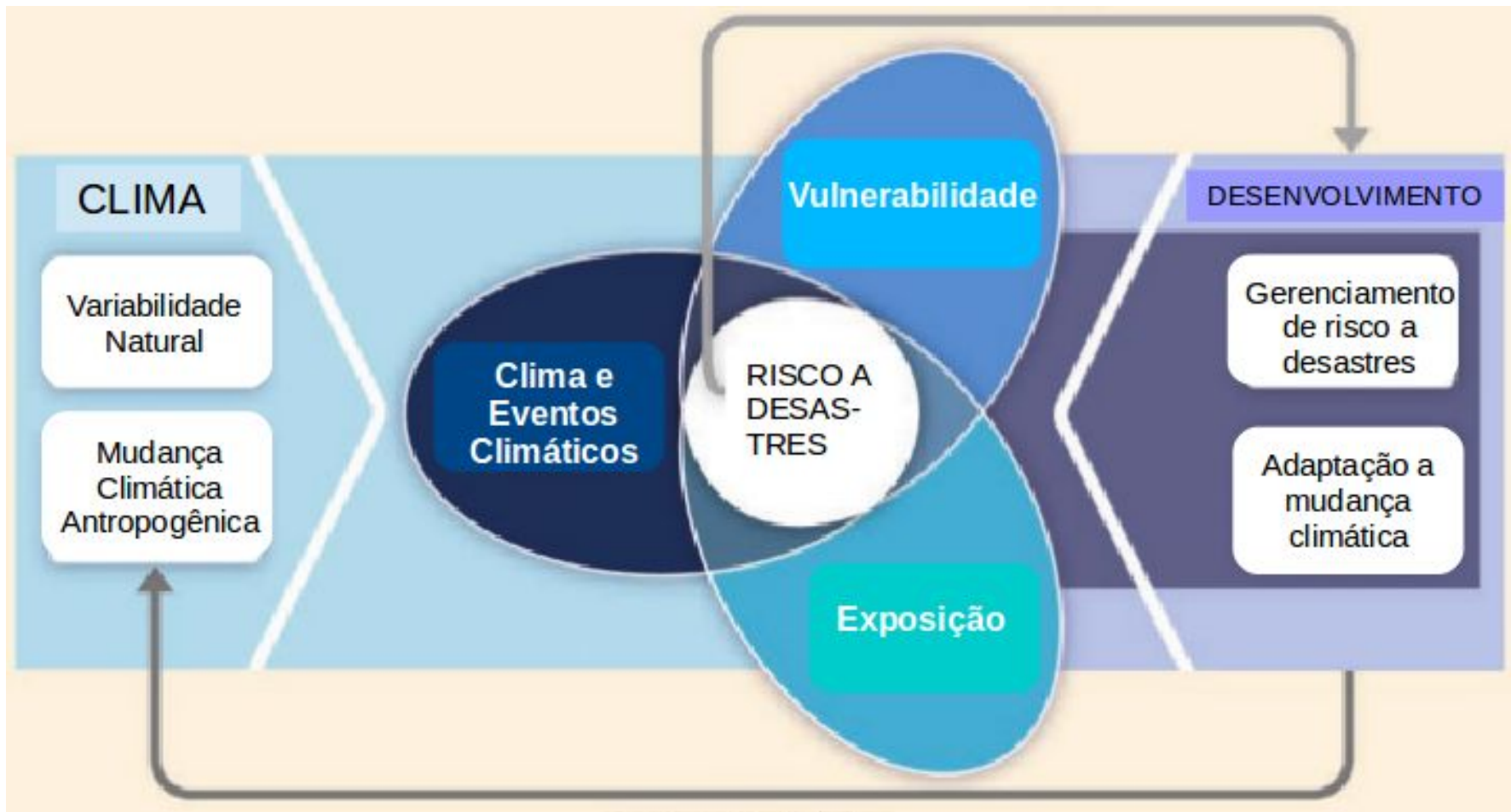
Objetivos

- Contribuir para a discussão do tema redução de risco no PDUI;
- Apresentar conceitos e resultados de análise de risco de eventos geodinâmicos em áreas urbanas aplicáveis à Região Metropolitana de São Paulo;
- Discutir potencial de utilização de sistema de unidades territoriais para análises temáticas no âmbito do PDUI.

Gerenciamento de Risco



Análise de Risco



Diversidade de terminologia, conceitos e métodos

FONTE	PROCESSOS	ELEMENTO EM RISCO	
BRASIL 1994	Ameaça	Vulnerabilidade	Dano, Prejuízo
ISDR-ONU 2004	Perigo	Vulnerabilidade	Exposição
ISO 31000 2009	Fatores de Risco	Controle	Consequências
IPCC 2012	Eventos Climáticos	Vulnerabilidade	Exposição
Cartografia Geotécnica	Suscetibilidade	-	-
Geografia	Vulnerabilidade Ambiental, Fragilidade	-	-

Importância de tema em planejamentos territoriais

Política Nacional de
Defesa Civil 1994

“ordenação do espaço urbano”

Marco de Hyogo 2005
“reduzir os riscos subjacentes”

Política Estadual Mudanças
Climáticas 2009

*“vulnerabilidade indireta quanto
à ocupação desordenada”*

Programa Estadual
Prevenção Desastres 2011

*“promover uma adequada
ocupação do território”*

Política Nacional de Proteção
e Defesa Civil 2012

*“ações preventivas para
minimização de desastres”*

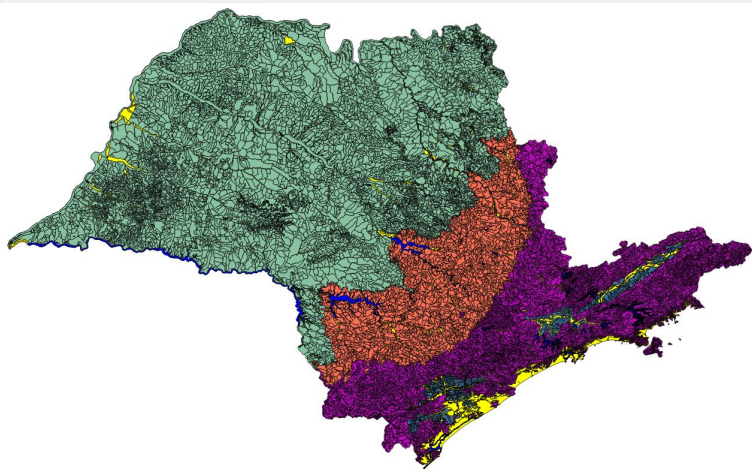
Marco de Sendai 2015
*“fatores subjacentes de risco;
coerência entre planos de
diferentes agendas”*



V – a delimitação das áreas com restrições à urbanização, visando à proteção do patrimônio ambiental ou cultural, bem como das áreas sujeitas a controle especial pelo risco de desastres naturais, se existirem;

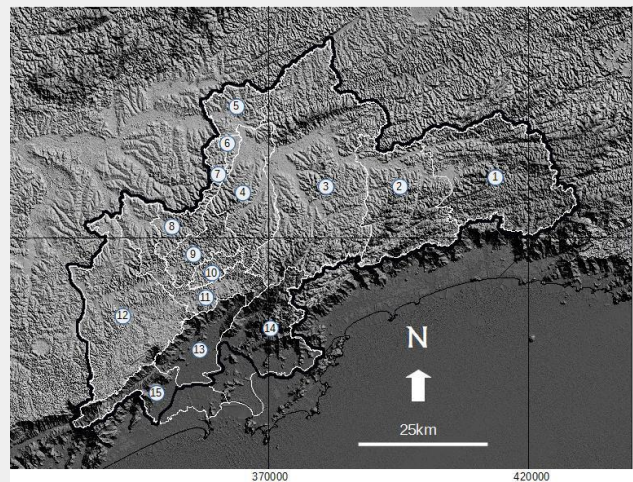
Projetos em desenvolvimento pelo IG e CPLA

Análise regional de perigos, vulnerabilidade e risco do Estado de São Paulo



- financiado Fehidro;
- UBC: mapa de perigos (2014);
- UHCT: atributos básicos (2015);
- UHCT: vulnerabilidade (2016);
- UTB: risco (2016, em preparação).

Análise de perigos, vulnerabilidade e risco em diferentes escalas para a RMSP*

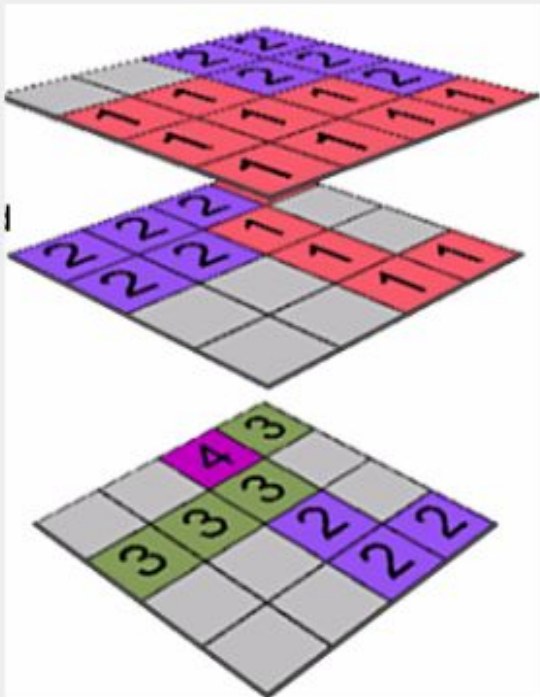


- financiado Banco Mundial;
- Cadastro de Eventos 1990-2014;
- Escalas 1:25.000, 1:10.000 e 1:3.000;
- UBC, UHCT, UTB, Setor de Risco;
- produtos 2017, 2018.

