

**Nº 178987**

**Mapeamento das áreas inundáveis: instrumentos de gestão territorial e de planejamento urbano**

**Filipe Antônio Marques Falcetta**

*Palestra apresentada no SIMPÓSIO DE  
INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 2024, São Paulo.  
**Palestra... 35 slides***

*A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.*

**PROIBIDO REPRODUÇÃO**

# MAPEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS: INSTRUMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL E DE PLANEJAMENTO URBANO

Apresentação para o Painel:

Inundação e Enchentes e a Adaptação das  
Cidades: por um Novo Modelo de Gestão de  
Riscos



# I SISCS

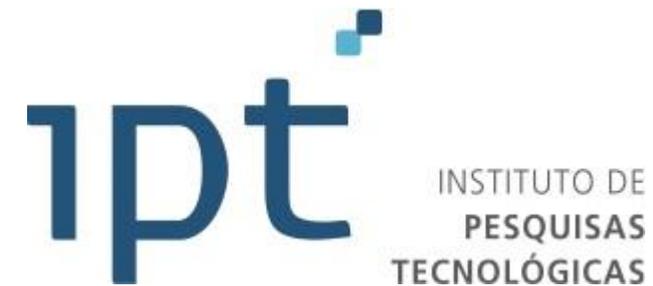
simpósio de inovação e  
sustentabilidade na  
**construção civil**

20-21 **2024**  
MAIO

PPS

engenharia  
civil

sãojudas<sup>7</sup>  
Pesquisa & Pós-Graduação  
Stricto Sensu



# CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE (CIMA)

Seção de Planejamento Territorial, Recursos  
Hídricos, Saneamento e Florestas (SPRSF)

# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

Brasil: ~ 99% de população urbana em 2050

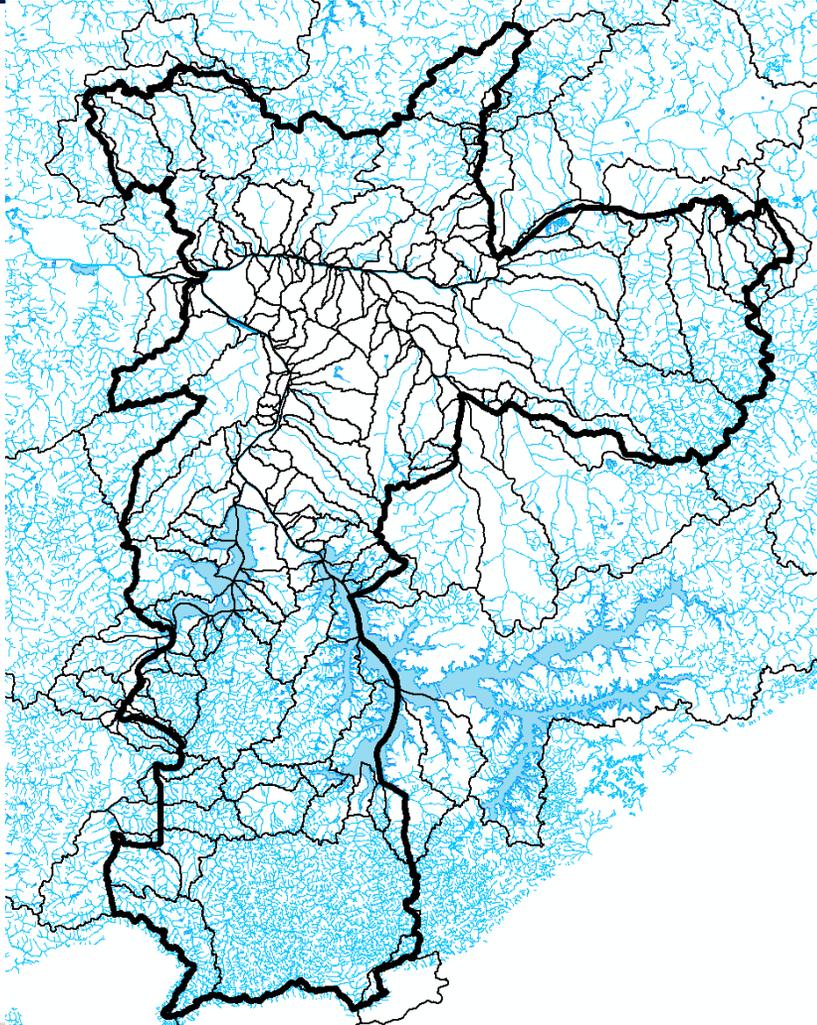
~10 mi de pessoas em áreas de risco a inundação e/ou desmoronamento (e aumentando...)

342 dos 645 municípios sujeitos a Inundações urbanas em SP

- **META “PARA ONTEM”:**
- Planejar a drenagem urbana com vistas à questão de inundações é perceber que existem tanto **problemas a serem resolvidos** como **oportunidades a serem exploradas**.



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



## “O QUE TEM ‘PRA’ HOJE?”

Cenário atual imposto:

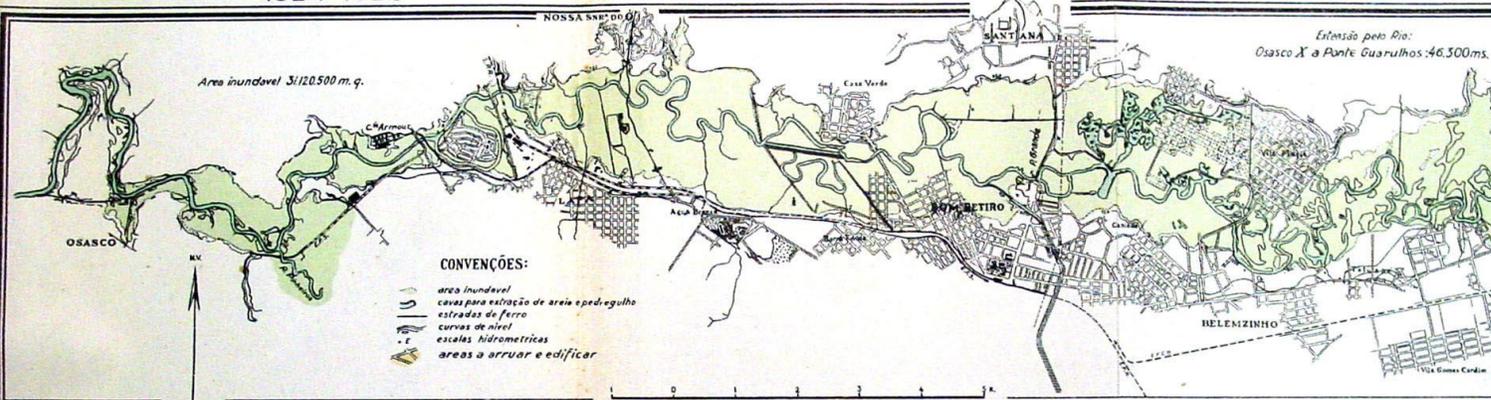
- Ocupação de fundos de vale e várzeas;
- Eixo viário: rios tamponados e retificados;
- Aceleração do escoamento;
- Altas taxas de urbanização;
- Impermeabilização progressiva do solo;
- **Deficiências de drenagem crônicas.**

# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

Fonte: Água, sua linda (2020)

COMISSÃO DE MELHORAMENTOS DO RIO TIETÊ  
1924-1925

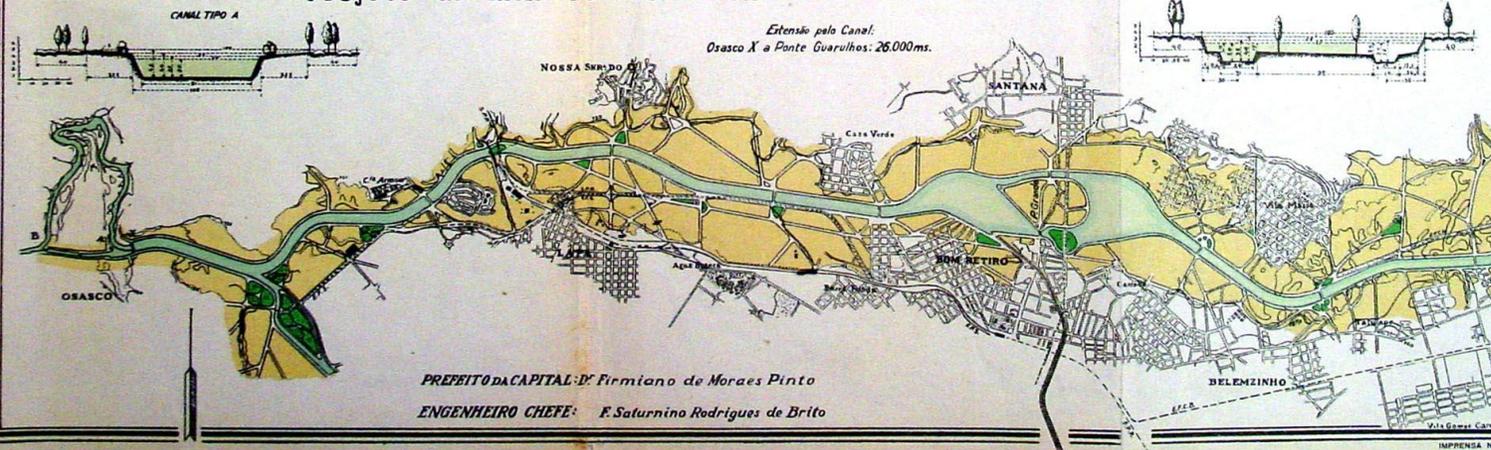
Planta do Rio Tietê  
entre Osasco e Penha



A várzea dá espaço para o rio encher, esvaziar e se mover



Projeto de melhoramentos entre Osasco e Penha



Aterrado esse espaço, surgem as enchentes e alagamentos



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



- Até quando seguiremos retificando e tamponando rios?
- A drenagem urbana requer soluções e políticas inovadoras.
- Um plano de drenagem urbana é uma peça técnica, **voltada para o futuro**, que tem como escopo **orientar** as ações e o processo **decisório** a respeito dos problemas de inundações de uma bacia.
- Deve basear-se em **informações suficientes e confiáveis** e nas **melhores tecnologias disponíveis** para enfrentar os problemas apresentados.

# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

Retificação de rios urbanos:  
a solução que virou um grande problema



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

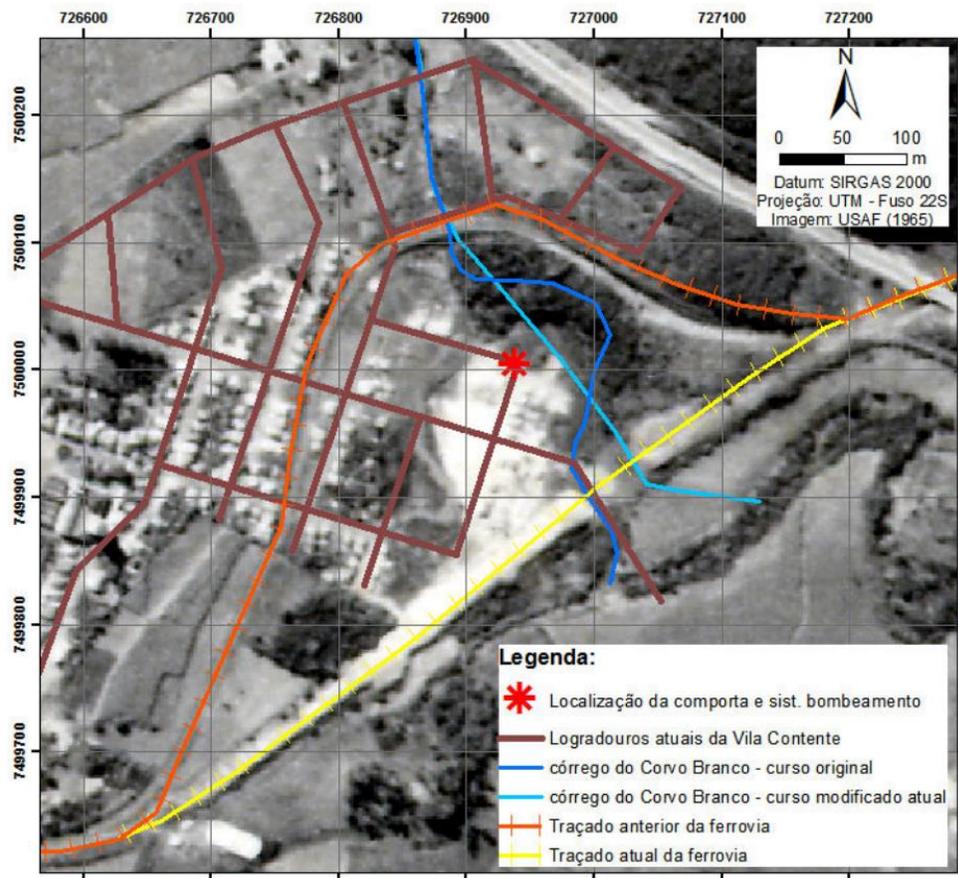


Figura 20 – Ocupação do solo na Vila Contente em 1965, em aerofoto da USAF, georreferenciada. Indicação das feições atuais na forma de linhas.

