

Nº 179100

**A pergunta chave para sobreviver no século XXI: estamos preparados para enfrentar extremos climáticos?**

**Filipe Antonio Marques Facetta**

*Palestra apresentada na REUNIÃO  
ORDINÁRIA DO COMITÊ MUNICIPAL DE  
SEGURANÇA HÍDRICA E GESTÃO DAS  
ÁGUAS, PMSP, 7., 2024, São Paulo. 16  
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**



# CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE (CIMA)

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

31.07.2024

# A PERGUNTA CHAVE PARA SOBREVIVER NO SÉCULO XXI:

Estamos preparados para enfrentar  
extremos climáticos?



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

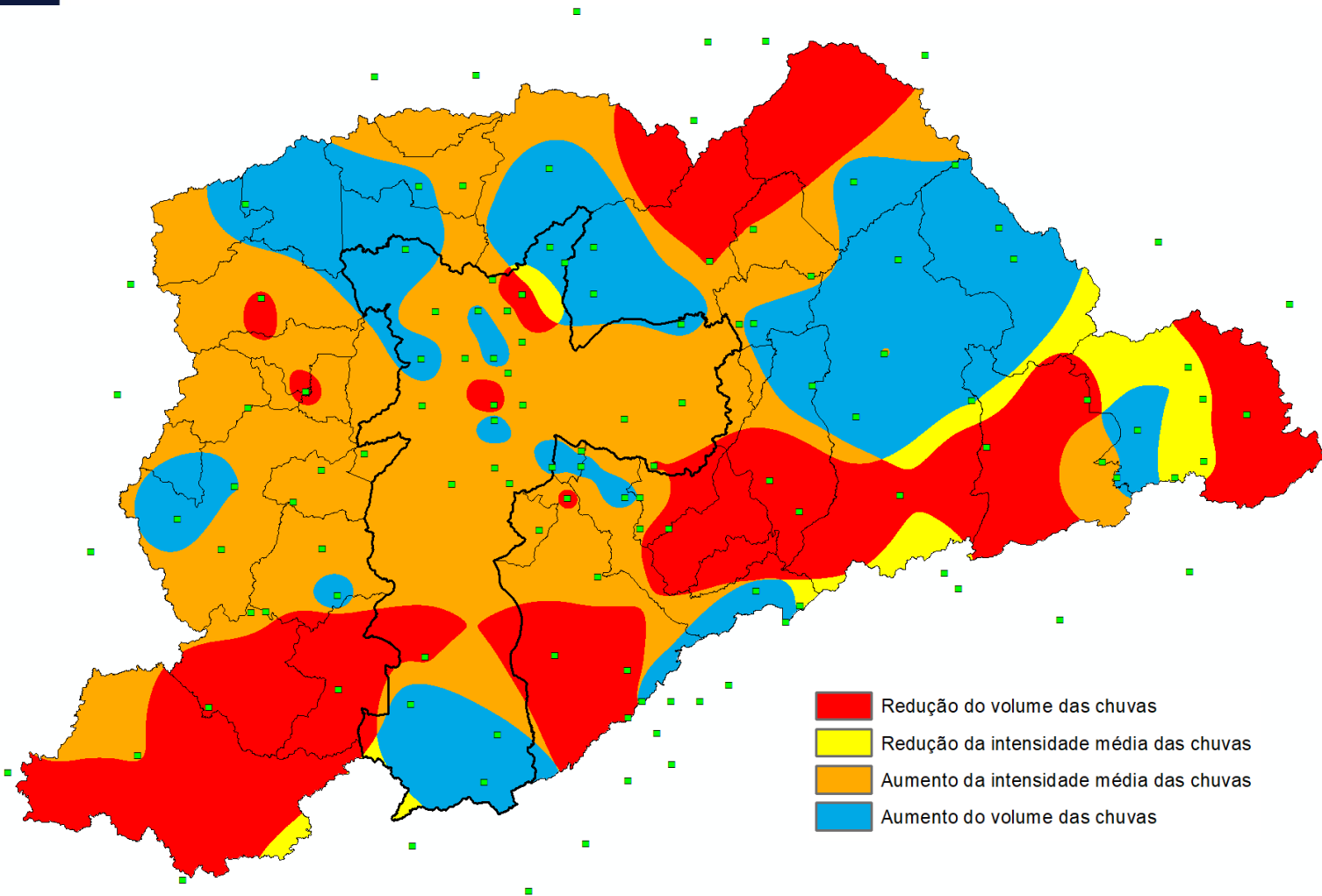


A ocorrência de eventos extremos vem aumentando nos últimos anos em diversos países e conseqüentemente, o número de vítimas e o custo para os cofres públicos.