* Exceto município de São Paulo

Tipo de abordagem

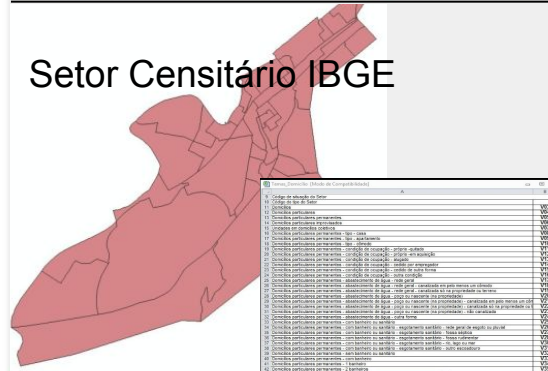
Analítica ou paramétrica: pixel



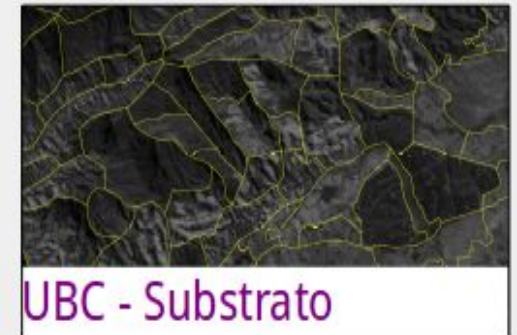
Sintética: administrativa



Setor Censitário IBGE



Sintética: territorial



UTB - Unidade Territorial

Etapas do método

Seja uma dada área

Compartimentação do Terreno



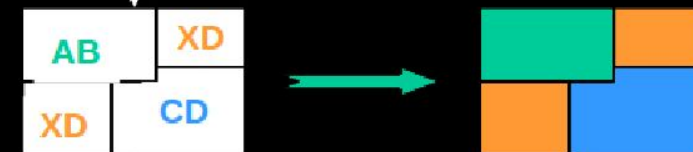
Identificação de zonas do terreno com aspectos fisionômicos específicos

Caracterização Geoambiental



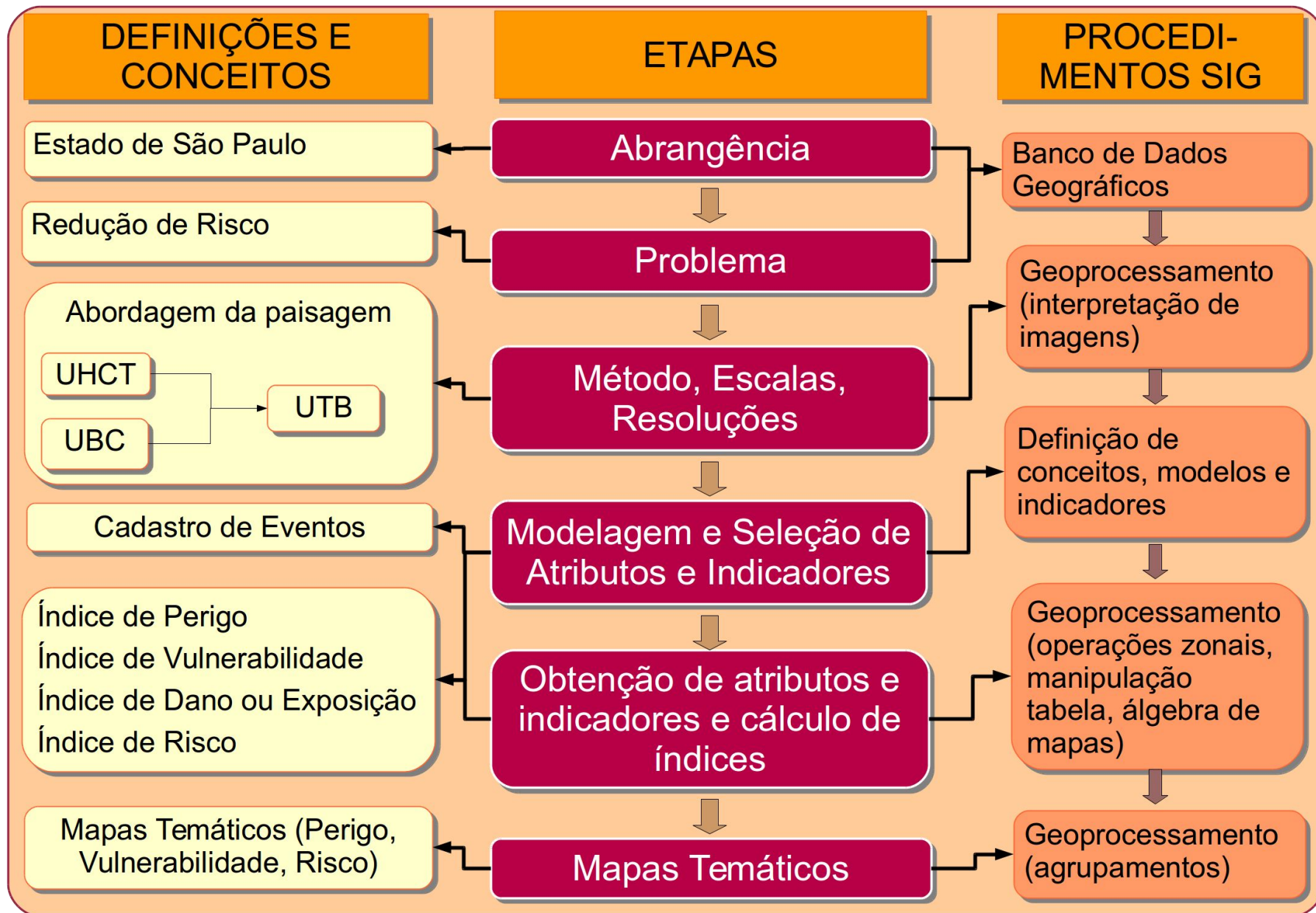
Determinação das características e propriedades geoambientais das áreas delimitadas

Cartografia Temática ou de Síntese



Classificação em termos de potencialidades e fragilidades relativas aos objetivos do zoneamento

Fluxograma do Método



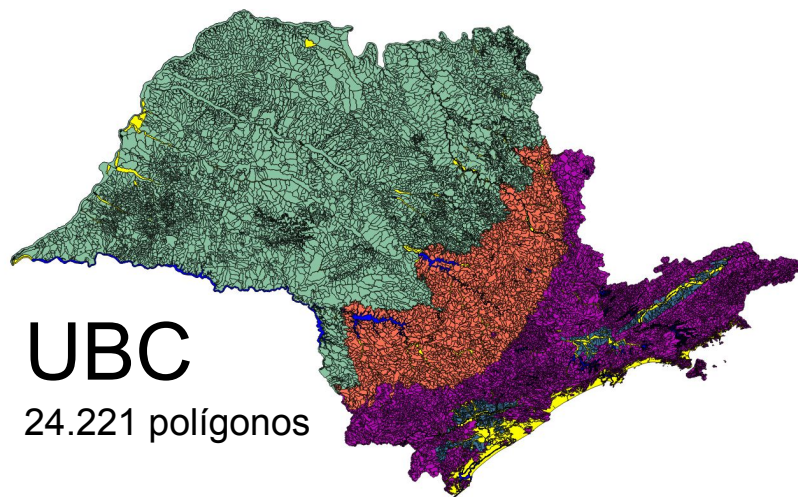
Vantagens do Método

Produto simples,
aberto e flexível –
um arquivo formato
shape

Abrangência de
toda área de
estudo:
homogeneidade na
análise regional

Abordagem
numérica – variação
contínua de
indicadores e
índices

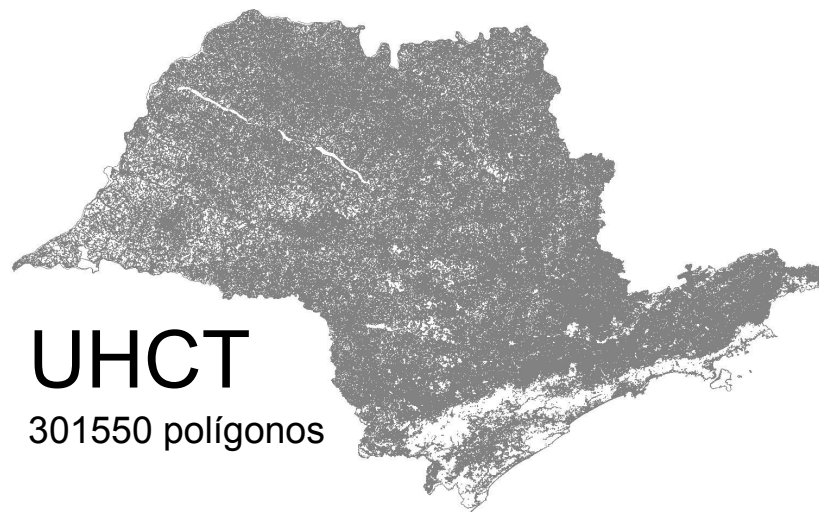
Produtos obtidos



UBC

24.221 polígonos

Interpretação visual de imagens Landsat, resolução 30m, escala de tela 1:75.000 a maior