Conhecer a história de nossas bacias ...

O bairro que hoje inunda era uma lagoa...

...as pontes que hoje não comportam a vazão foram construídas no final do século XIX para o antigo traçado da ferrovia que atravessava o atual agrupamento de casas.

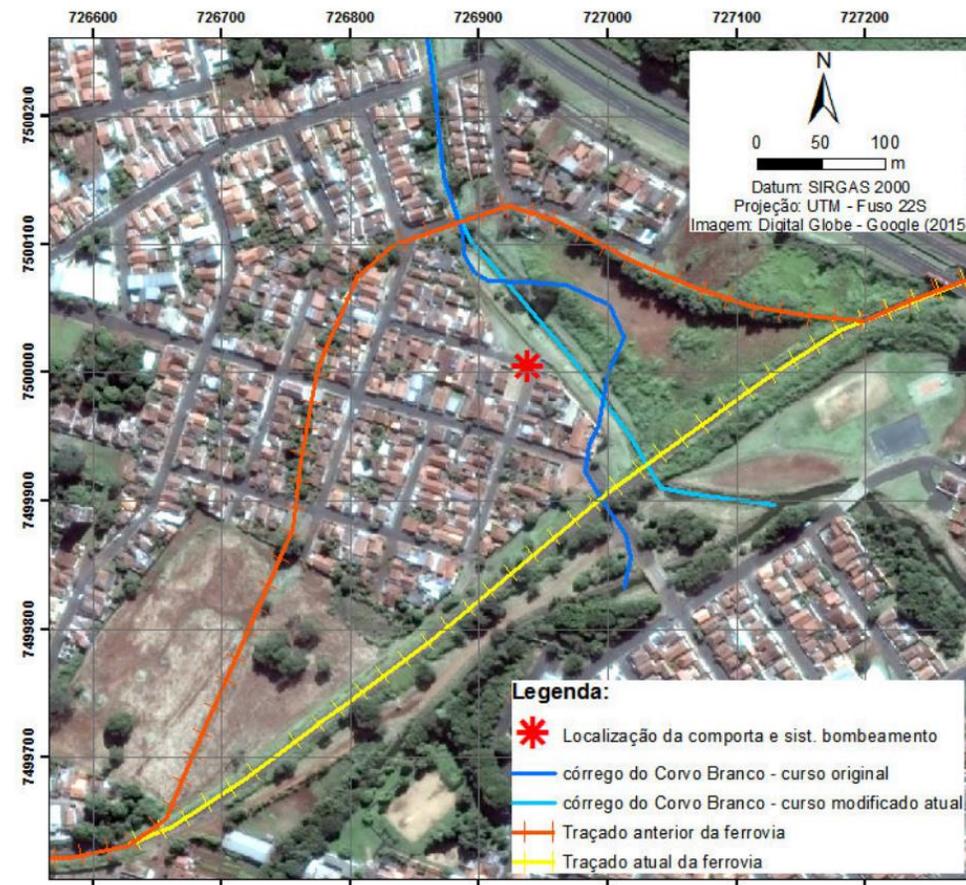
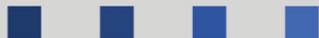


Figura 21 – Ocupação do solo na Vila Contente em 2015, em foto da Digital Globe (Google Earth Pro), georreferenciadas, com indicações das feições anteriores na forma de linhas.

# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



E aí entendemos como se tornou tão difícil domar as águas nas cidades brasileiras...



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

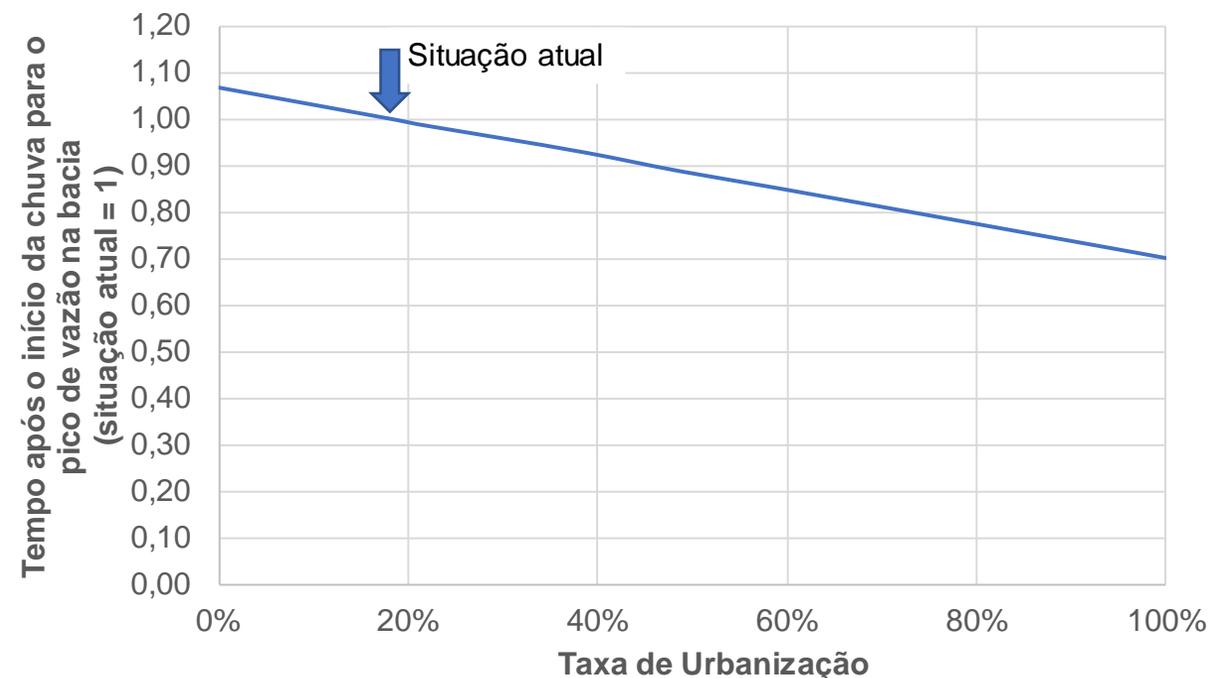
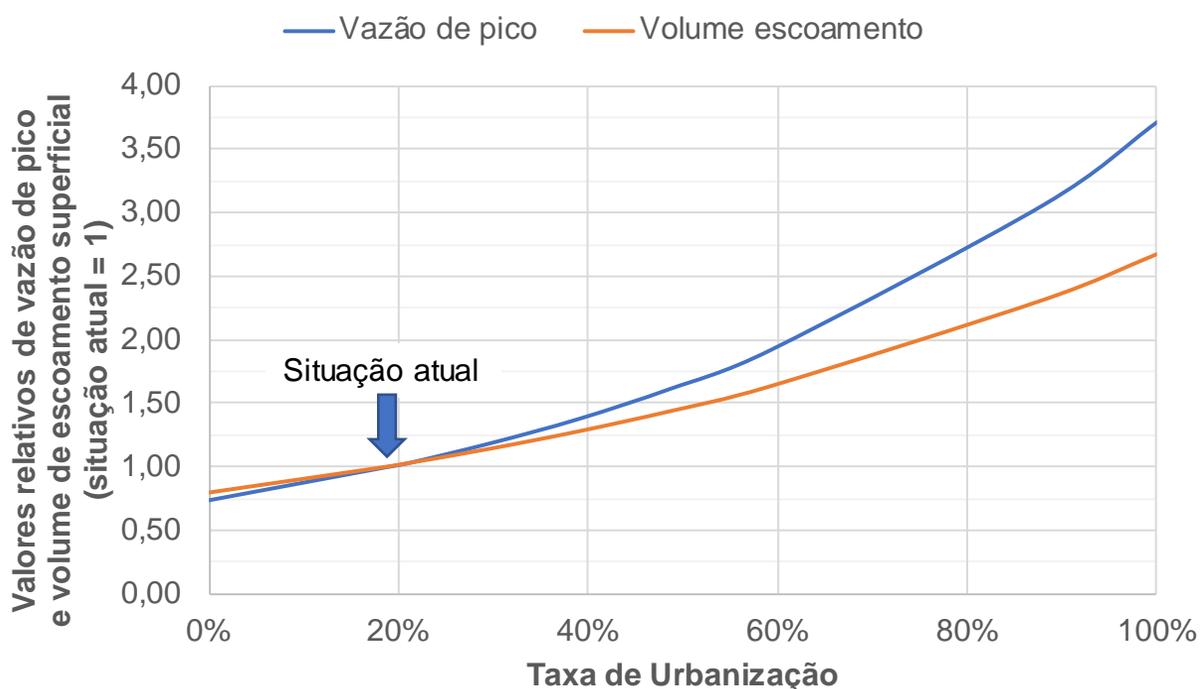


... e não só aqui.



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

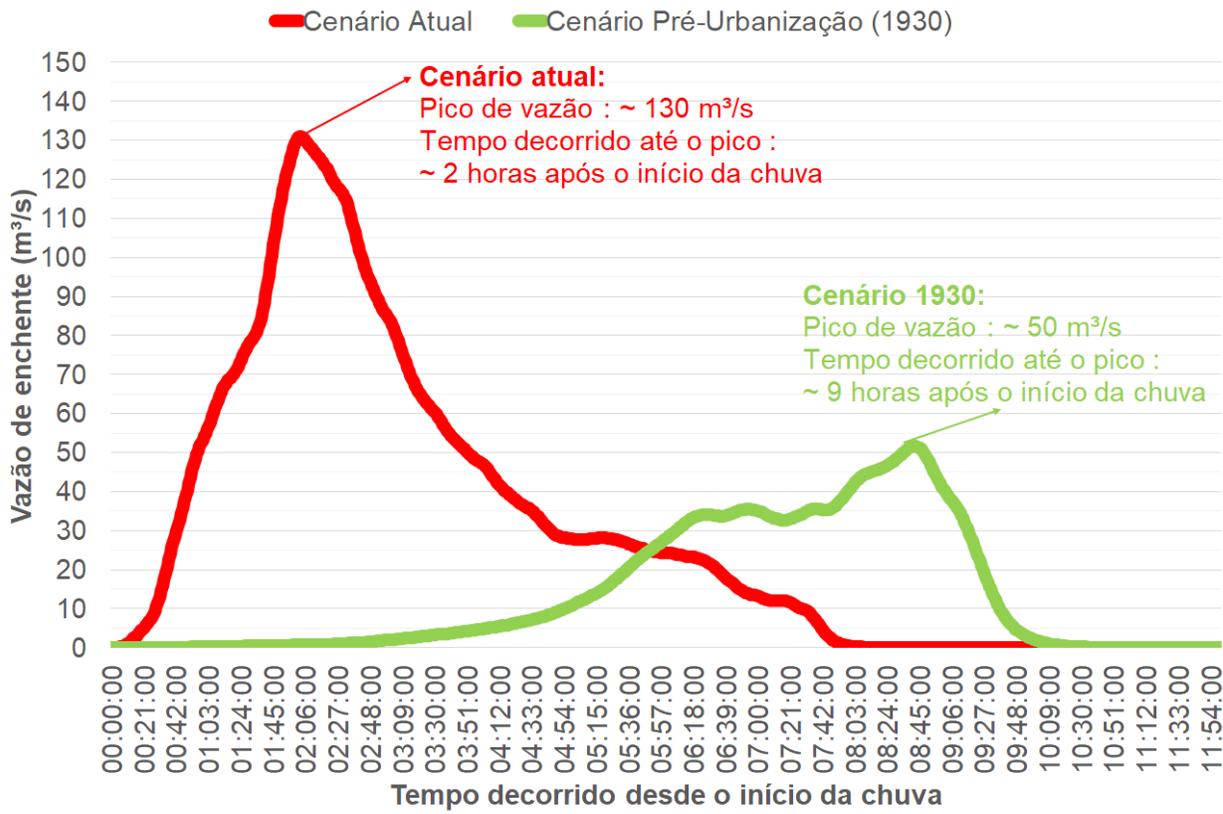
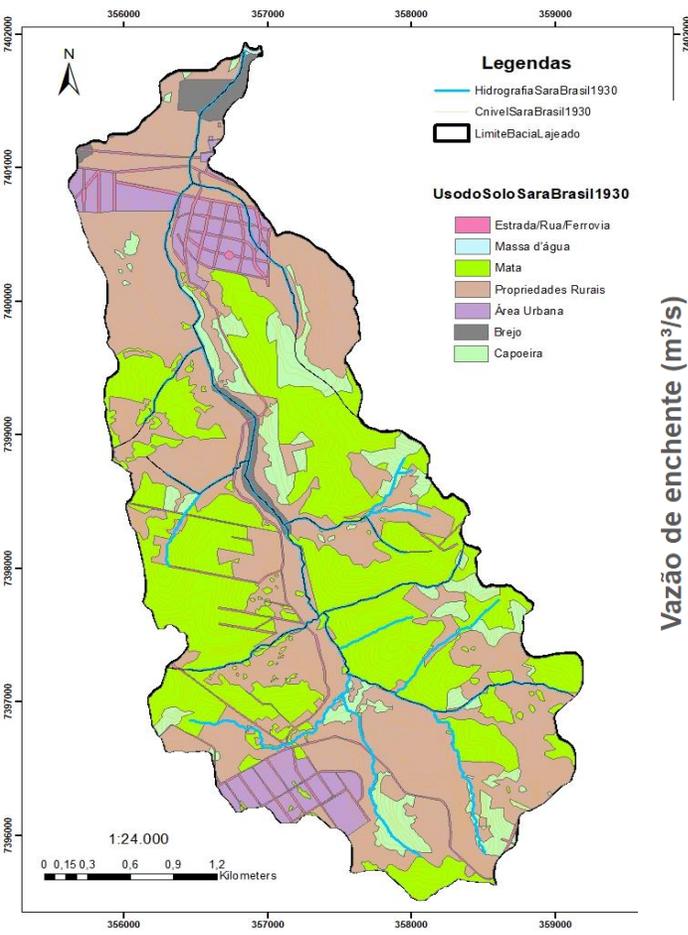
Urbanizar bacias (ainda) significa produzir mais escoamento e reduzir o tempo de resposta de nossos rios.