Na RMSP, extremos climáticos causam, em um mesmo ano hidrológico, inundações e estiagem, causando transtornos urbanos e ameaçando a segurança hídrica da maior metrópole do hemisfério sul.



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



A RMSP é um excelente laboratório do mundo real para se estudar os impactos da crise climática:

- **Redução do volume das chuvas em áreas de mananciais:** risco à segurança hídrica;
- **Aumento do volume das chuvas em áreas de encosta:** aumento do risco geológico;
- **Aumento da intensidade média das chuvas na área mais densamente urbanizada:** aumento do risco hidrológico.

# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

## “Crise hídrica” (2014)

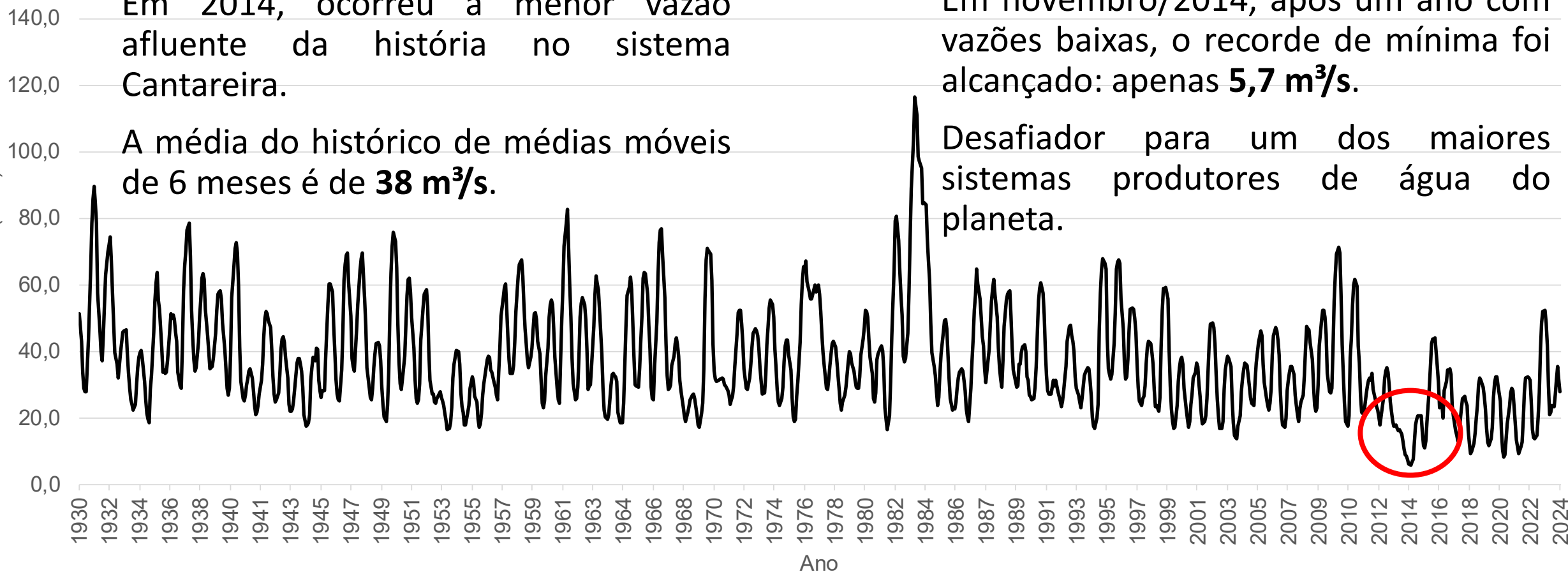
Em 2014, ocorreu a menor vazão afluente da história no sistema Cantareira.