UHCT

30150 polígonos

Classificação automática de imagens Landsat 2010, resolução 30m (áreas não edificadas) e interpretação visual de ortofotos 2010-2011, resolução 1m, escala de tela 1:8.000 a maior

Tabela

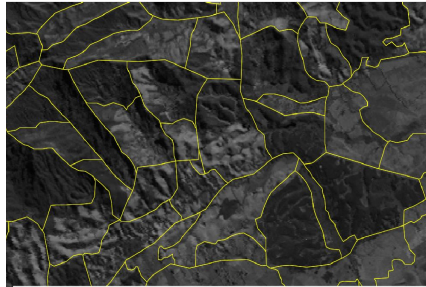
28_ESP_UHCT_SIRGAS_20151109

FID	Shape *	COBERTURA	USO OCUP	DEN OCUP	EST OCUP	ORD URB	CONTROLE
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247703
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247704
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247705
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247706
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247707
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247708
2477	Polígono M	area urbana ou edificada	residencial comercial servicos	alta densidade	consolidado	alto ordenamento	247709

(1 fora de 301550 Selecionado)

28_ESP_UHCT_SIRGAS_20151109

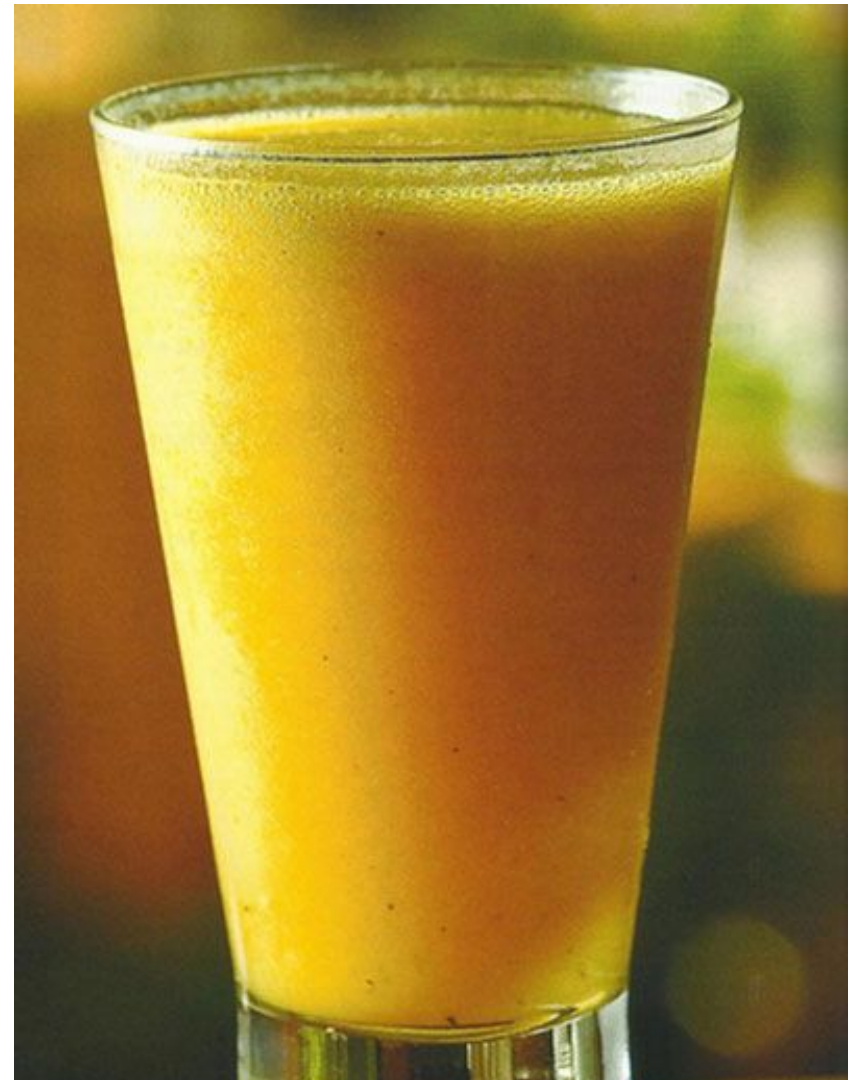
Produto a ser obtido: UTB



UBC - Substrato



UHCT - Uso e
cobertura da terra

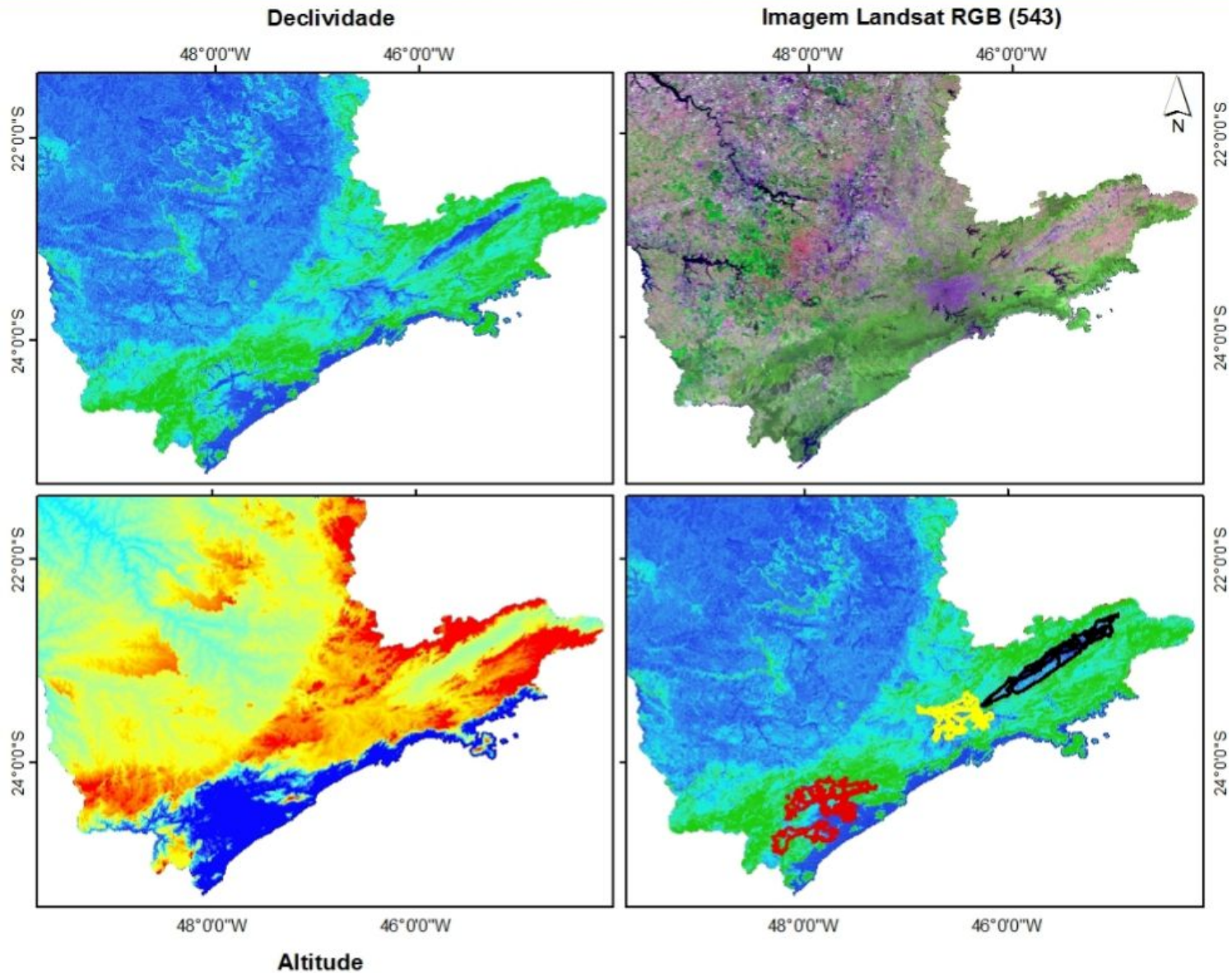


UTB - Unidade Territorial Básica

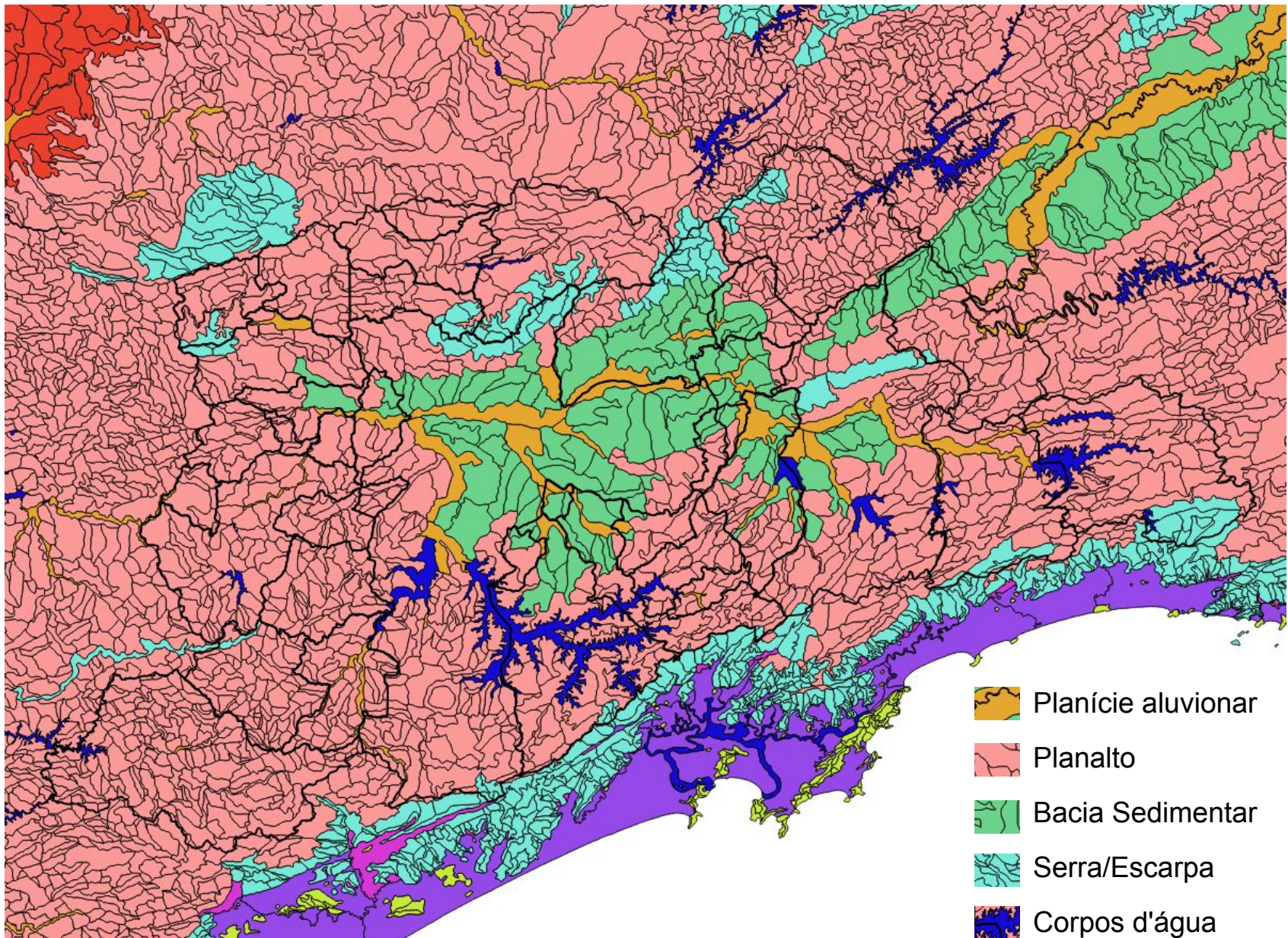
UBC – Unidades Homogêneas do Substrato Geológico-Geomorfológico-Pedológico

Morfoestruturas	Morfoesculturas	Localização Geográfica	UBC
Coberturas Sedimentares- Pleistoceno e Holoceno	Planícies Fluviais; Planícies Litorâneas; Depósitos coluvionares e de tálus	1 Paraná, 2 Paraíba do Sul, Ribeira, 3 Tietê etc	Ubc1, 2, etc