IPT (2022)



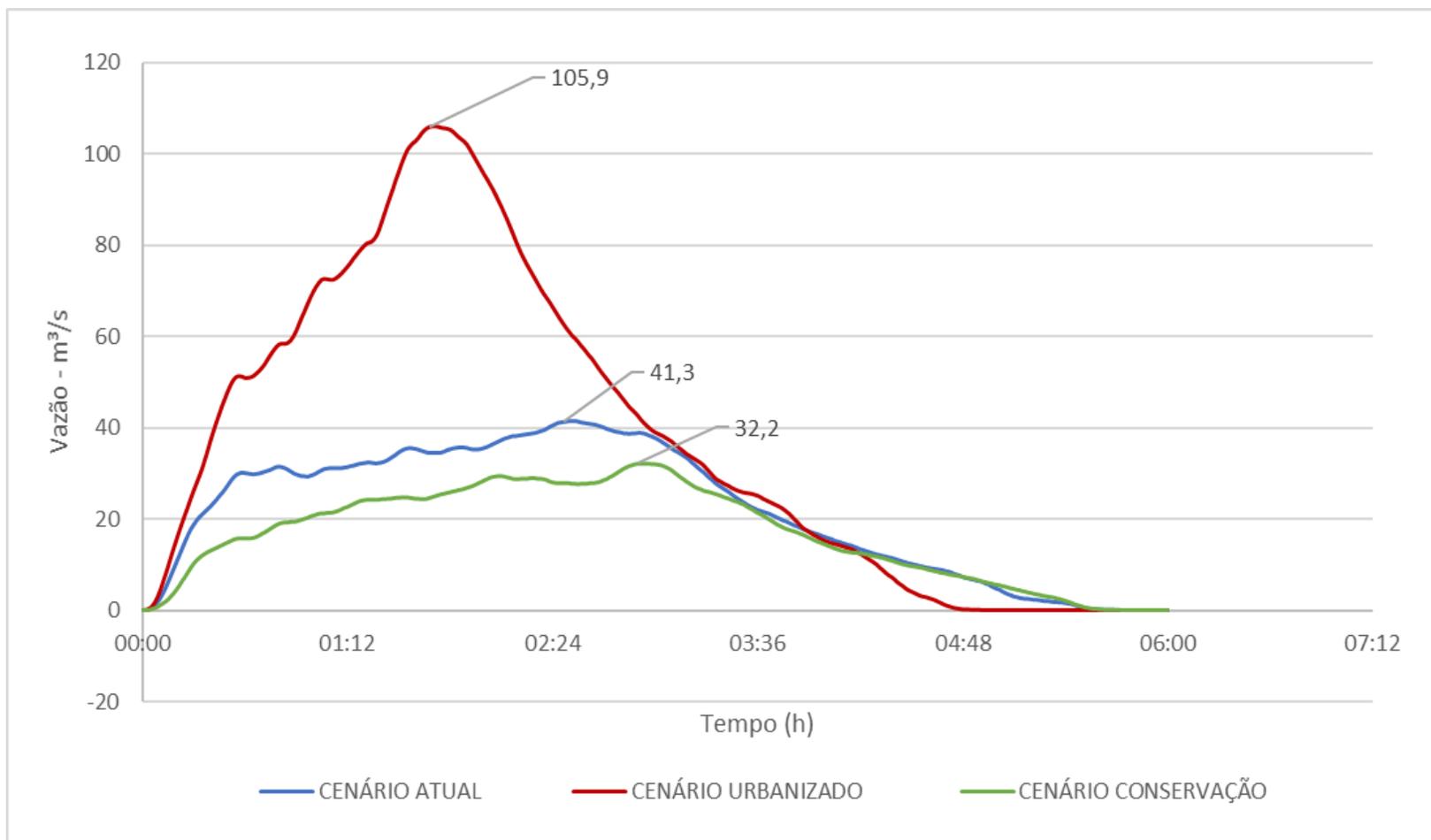
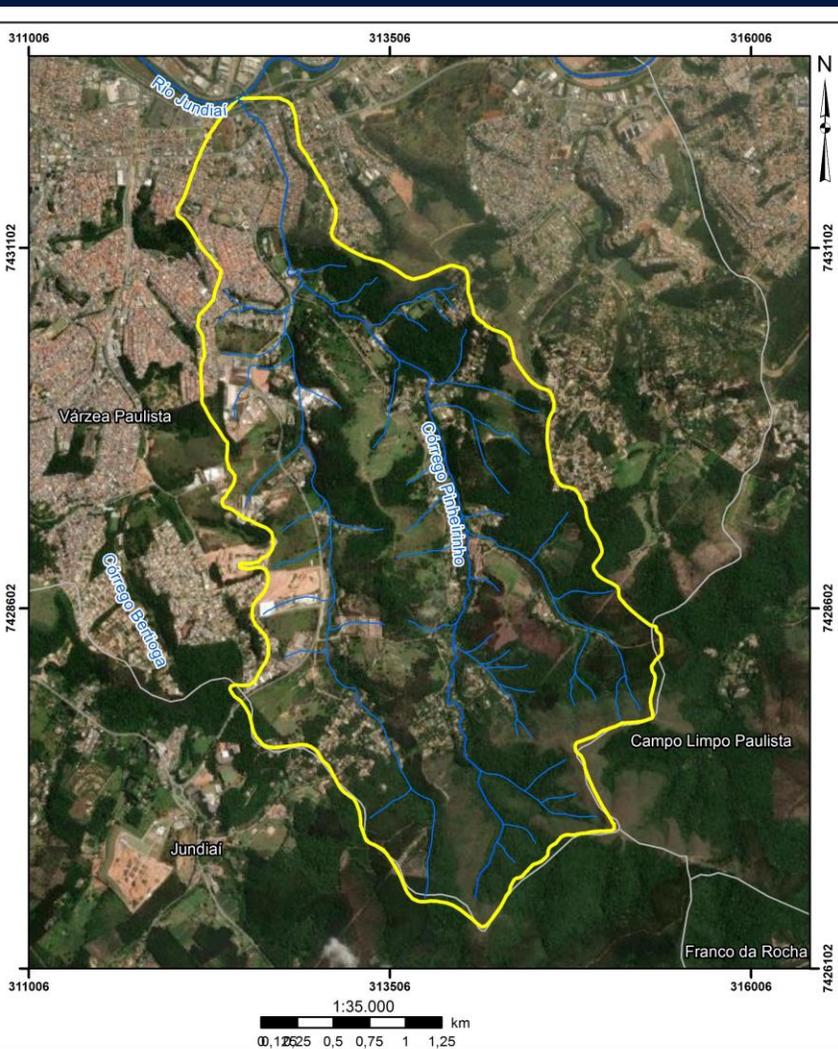
# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



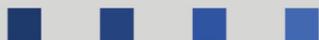
IPT (2022)



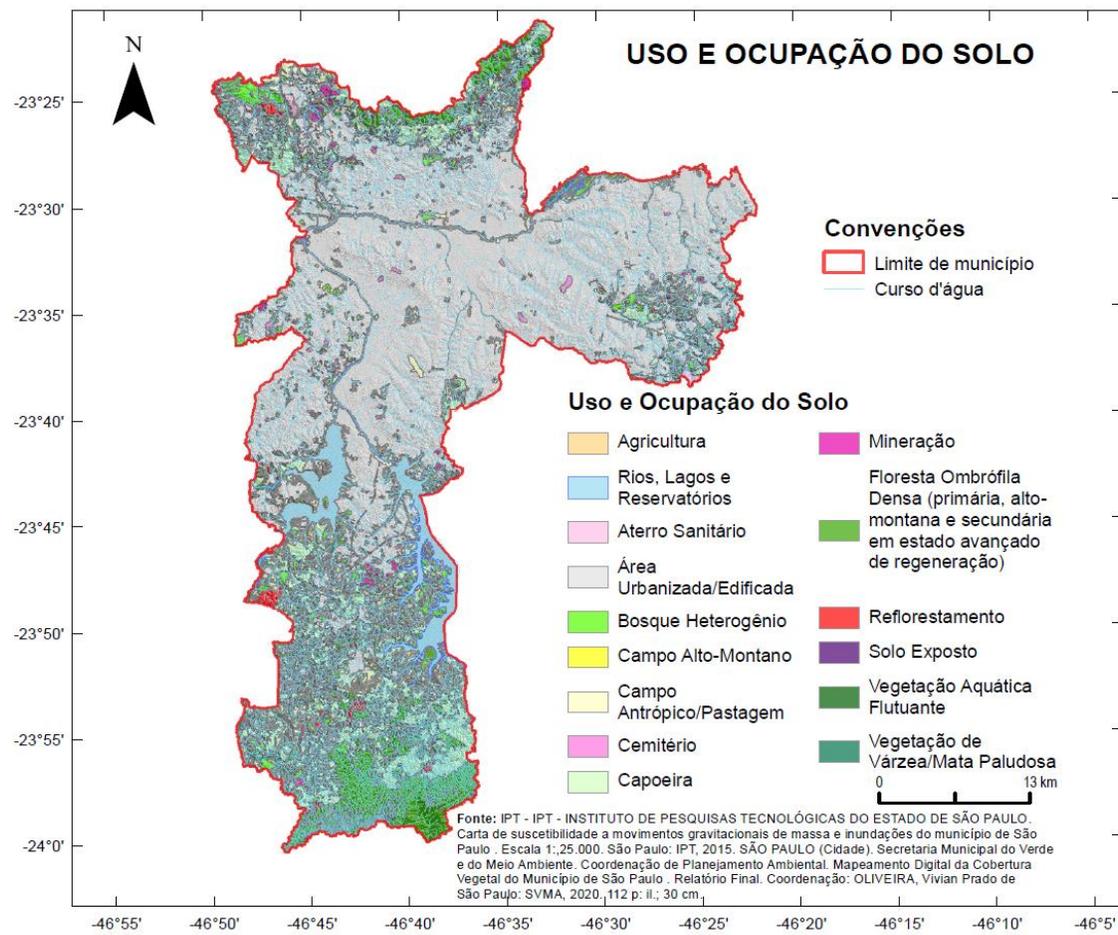
# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