A média do histórico de médias móveis de 6 meses é de **38 m<sup>3</sup>/s**.

Em novembro/2014, após um ano com vazões baixas, o recorde de mínima foi alcançado: apenas **5,7 m<sup>3</sup>/s**.

Desafiador para um dos maiores sistemas produtores de água do planeta.

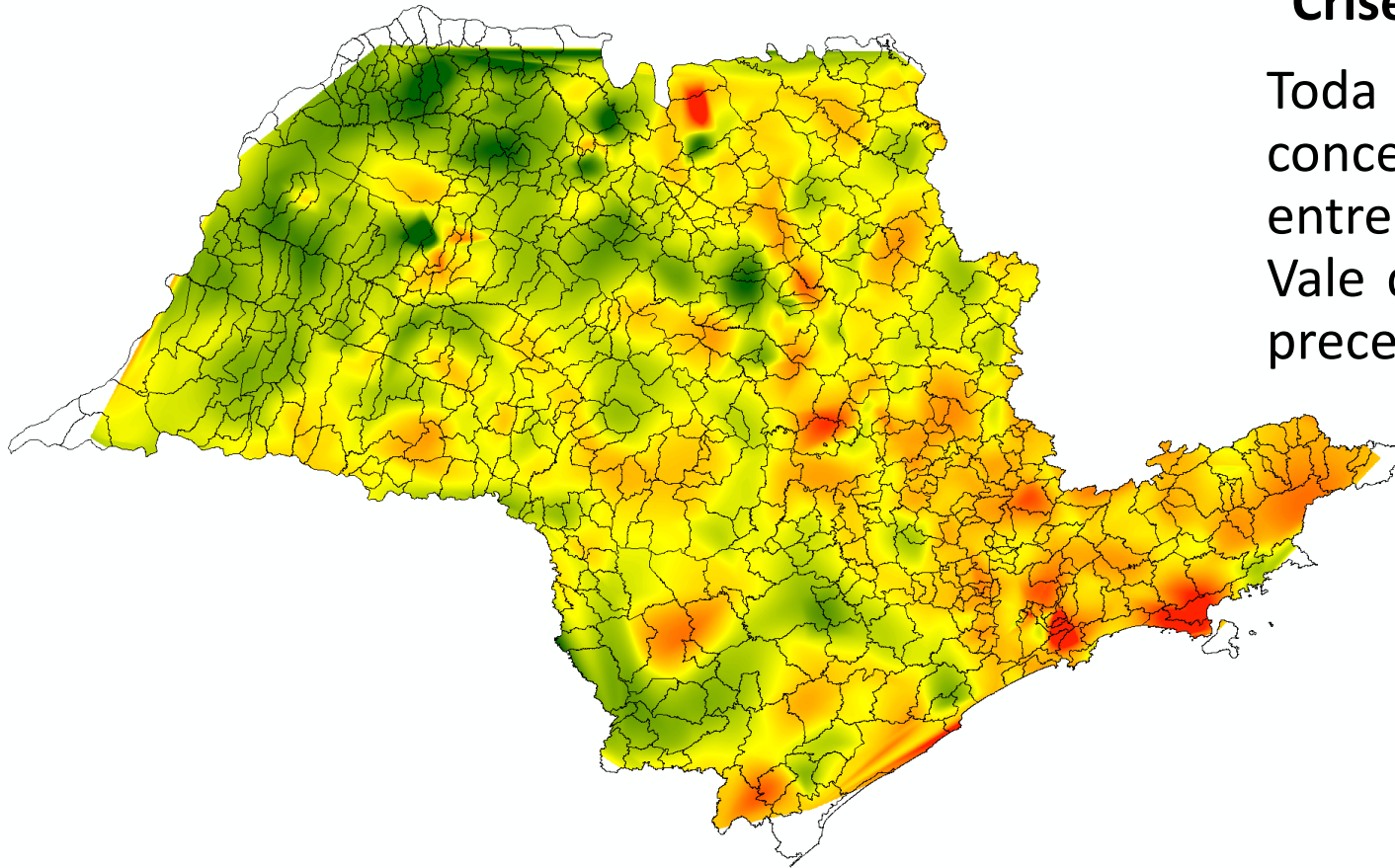
Vazão média de 6 meses afluente ao Sistema Cantareira (m<sup>3</sup>/s)