Bacias Sedimentares do Mioceno e Paleógeno	Planaltos; serras/escarpas; morros isolados	1 Planalto de São Paulo, 2 Depressão Médio Paraíba etc	
Bacia Vulcano- Sedimentar do Paraná - Depressão Periférica	Sistema de Classificação hierarquizado, multinível e multirresolução: comporta níveis de informação desde o mais genérico até o mais detalhado	1 Depressão Moji-Guaçu, 2 Depressão Médio Tietê etc	
Bacia Vulcano- Sedimentar do Paraná - Planalto Ocidental Paulista		1 Planalto Centro Ocidental, 2 Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto, 3 Planalto Residual de Marília etc	
Cinturão Orogênico do Atlântico		1 Planalto da Mantiqueira, 2 Planalto da Bocaina etc	
Corpos D'Água			

UBC – Exemplo de critérios de delimitação



UBC – Classificação Nível II



UBC - Modelagem do Perigo de Escorregamentos Planares

- Estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação (Brasil 1994).
- Perigo: fenômeno, substância, atividade humana ou condição perigosa que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos a propriedades, perda de meios de subsistência e serviços, interrupção social e econômica ou danos ambientais (ISDR-ONU 2009).

$$V = (p1DE + p2AM + p3DD + p4EH + p5IF)$$

onde:

DE = Declividade;

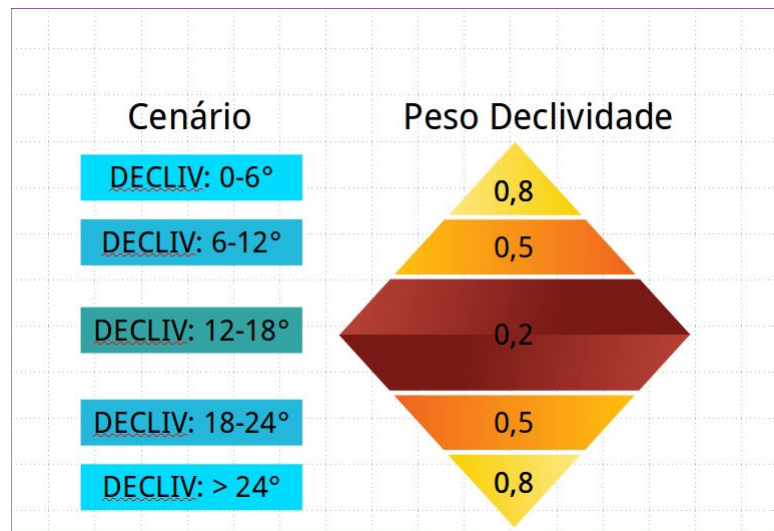
AM = Amplitude altimétrica

DD = Densidade de Drenagem

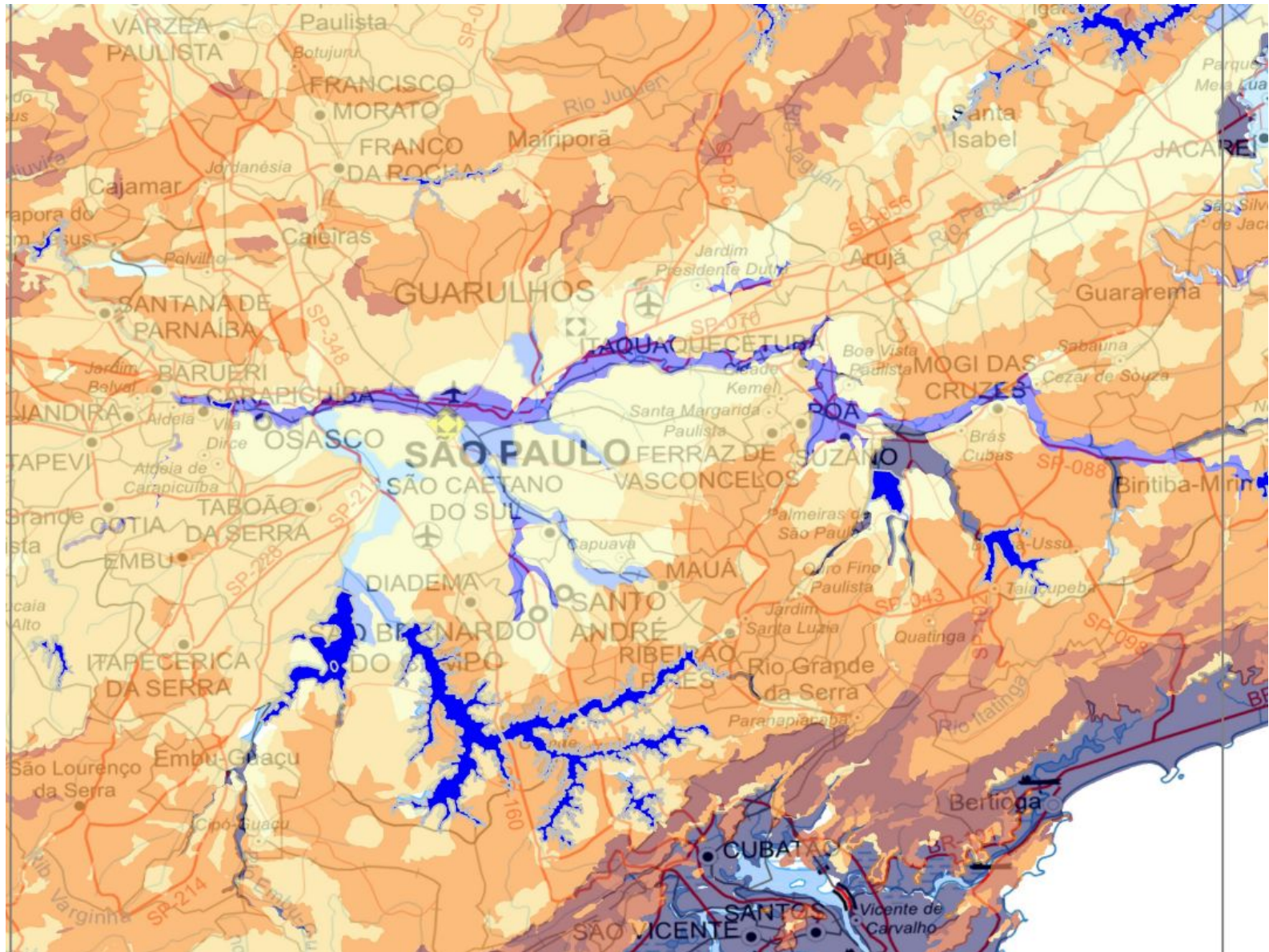
EH = Excedente Hídrico;