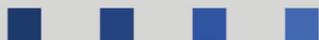
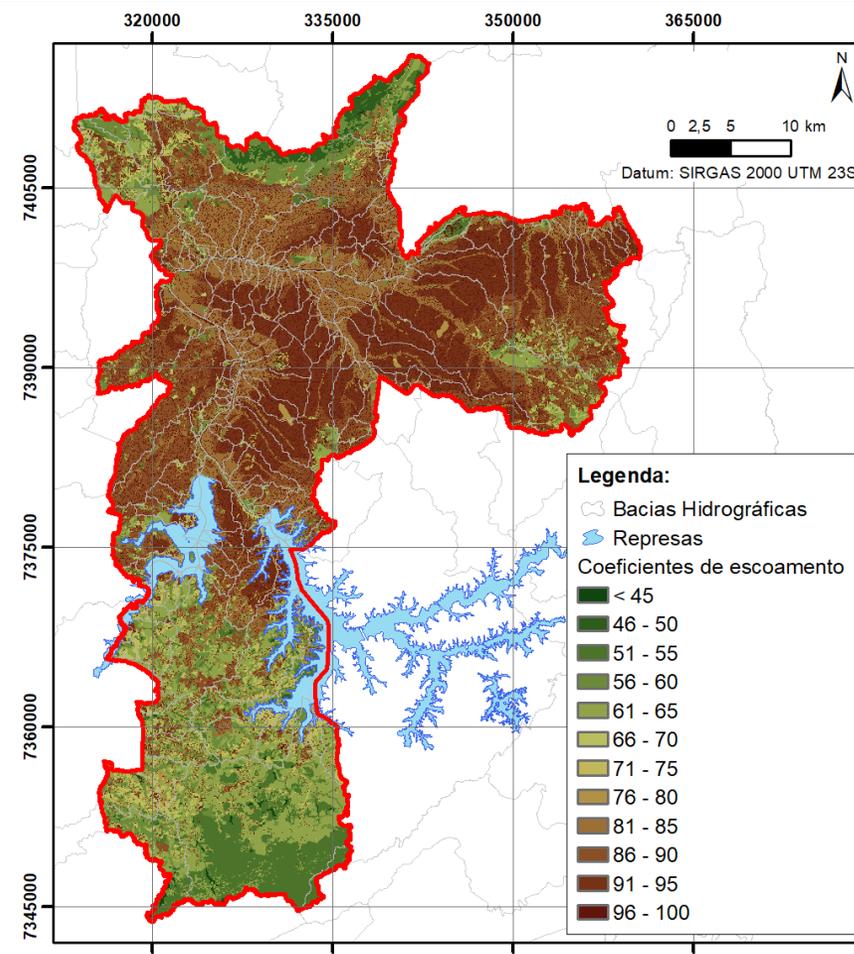
Mariano e Falcetta (2021)



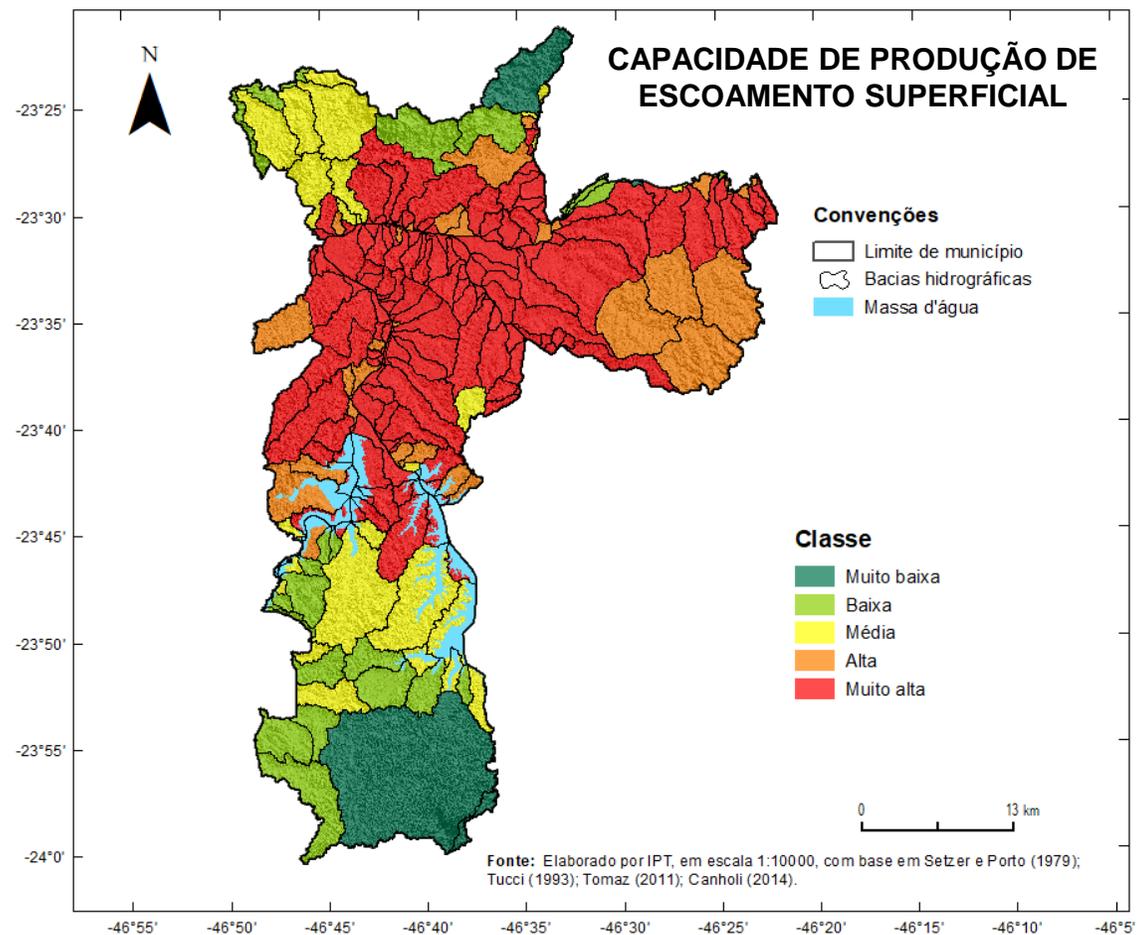
# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



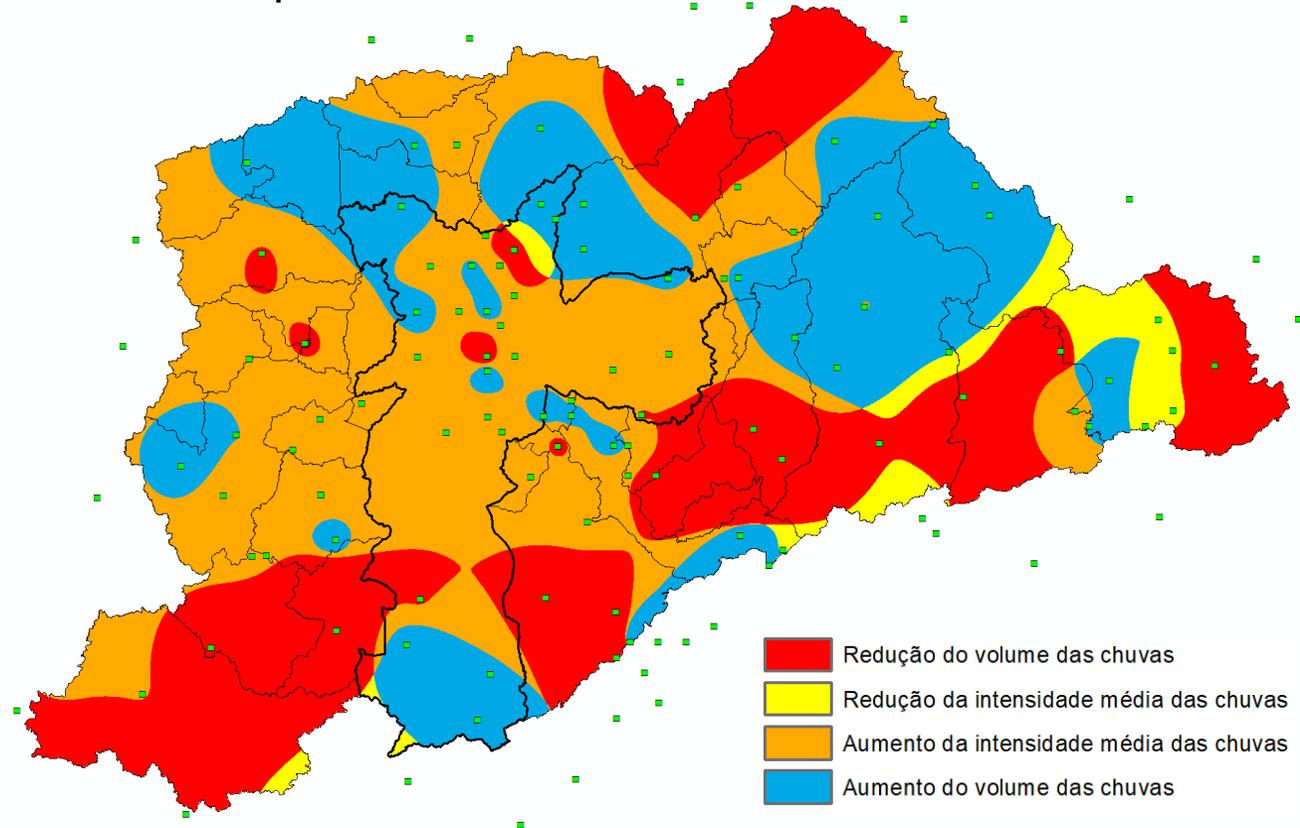
IPT (2023)