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

## “Crise hídrica” (2014)

Toda faixa leste do Estado de São Paulo, que concentra importantes regiões metropolitanas, entre as quais RMSP, Campinas, Sorocaba e Vale do Paraíba, se viu em uma estiagem sem precedentes!

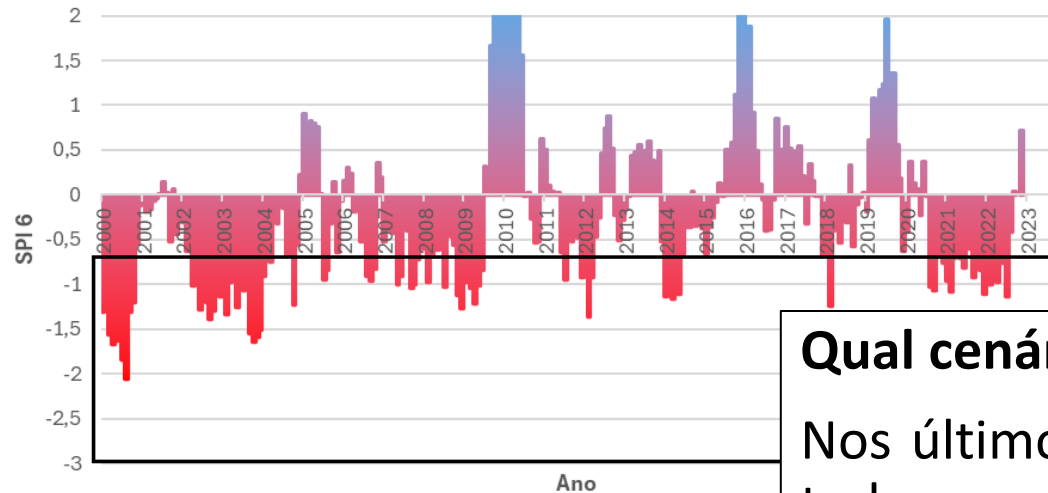


Mapa do índice de precipitação padronizado para 6 meses em nov/2014. Tons quentes representam estiagem de média a severa.