IF = Índice de Estruturação Rochas

p1, p2, p3, p4, p5: pesos variáveis conforme cenário de declividade



UBC - Mapa de Perigo de Escorregamentos Planares



UBC - Mapa de Perigo de Escorregamentos Planares Legenda

CLASSES DE PERIGO DE ESCORREGAMENTO



P5 - Perigo Muito Alto. Terrenos geralmente com inclinações altas a muito altas (>25°) com probabilidade muito alta (40-70 eventos/ano, acumulativa para toda classe P5) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes (entre 50-200m³) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 40mm/24 horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de muito grandes proporções (> 200m³) em condições de acumulados de chuva maiores que 80mm/24horas.



P4 - Perigo Alto. Terrenos geralmente com inclinações altas (entre 17-25°) com probabilidade alta (15-40 eventos/ano, acumulativa para toda classe P4) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes (entre 50-150m³) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 60mm/24horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de grandes proporções (150-200m³) em condições de acumulados de chuva maiores que 100mm/24horas.



P3 - Perigo Médio. Terrenos geralmente com inclinações moderadas a altas (entre 12-25°) com probabilidade moderada (10-15 eventos/ano, acumulativa para toda classe P3) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a intermediários (entre 50-100m³) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 80mm/24horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de grandes proporções (100-150m³) em condições de acumulados de chuva maiores que 120mm/24horas.



P2 - Perigo Baixo. Terrenos geralmente com inclinações baixas a moderadas (entre 6-17°) com probabilidade baixa (5-10 eventos/ano, acumulativa para toda classe P2) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, geralmente de pequenos volumes (< 50m³) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 100mm/24horas, mas que podem evoluir para escorregamentos de proporções intermediárias (50-100m³) em condições de acumulados de chuva maiores que 140mm/24horas.



P1 - Perigo Muito Baixo. Terrenos geralmente poucos inclinados (entre 0-12°) com probabilidade muito baixa (1-5 eventos/ano, acumulativa para toda classe P1) de ocorrências de escorregamentos planares esparsos, geralmente de pequenos volumes (< 50m³) que ocorrem somente com acumulados de chuva maiores que 180mm/24h.

CLASSÉS DE PERIGO DE INUNDAÇÃO



P5 - Perigo Muito Alto. Regiões de planícies fluviais ou litorâneas com probabilidade muito alta (150-350 eventos/ano, acumulativa para toda classe P5) de ocorrências de inundações com alturas de atingimento desde muito baixa a muito alta (<10-150cm) que ocorrem a partir de acumulados de chuva maiores que 40mm/24h, mas que podem evoluir para inundações de altura de atingimento extremamente alta (> 150cm) em condições de acumulados de chuva maiores que 80mm/24horas.



P4 - Perigo Alto. Regiões de planícies fluviais ou litorâneas com probabilidade alta (75-150 eventos/ano, acumulativa para toda classe P4) de ocorrências de inundações com alturas de atingimento desde muito baixa a alta (<10-100cm) que ocorrem a partir de acumulados de chuva maiores que 60mm/24h, mas que podem evoluir para inundações de altura de atingimento muito alta (100-150cm) em condições de acumulados de chuva maiores que 100mm/24horas.



P3 - Perigo Médio. Regiões de planícies fluviais ou litorâneas com probabilidade moderada (50-75 eventos/ano, acumulativa para toda classe P3) de ocorrências de inundações com alturas de atingimento desde muito baixa a intermediárias (<10-50cm) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 80mm/24horas, mas que podem evoluir para inundações de altura de atingimento alta (50-100cm) em condições de acumulados de chuva maiores que 120mm/24horas.



P2 - Perigo Baixo. Regiões de planícies fluviais ou litorâneas com probabilidade baixa (25-50 eventos/ano, acumulativa para toda classe P2) de ocorrências de inundações com alturas de atingimento desde muito baixa a baixa (<10-30cm) que se iniciam com acumulados de chuva de no mínimo 100mm/24horas, mas que podem evoluir para inundações de altura de atingimento intermediárias (30-50cm) em condições de acumulados de chuva maiores que 140mm/24horas.



P1 - Perigo Muito Baixo. Regiões de planícies fluviais ou litorâneas com probabilidade muito baixa (5-25 eventos/ano, acumulativa para toda classe P1) de ocorrências de inundações, geralmente de alturas de atingimento muito baixa (< 10cm) que ocorrem somente com acumulados de chuva maiores que 180mm/24h.

UHCT – Unidades Homogêneas de Cobertura, Uso da Terra e Padrão da Ocupação Urbana

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	DADOS SECUNDÁRIOS
ATRIBUTOS FÍSICOS			ATRIBUTOS SOCIOECONÔMICOS
COBERTURA DA TERRA	TIPOLOGIA DE USO URBANO	PADRÃO FÍSICO DA OCUPAÇÃO URBANA	PADRÃO SOCIOECONÔMICO E DA INFRAESTRUTURA SANITÁRIA
<ul style="list-style-type: none"> - área urbana ou edificada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Residencial/comercial/ serviços; - Grandes equipamentos; - Espaço verde urbano; - Área desocupada; - Loteamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Densidade de Ocupação; - Estágio de Ocupação; - Ordenamento Urbano 	<ul style="list-style-type: none"> - Esgotamento Sanitário; - Abastecimento de Água; - Destinação do Lixo; - Instrução; - Renda; - Número de Pessoas; - Número de Domicílios
<ul style="list-style-type: none"> - solo exposto; - cobertura arbórea; - cobertura herbáceo-arbustiva; - corpos d'água 	<p>Sistema de Classificação hierarquizado, multinível e multirresolução: comporta níveis de informação desde o mais genérico até o mais detalhado</p>		

UHCT - Tipologia de uso urbano - Nível II

Classes	Ortofotos Digitais	Foto em Campo
a) Res/Com/Serv		
b) Loteamento		
c) Grandes Equip.		