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



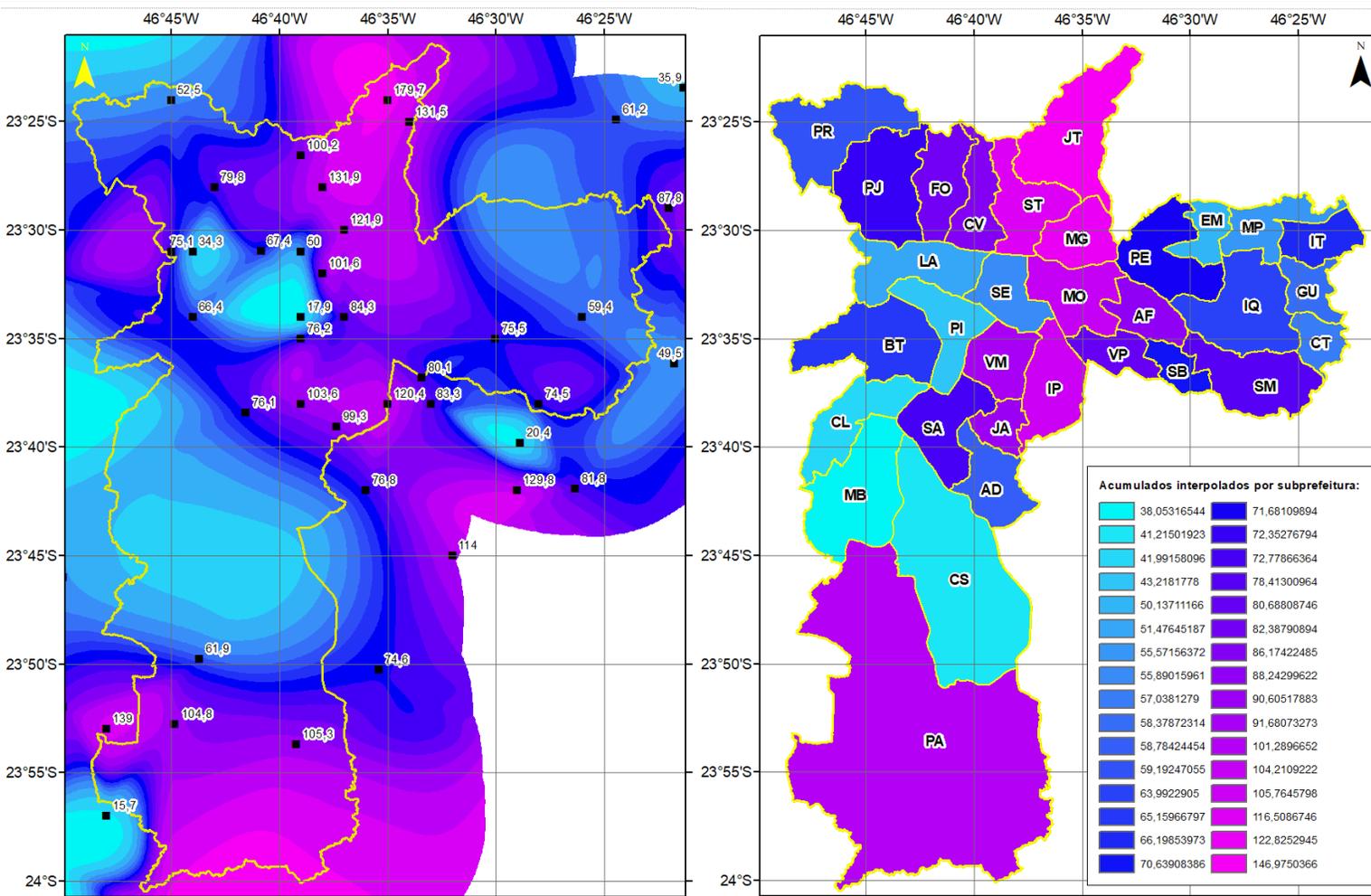
## Tendências pluviométricas RMSP



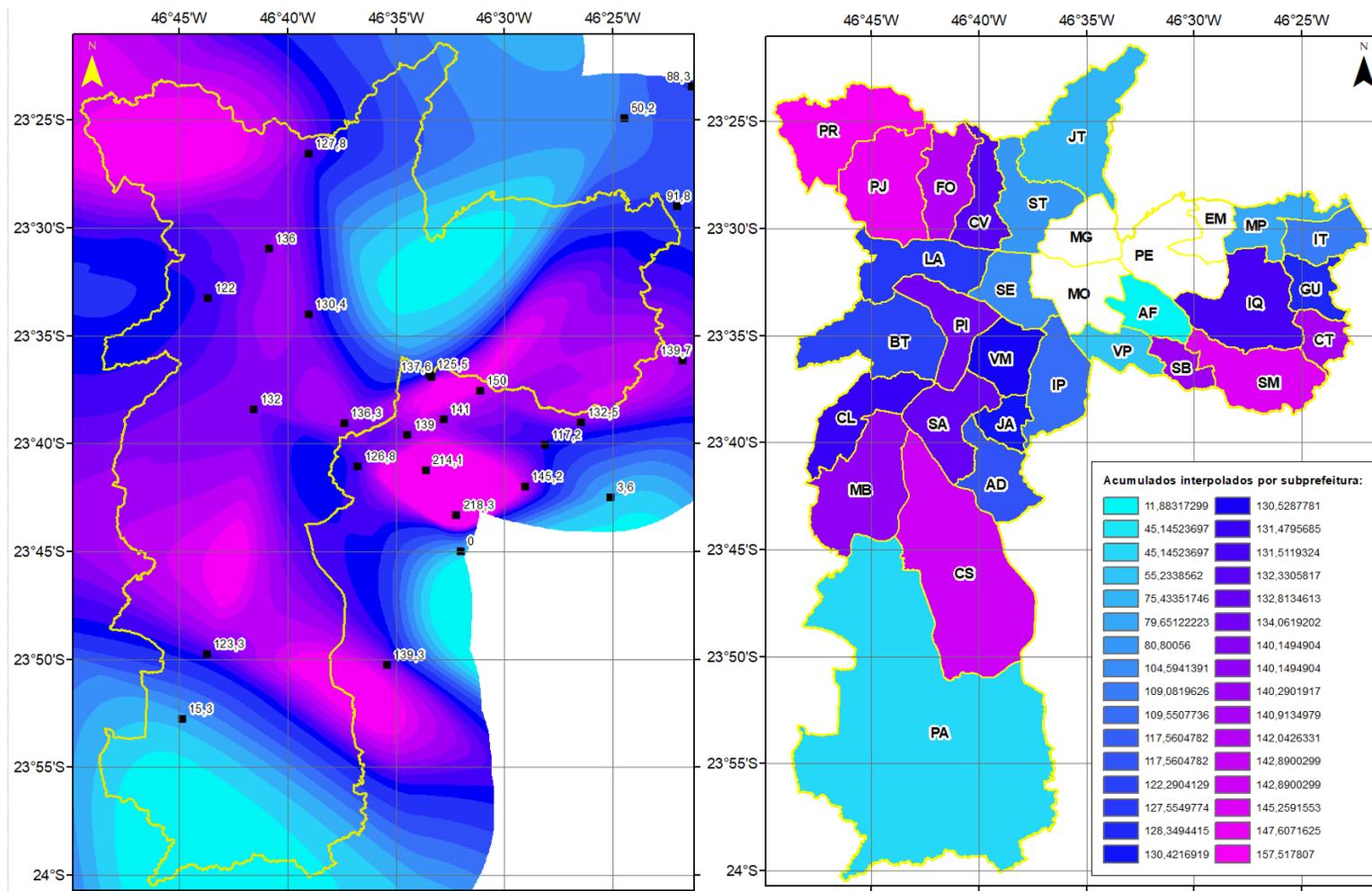
IPT (2023)



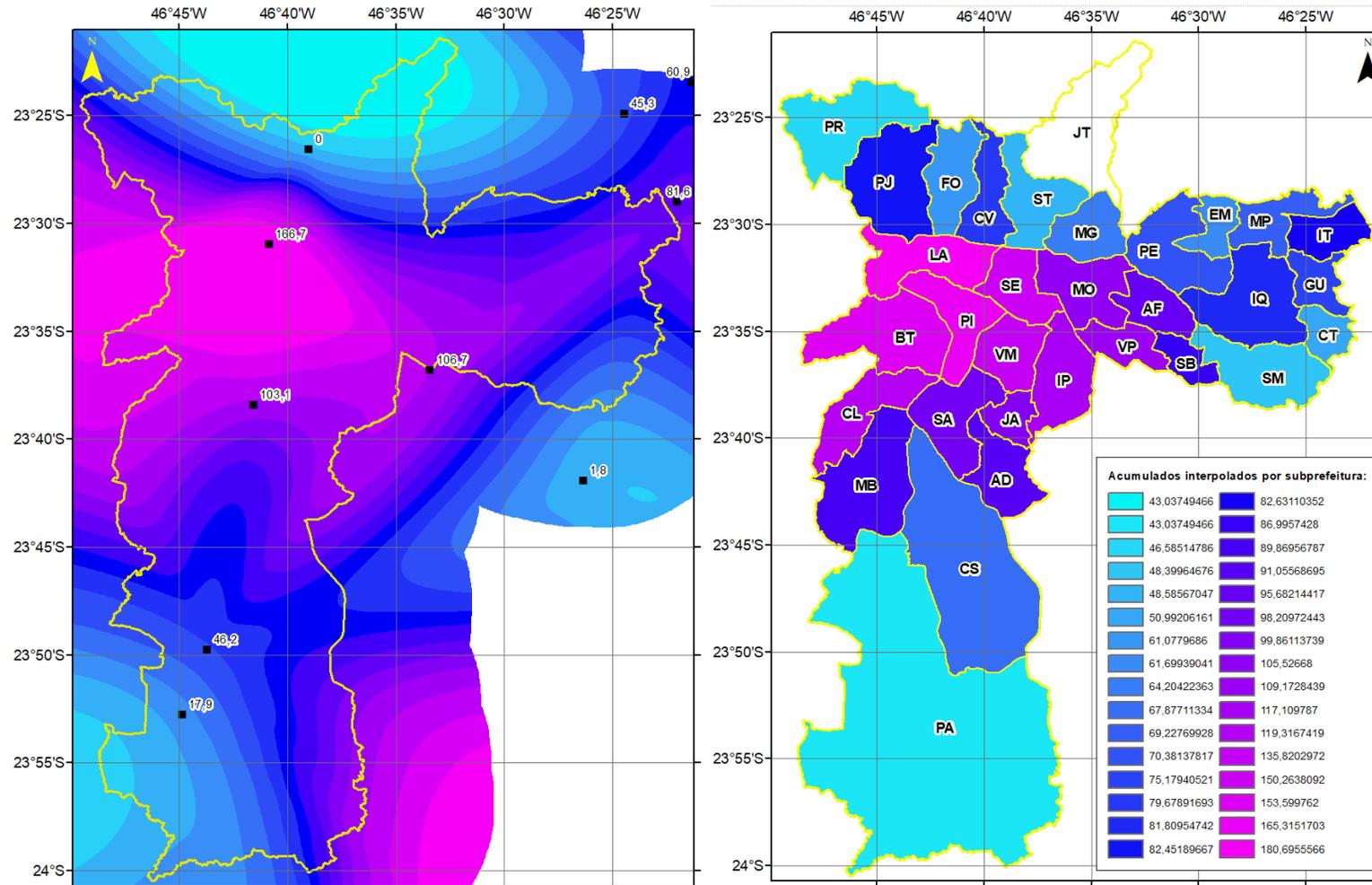
# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



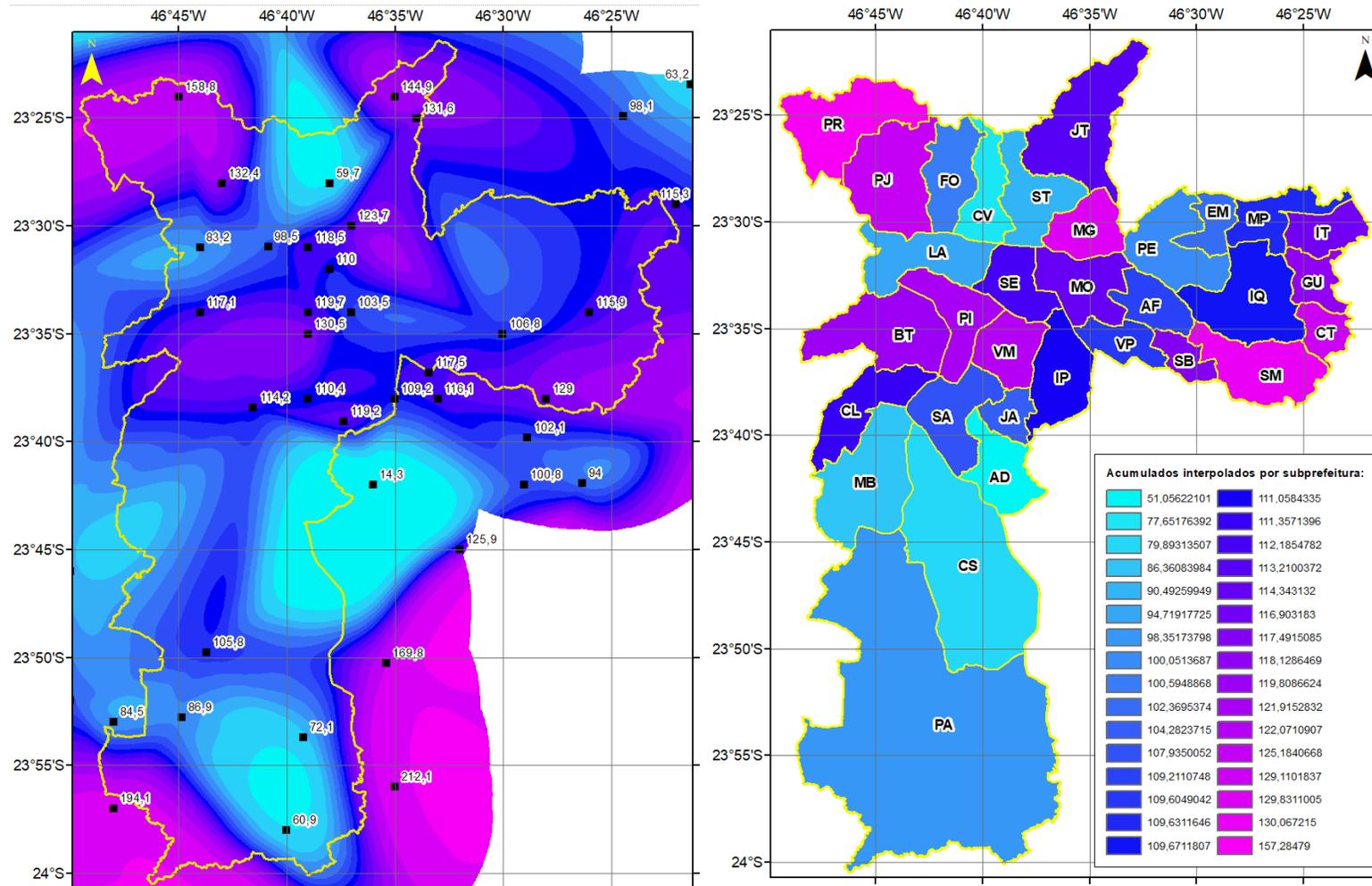
# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