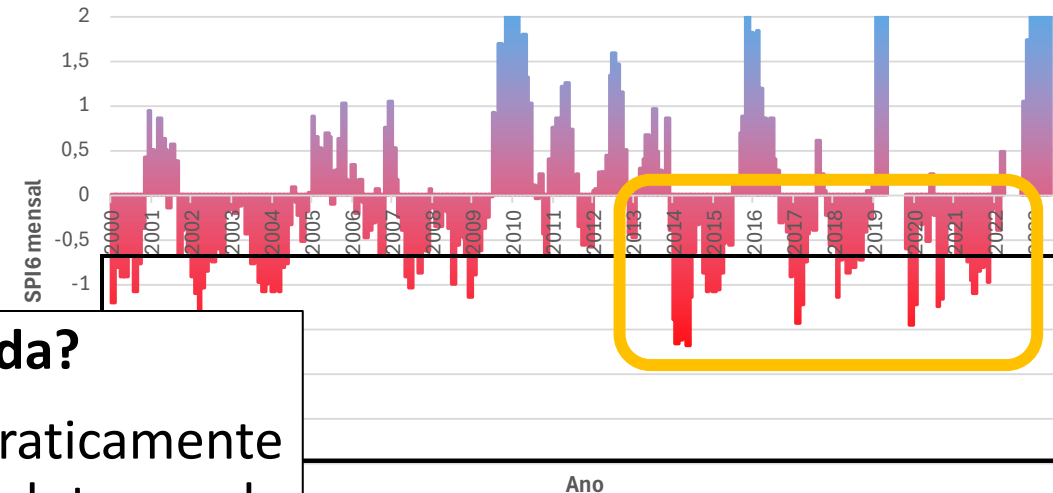


# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

Sistema Produtor São Lourenço



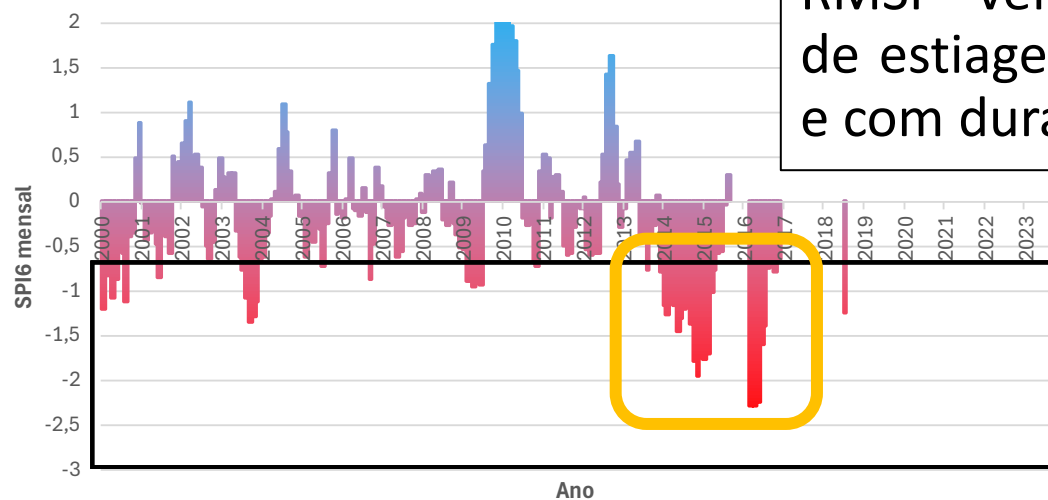
Sistema Produtor Guarapiranga



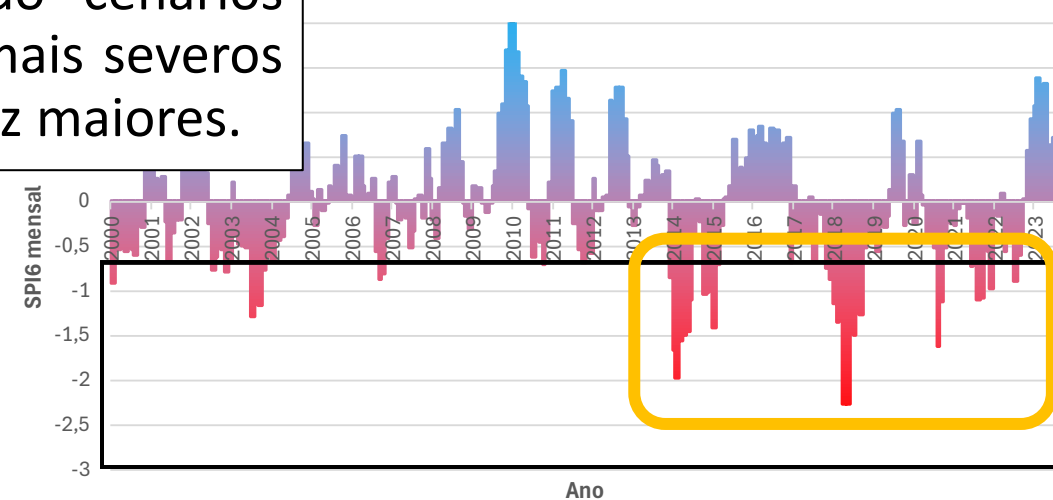
**Qual cenário nos aguarda?**

Nos últimos 20 anos, praticamente todos os sistemas produtores da RMSP vem enfrentando cenários de estiagem cada vez mais severos e com durações cada vez maiores.