UHCT - Tipologia de uso urbano - Nível II, continuação

d) Área Desocupada



e) Verde Urbano



UHCT - Padrões Físicos da Ocupação - NÍVEL III



Densidade muito alta;
Estágio consolidado;
Ordenamento alto



Densidade alta;
Estágio consolidado;
Ordenamento muito alto



Densidade baixa;
Estágio em consolidação;
Ordenamento médio



Densidade média;
Estágio rarefeito;
Ordenamento médio

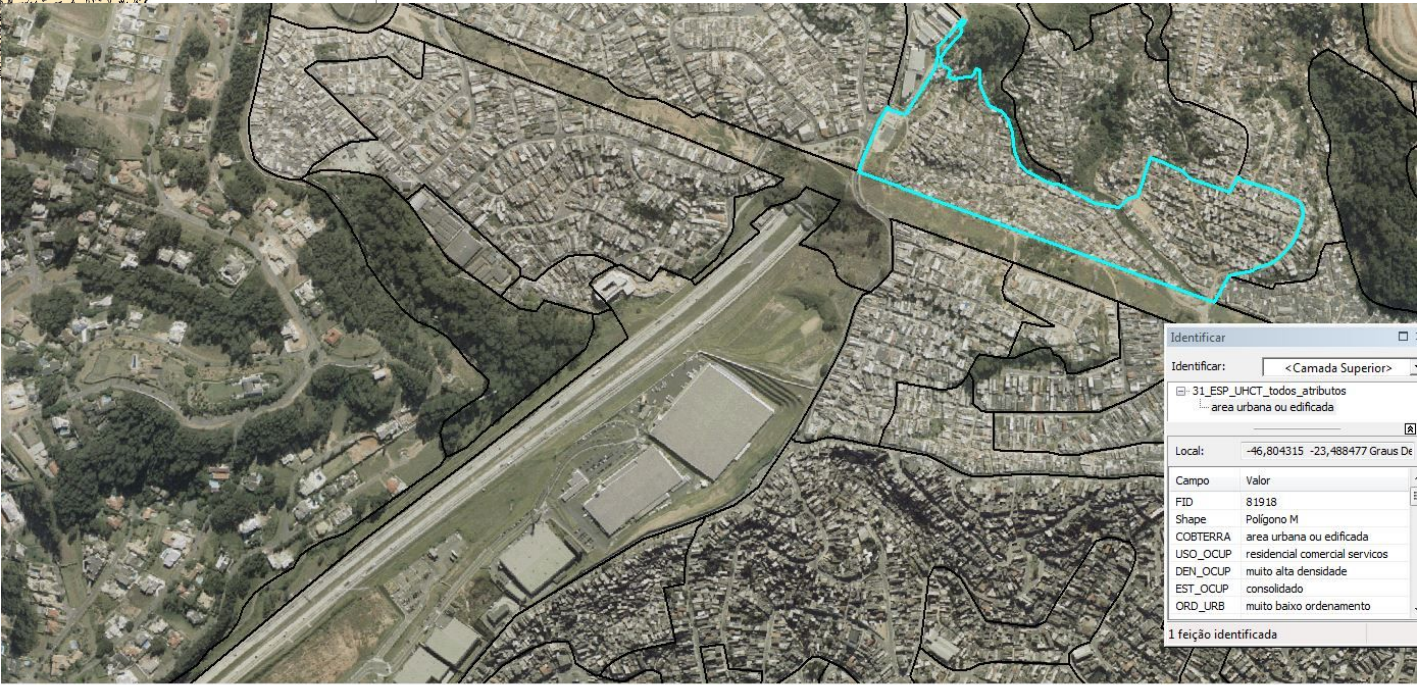


Densidade muito alta;
Estágio consolidado;
Ordenamento Muito baixo



Densidade muito baixa;
Estágio consolidado;
Ordenamento Muito alto

UHCT- Região Metropolitana de São Paulo



Identificar

Identificar: <Camada Superior>

- 31_ESP_UHCT_todos_atributos
 - area urbana ou edificada

Local: -46,804315 -23,488477 Graus De

Campo	Valor
FID	81918
Shape	Poligono M
COBTERRA	area urbana ou edificada
USO_OCUP	residencial comercial servicos
DEN_OCUP	multo alta densidade
EST_OCUP	consolidado
ORD_URB	multo baixo ordenamento