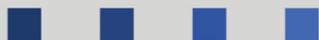


# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

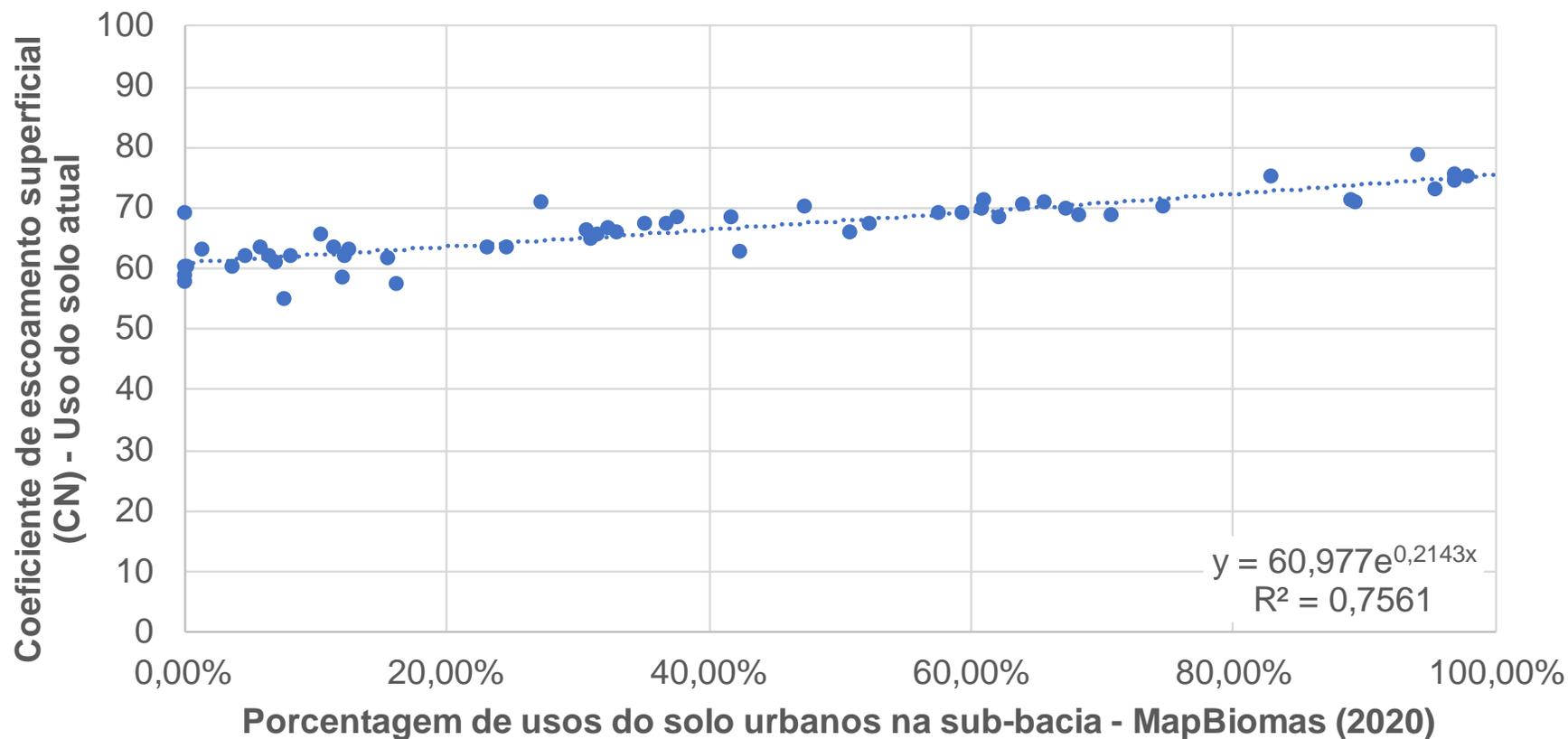
Estudo de tendências elaborado com os dados pluviométricos observados na RMSP mostra uma forte tendência para o aumento da intensidade média das chuvas.

E observando os eventos de chuva de maior acumulado para a cidade de SP é possível concluir que:

- Qualquer lugar está sujeito a chuvas intensas.
- Não podemos prever muito antecipadamente onde haverá maior concentração de chuva no futuro nem qual será o volume de chuva acumulada.
- Ou seja, precisamos nos prevenir disciplinando a ocupação do solo, aumentando a capacidade de infiltração e evitando-se ao máximo a criação de novas áreas impermeáveis.
- Daí a necessidade de trabalhar com planejamento territorial para se antever aos problemas. Prevenção!



# MOTIVAÇÃO: QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



IPT / P.M. Campinas (2023)

Necessidade urgente de romper o binômio urbanização-impermeabilização.

Mais do que necessário é adotar medidas e políticas públicas para mitigar o impacto da urbanização.



# IDEIA: USAR GESTÃO TERRITORIAL COMO INSUMO PARA ELABORAR POLÍTICAS PÚBLICAS

**Proposta: Utilizar o coeficiente de escoamento das bacias hidrográficas urbanas e construir um indicador de gestão do território**

- **Indicador** baseado no **coeficiente de escoamento** para estimar e hierarquizar as bacias para enxergar espacialmente quais bacias tem maior **potencial de já estarem com suas redes de drenagem saturadas**;
- Critério sistematizado de cálculo baseado na literatura científica, utilizados comumente em modelagens hidrológicas;
- Definição do **coeficiente de permeabilidade meta para cada tipo de Zona Urbana** e elaboração de **diretrizes de ocupação e de planejamento urbano** de acordo com a relação **Coeficiente de Escoamento calculado versus Coeficiente de Escoamento desejável**;
- Função esperada do indicador proposto: **promoção de ações que favoreçam a infiltração, evitando sobrecarga do sistema de drenagem e reduzindo o risco de inundações/alagamentos recorrentes.**

# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

## Publicação IPT – P.M. Campinas (2023)



## SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Conceitos Básicos .....	3
3. Base Legal.....	6
4. Métodos e Procedimentos .....	11
4.1. Levantamento de materiais bibliográficos e cartográficos.....	12
4.2. Trabalhos de campo.....	13
4.2.1. Materiais e procedimentos de campo .....	15
4.3. Delimitação de planícies de inundação.....	16
4.3.1. Obtenção de dados topográficos básicos e de imagens .....	17
4.3.2. Geração das informações.....	20
4.3.3. Edição .....	25
4.3.4. Identificação dos solos da planície .....	27
4.4. Mapeamento da suscetibilidade do meio físico a inundações.....	44
4.5. Mapeamento das Áreas Inundáveis .....	61
4.5.1. Modelagem hidrológica .....	64
4.5.2. Modelagem hidráulica .....	133
5. Análise e Comparação dos Resultados .....	149
5.1. Impacto da urbanização em bacias hidrográficas .....	151
5.2. Procedimentos adotados para simular a ocupação futura e prever impactos nas vazões e volumes escoados.....	155
6. Mitigação do Impacto da Urbanização.....	164
7. Considerações finais – Buscando a Resiliência Climática .....	168
8. Referências Bibliográficas .....	171

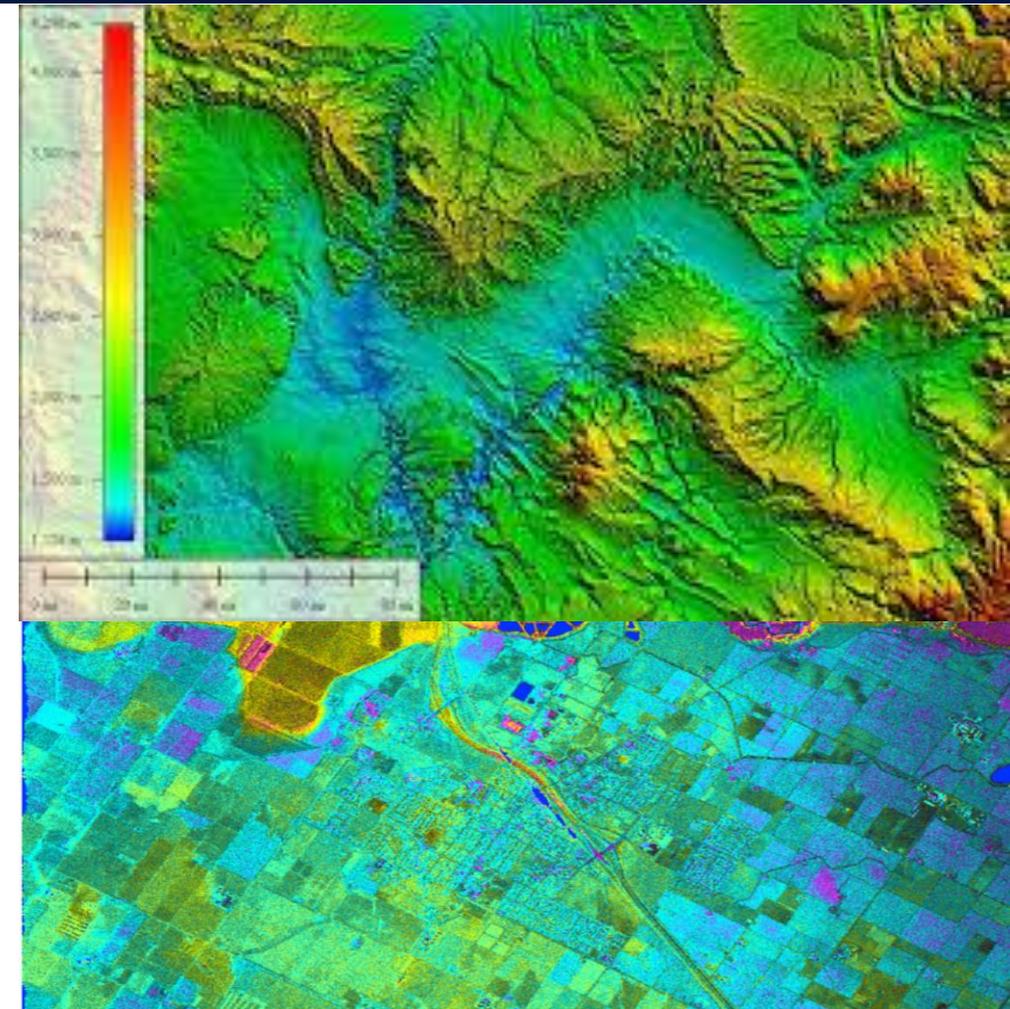
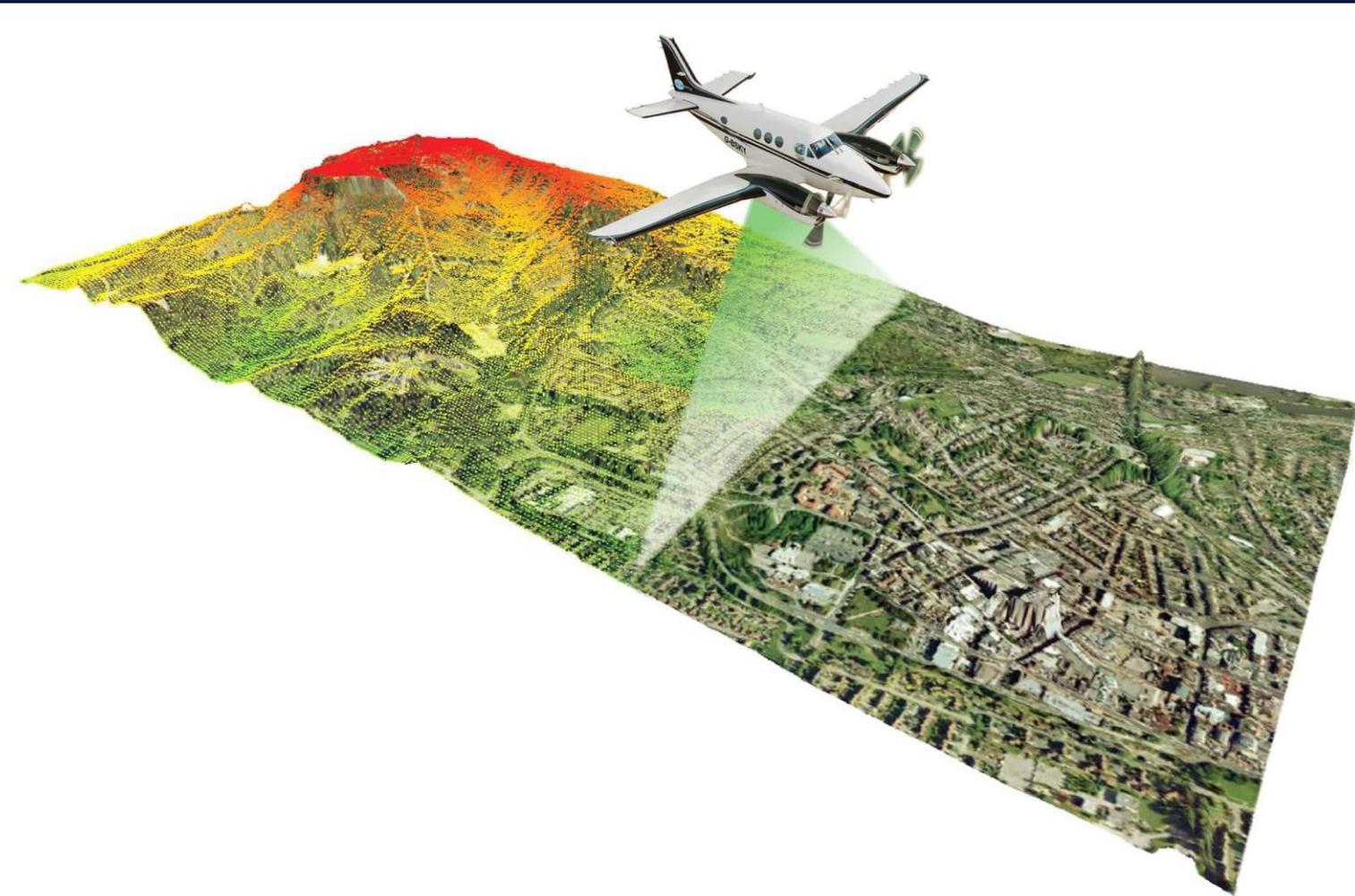
Ebook divulgado tanto no site do IPT como da Prefeitura do município de Campinas, com o objetivo de possibilitar a **replicação da metodologia em outras bacias hidrográficas urbanas**, contendo a descrição detalhada dos cálculos e **passo a passo dos procedimentos nos softwares utilizados** e, principalmente, é um resultado da intenção de referidas instituições de **transformar pesquisa aplicada em políticas públicas**.