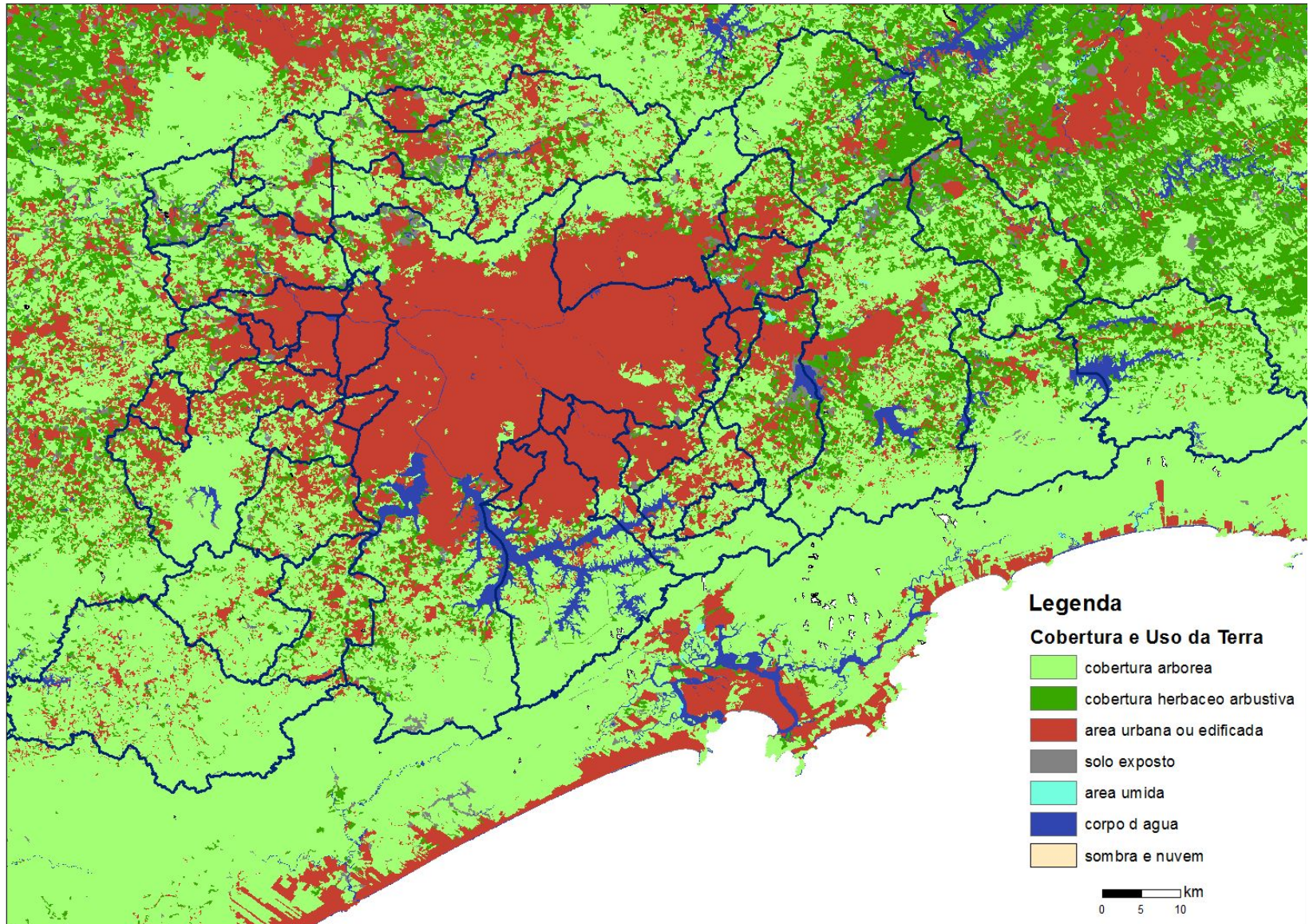
1 feição identificada

Tabela

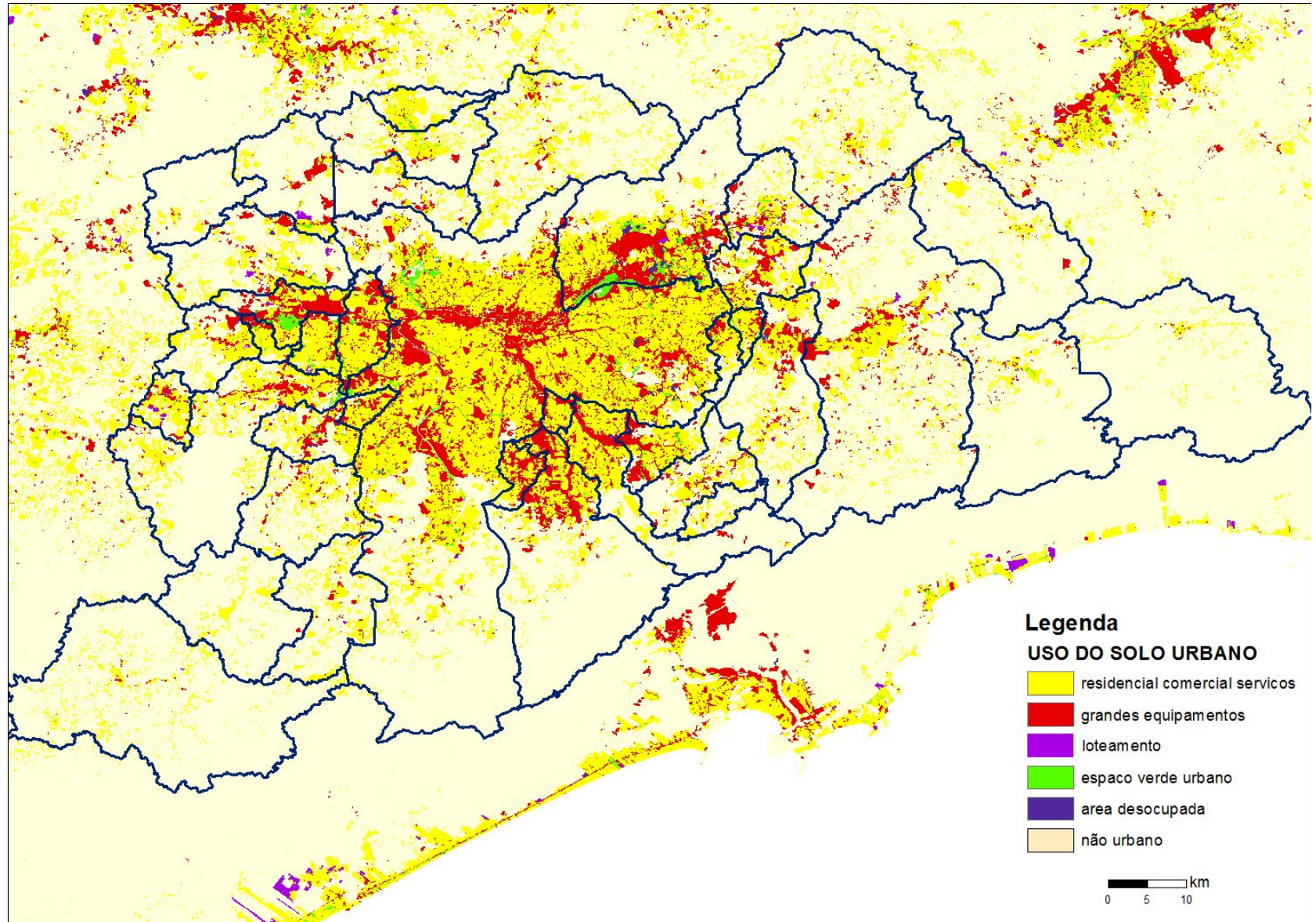
31_ESP_UHCT_todos_atributos

FID	Shape	COBTERRA	USO OCUP	DEN OCUP	EST OCUP	ORD URB	D POP N	M POP	AGUA	ESG N	LIXO N	ENER N	EDUC	RENDA	ORD N	EO NOT	PAVIM IN	DOEO IN	VUL RIS	VULNE CL	INF ES	N P IND E	INF IN	N P IN
8191	Poligono M	area urbana	residencial	multo alta de	consolidado	multo baixo	0,173032	0,378176	0,49446	0,6680	0,37583	0,3083	0,151	0,12228	0,9	0,496	0,3	0,9	0,718308	5	0,85992	0,858926	0,831	0,8315
8191	Poligono M	area urbana	residencial	multo alta de	consolidado	multo baixo	0,173535	0,377982	0,20103	0,1469	0,19964	0,2010	0,159	0,22954	0,9	0,496	0,3	0,9	0,494821	3	0,72516	0,725167	0,705	0,7059
8192	Poligono M	area urbana	residencial	multo alta de	consolidado	multo baixo	0,111947	0,336924	0,22119	0,7681	0,19964	0,1996	0,146	0,13191	0,9	0,496	0,3	0,9	0,646859	4	0,81175	0,811755	0,817	0,8178
8192	Poligono M	area urbana	residencial	multo alta de	consolidado	multo baixo	0,27004	0,352597	0,19944	0,1595	0,19964	0,1996	0,192	0,14109	0,9	0,496	0,3	0,9	0,542331	3	0,72665	0,726653	0,708	0,7082
8192	Poligono M	area urbana	residencial	multo alta de	consolidado	multo baixo	0,249154	0,330234	0,20548	0,8154	0,20297	0,2315	0,147	0,17258	0,9	0,496	0,3	0,9	0,638724	4	0,81647	0,816473	0,826	0,8269

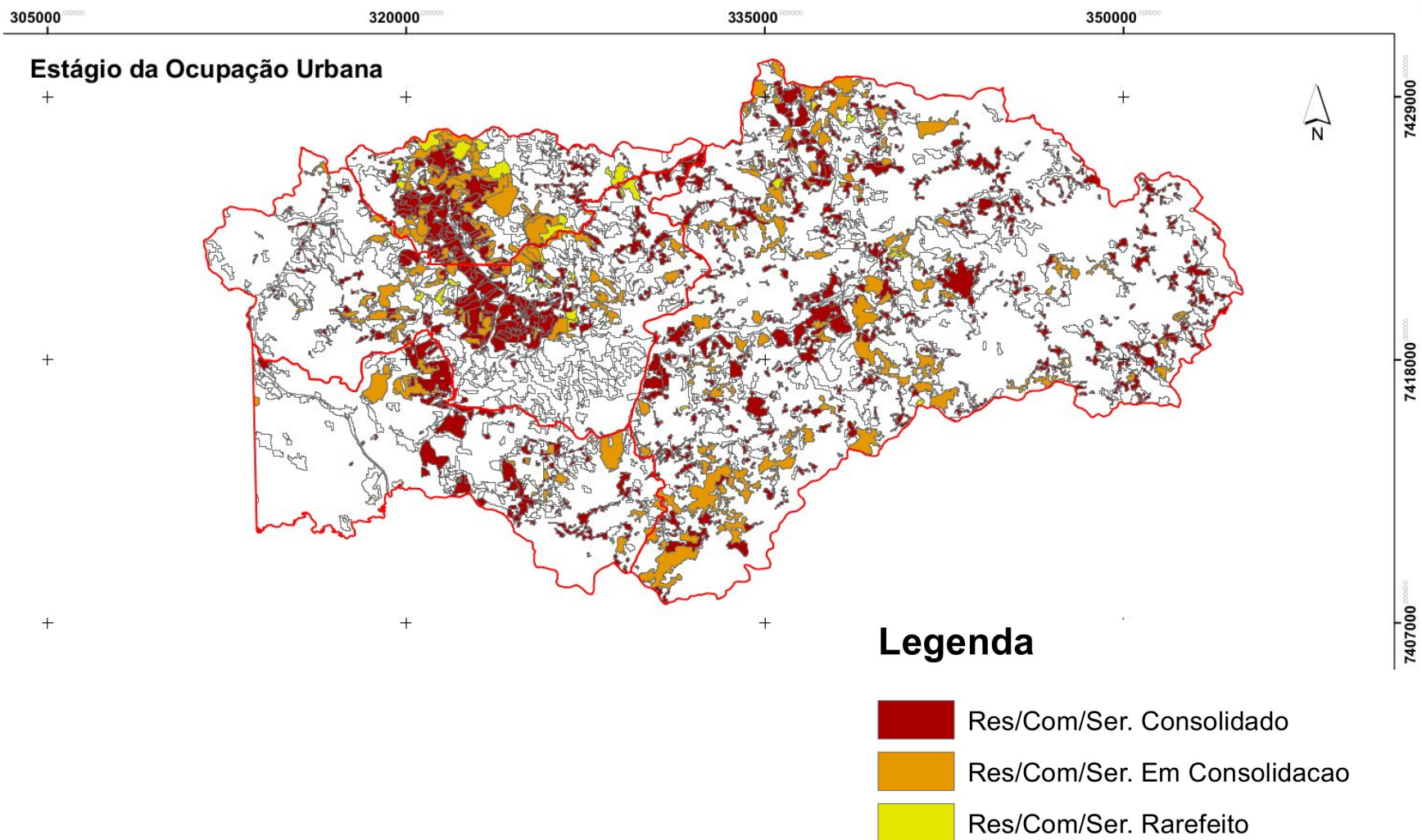
UHCT - Classificação Cobertura e Uso da Terra



UHCT - Classificação Uso do Solo Urbano



UHCT - Classificação Padrão Físico da Ocupação



UHCT - Modelagem da Vulnerabilidade

- Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis (Brasil 1994).
- Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente (Brasil 1994).
- Características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bem que a fazem suscetível ao efeitos de um perigo (ISDR-ONU 2009)

$$V = (((AA + CE + DL + OU)/4) + (INST + RE)/2)) / 2$$

onde:

AA = Abastecimento de Água;