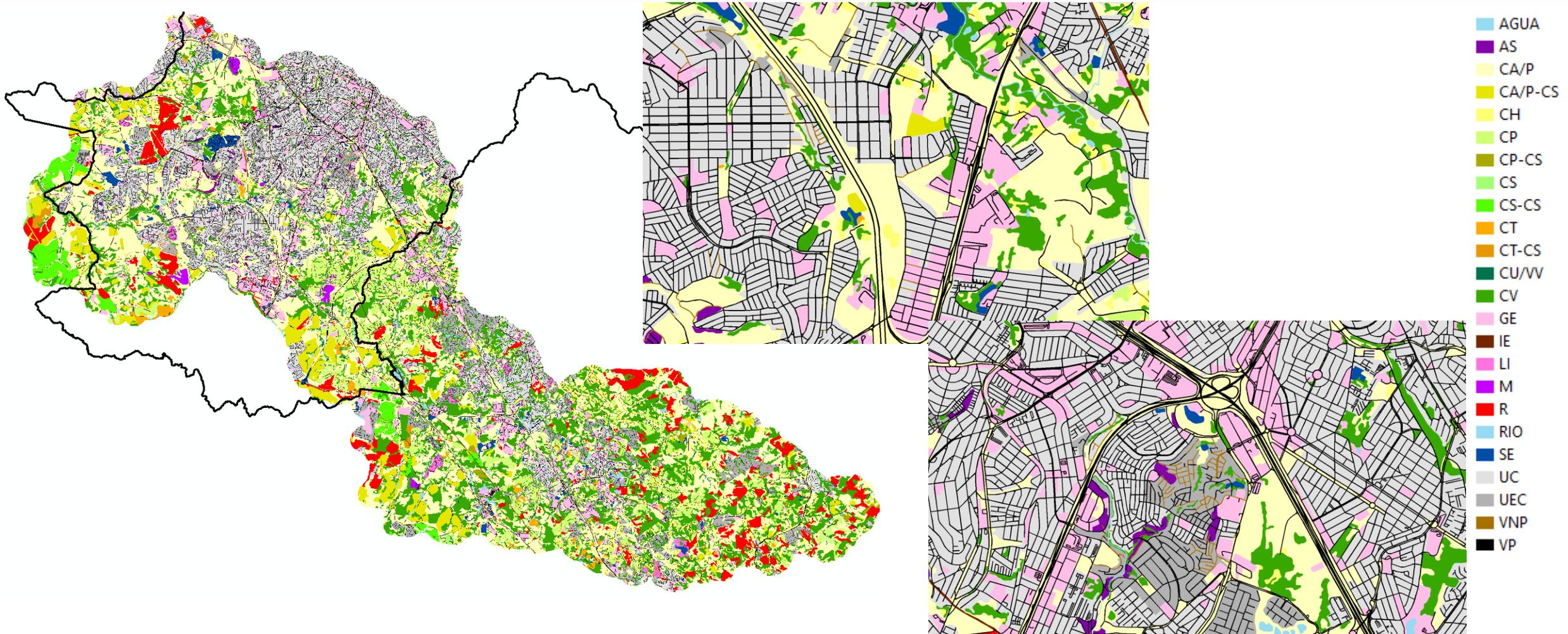
# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

- **Modelagem hidrológica e hidráulica**
  - Cenário **climático** em curso: prevalência de eventos extremos de precipitação, com fenômenos de chuva cada vez mais intensos e concentrados.
  - **Modelagem hidrológica** passa a ser importante instrumento de planejamento urbano: permite estimar o acréscimo nas vazões máximas e nos volumes escoados induzidos pela urbanização.
  - Permite prever o tempo necessário para ocorrer resposta dos agentes de Proteção e de Defesa Cívica deflagrado o evento de precipitação cuja intensidade ou altura pluviométrica seja motivo de preocupação.
  - Estes modelos podem incorporar diversos cenários climáticos e de ocupação do solo.

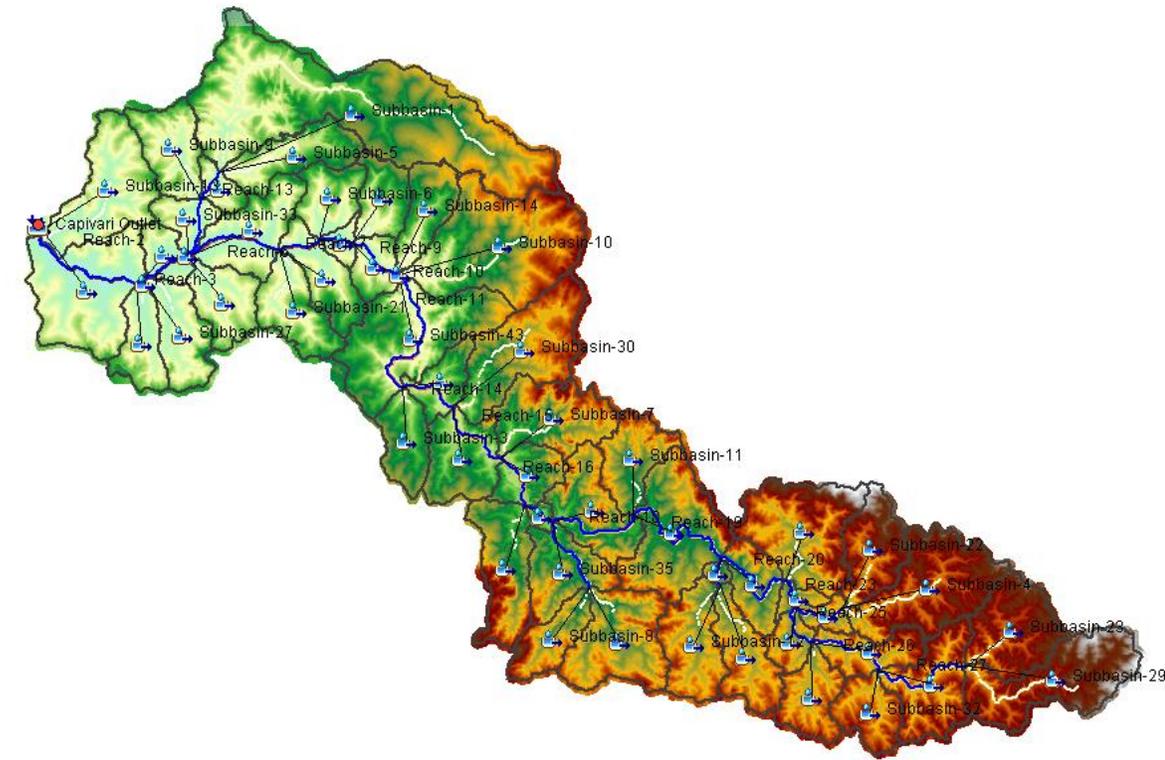
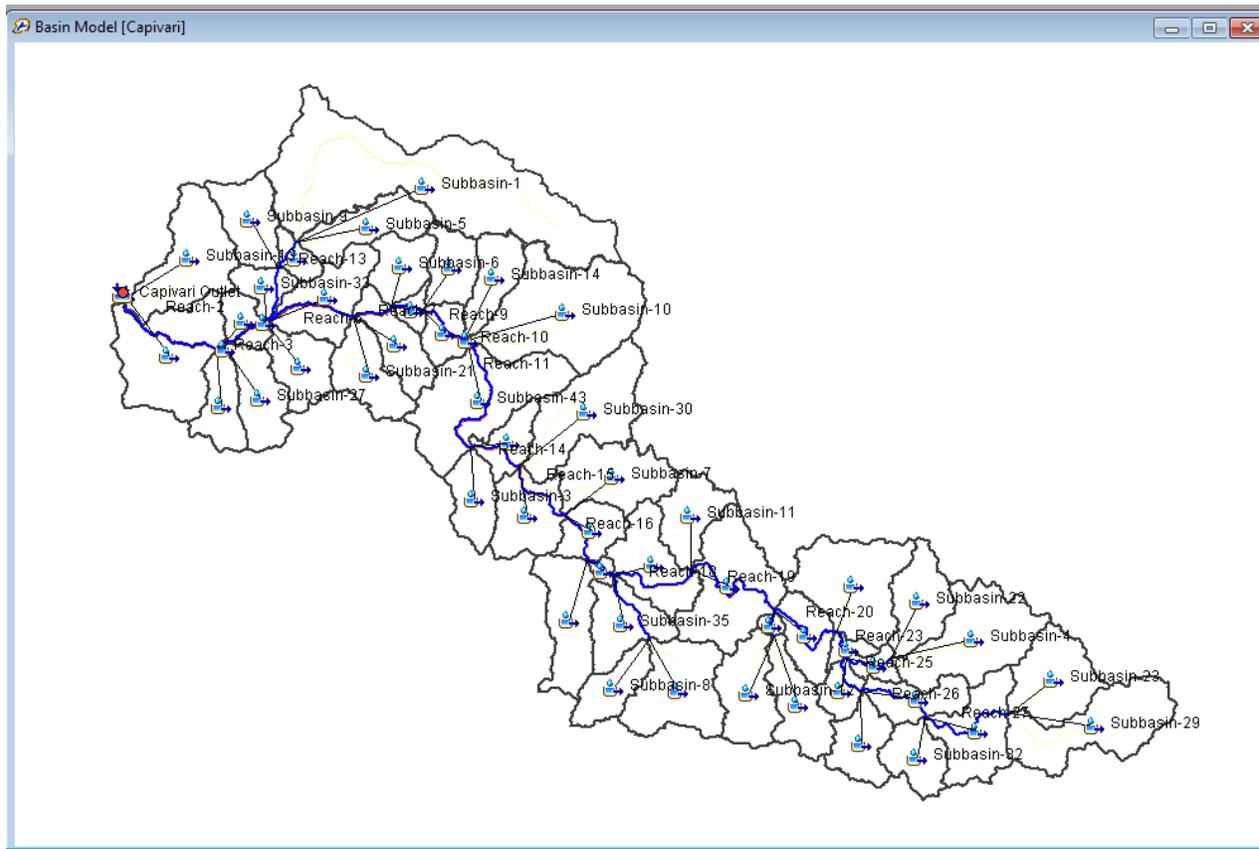
# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



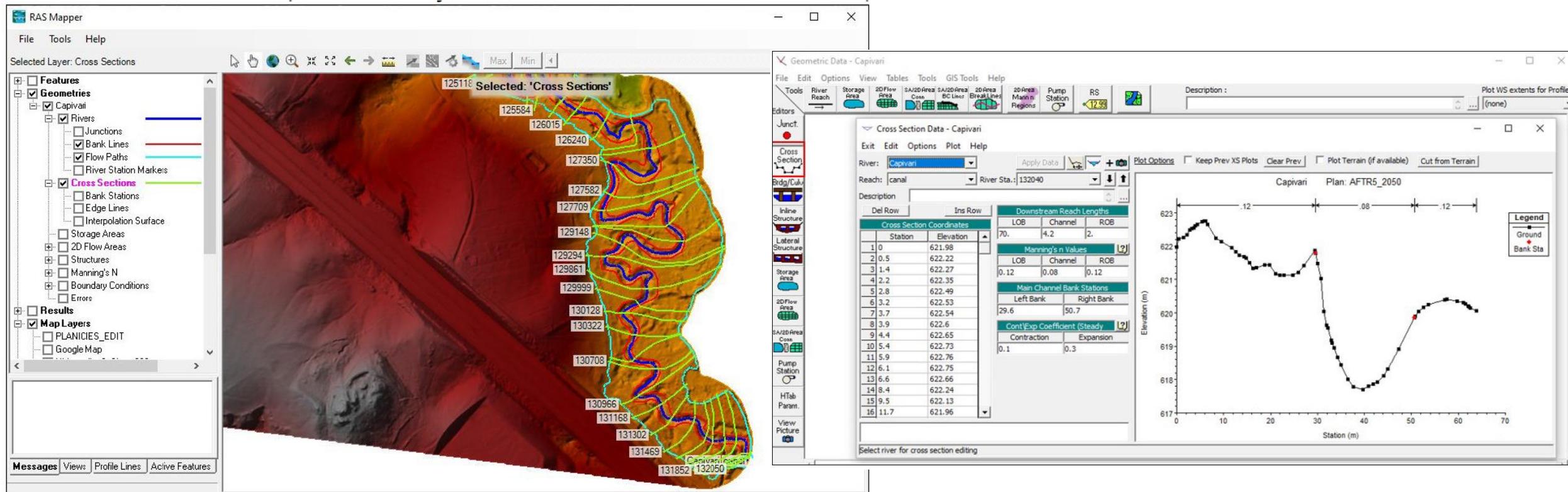
# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