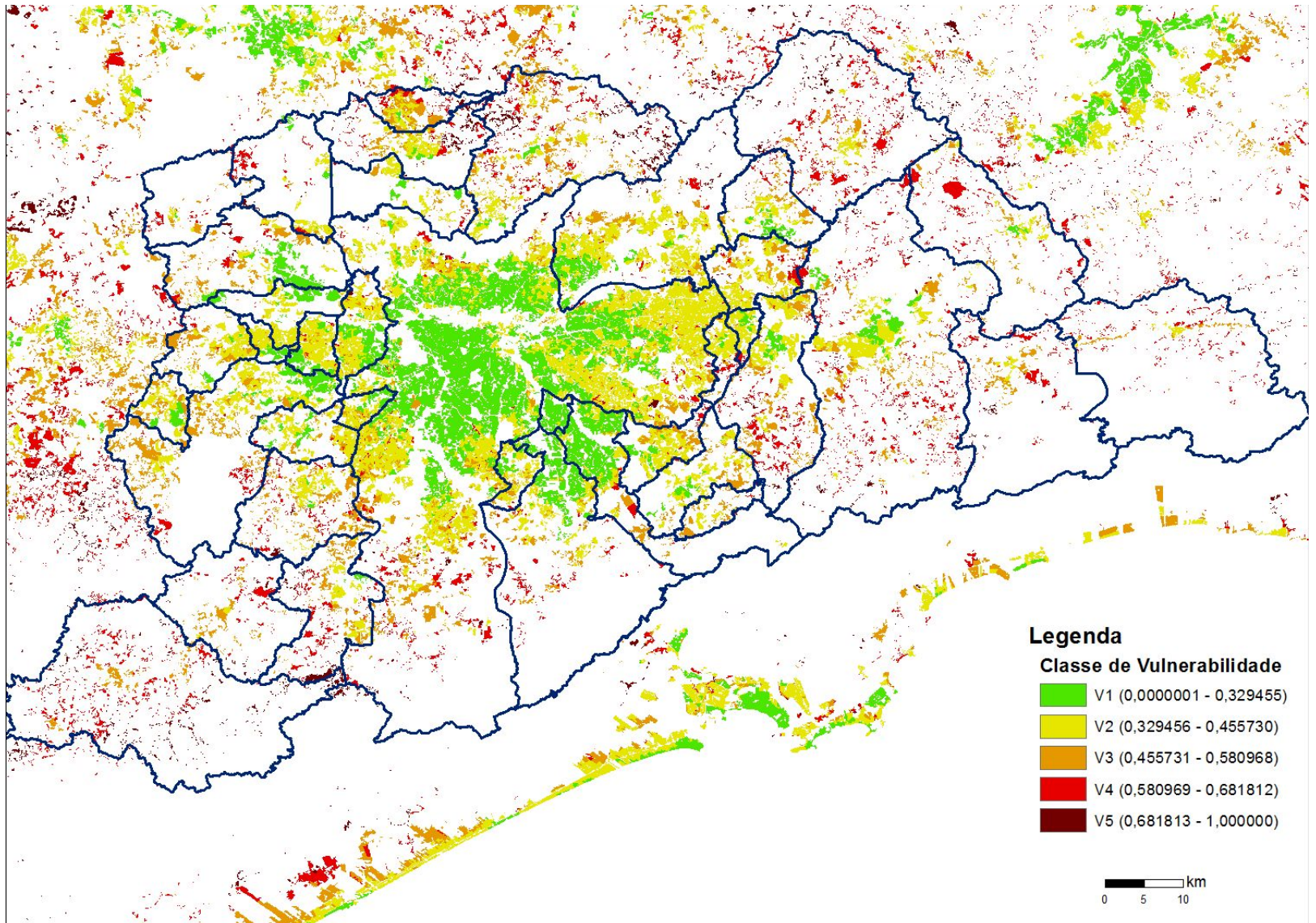
CE = Sistema de Esgoto

OU = Ordenamento Urbano

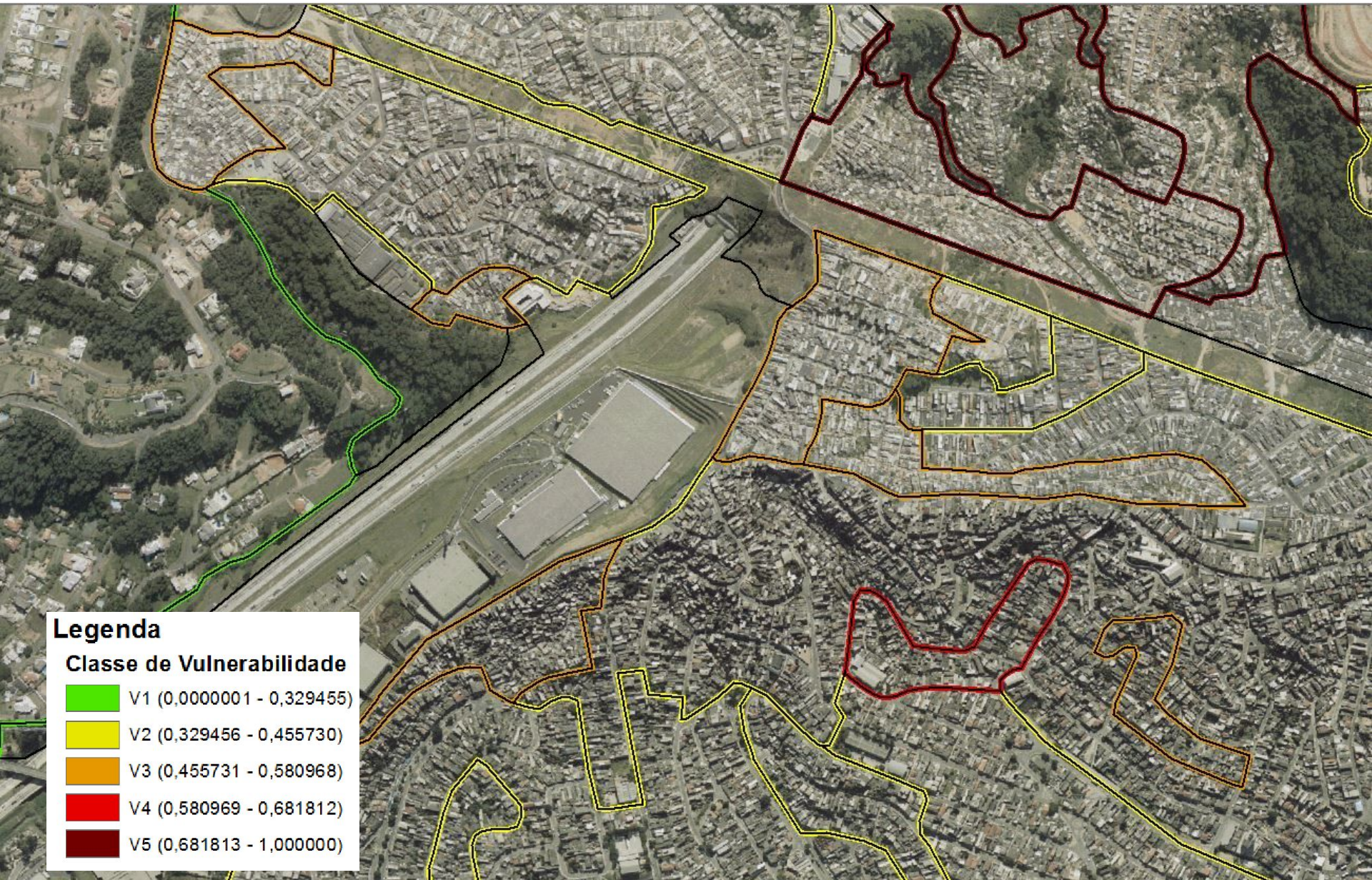
INST = Instrução;

RE = Renda

UHCT - Mapa de Vulnerabilidade



UHCT - Vulnerabilidade - detalhe ortofoto



Considerações finais

II – o **macrozoneamento** da unidade territorial urbana;

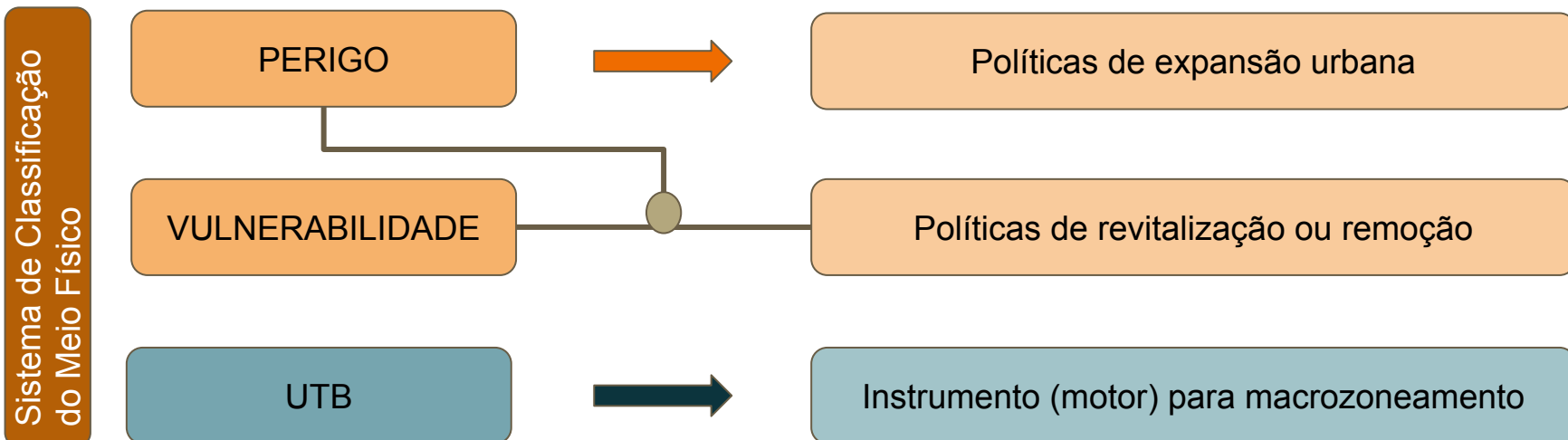
III – as diretrizes quanto à articulação dos Municípios no parcelamento, **uso e ocupação no solo urbano**;

V – a delimitação das áreas com restrições à urbanização, visando à proteção do patrimônio ambiental ou cultural, bem como das áreas sujeitas a controle especial pelo **risco de desastres naturais**, se existirem;

- Diretrizes
- Planos
- Ações

HABITAÇÃO E REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA:

- Iniciativas habitacionais estratégicas para: iii) ações de urbanização de favelas e áreas de risco e; iv) regularização fundiária.
- Ações nas áreas em situação de risco.



Muito Obrigado



cferreira@igeologico.sp.gov.br