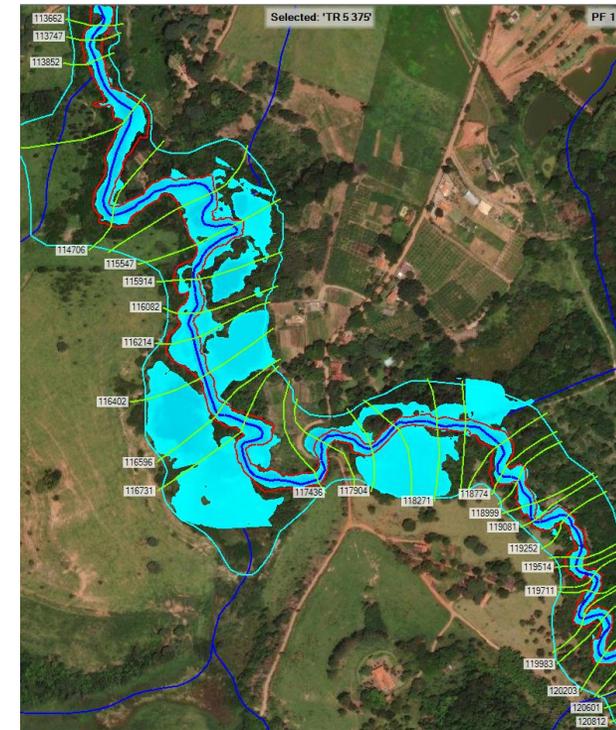
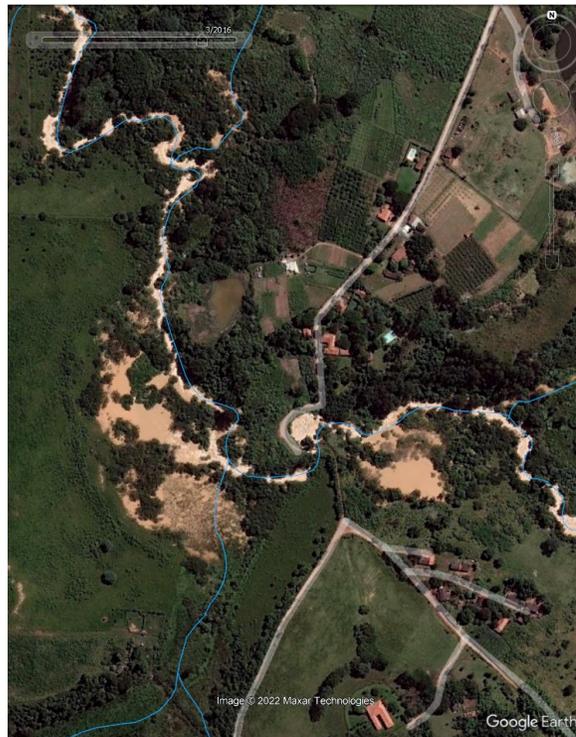
- A **modelagem hidráulica** permite estimar as áreas que serão responsáveis pelo escoamento dos picos de vazão estimados pelo modelo hidrológico.
- Com base nos cenários adotados como dados de entrada de ambos modelos, as modelagens podem ser utilizadas como importantes **instrumentos de gestão** e de **planejamento urbano** e **governança climática**.

# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



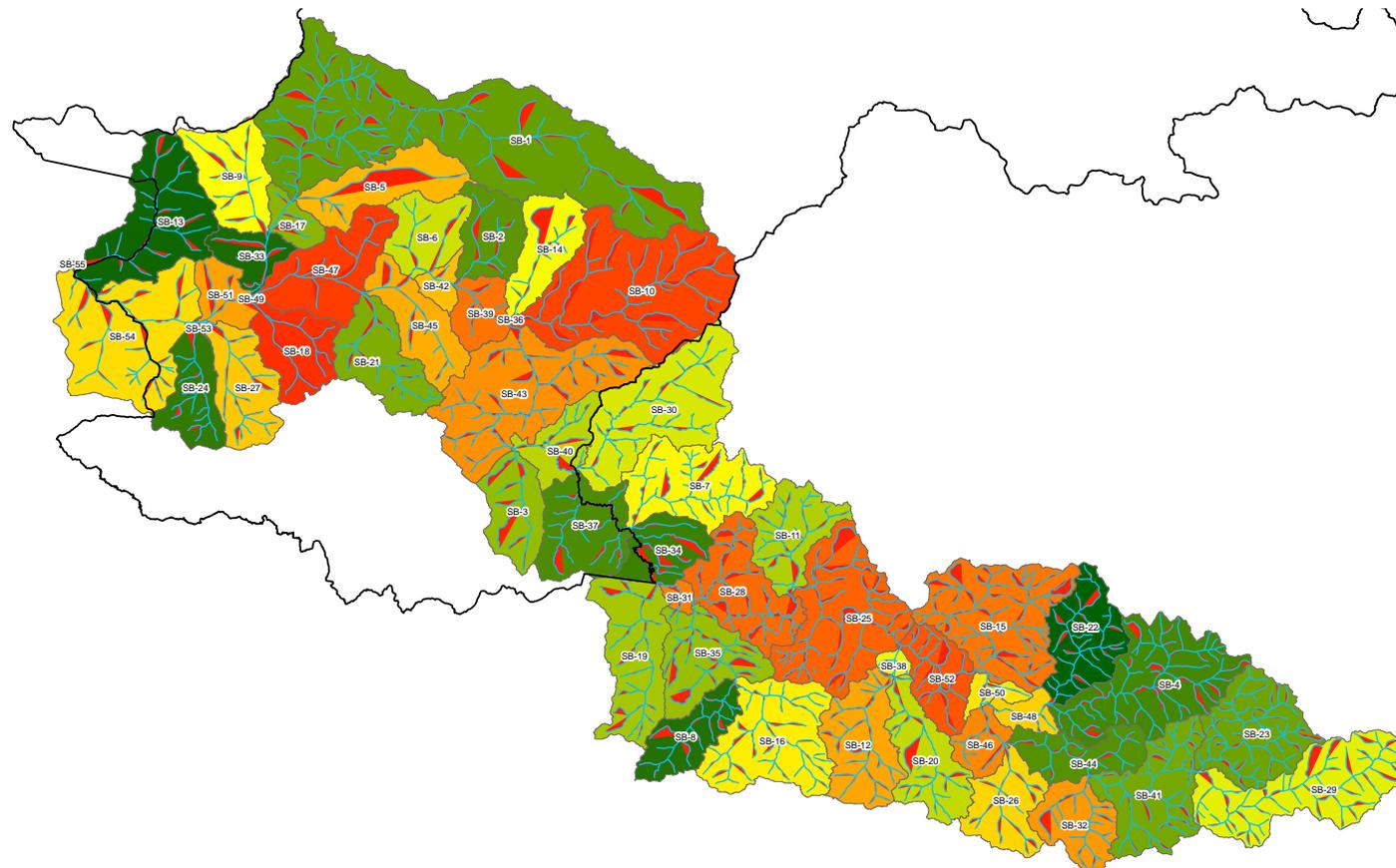
# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

Comparação dos resultados do modelo hidráulico (TR 5 anos; aprox. 100 mm de chuva) com cheia ocorrida no rio Capivari em março/2016 referentes ao instante de tempo 375 minutos da onda de cheia)

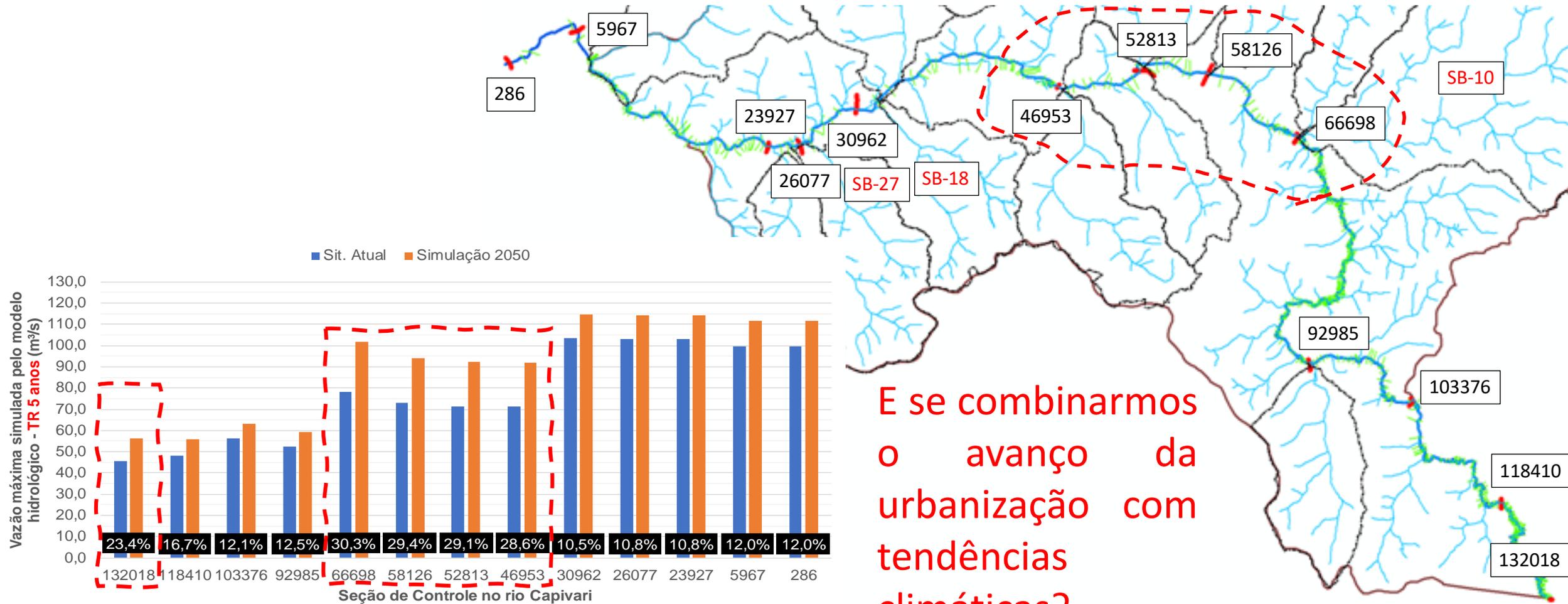


# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

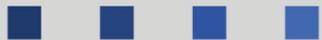
**Criticidade** – Bacias com maior potencial de incremento no escoamento superficial entre 2020 e 2050. Análise da evolução histórica das taxas de urbanização.



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



E se combinarmos o avanço da urbanização com tendências climáticas?





# PARA REFLETIR:

## Planejamento

No atual cenário **climático** em curso, que aponta para cenários **extremos de precipitação** (mais intensos e concentrados no tempo e no espaço), associado ao crescimento das áreas urbanizadas, estudos em bacias hidrográficas urbanizadas ou por urbanizar devem ser adotados como **instrumentos sistemáticos de planejamento urbano**.

## Replicabilidade

Devem ser definidos procedimentos claros e que permitam a **replicação** dos estudos em todas as bacias hidrográficas de um município e das **boas práticas de gestão** em todos os municípios.

## Sustentabilidade

É possível estreitar a relação existente entre **drenagem urbana** e a **legislação urbanística**, possibilitando um modelo de cidade mais justa, **ambientalmente sustentável** e **resiliente** aos desafios que a agenda climática e as necessidades de crescimento da área urbana impõem.

# Obrigado!

- Filipe Falcetta
- [falcetta@ipt.br](mailto:falcetta@ipt.br)



[linkedin.com/school/iptsp/](https://www.linkedin.com/school/iptsp/)



[instagram.com/ipt\\_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)



[youtube.com/@IPTbr/](https://www.youtube.com/@IPTbr/)

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)