Sistema Produtor Alto Tietê



Sistema Produtor Cantareira





# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



NOTA TÉCNICA

Nº 01

Chuvas ocorridas entre os dias 26 de janeiro e 30 de janeiro de 2022 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)

## Franco da Rocha (2022)

Chuvas intensas ocorridas entre 26 e 30/01/2022 provocaram enormes transtornos para a RMSP, sobretudo na região de Franco da Rocha.



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

## Franco da Rocha (2022)

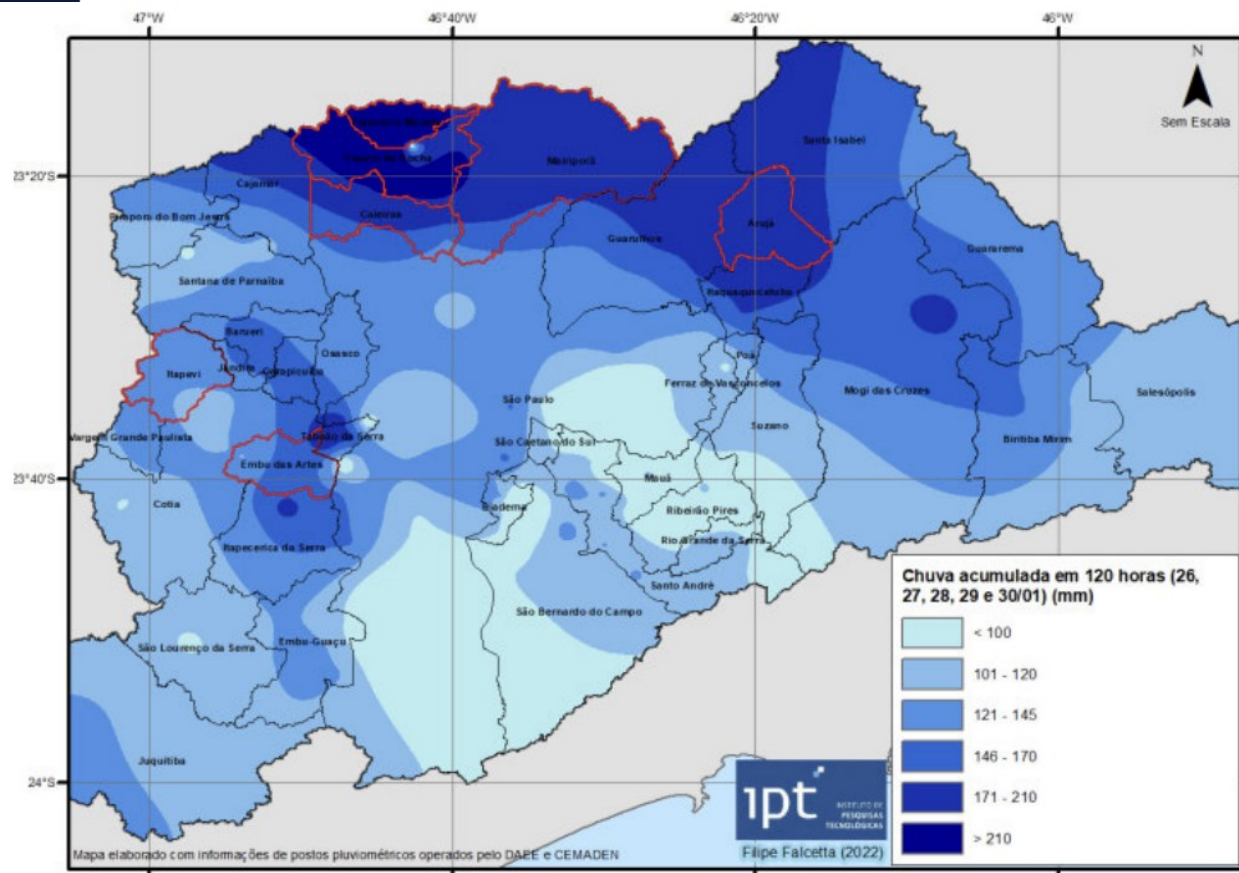


Figura 15 – Acumulados de chuva absolutos em 120 horas.

Entre 26 e 30/01/2022, choveu praticamente a chuva esperada para o mês de janeiro na porção norte da RMSP

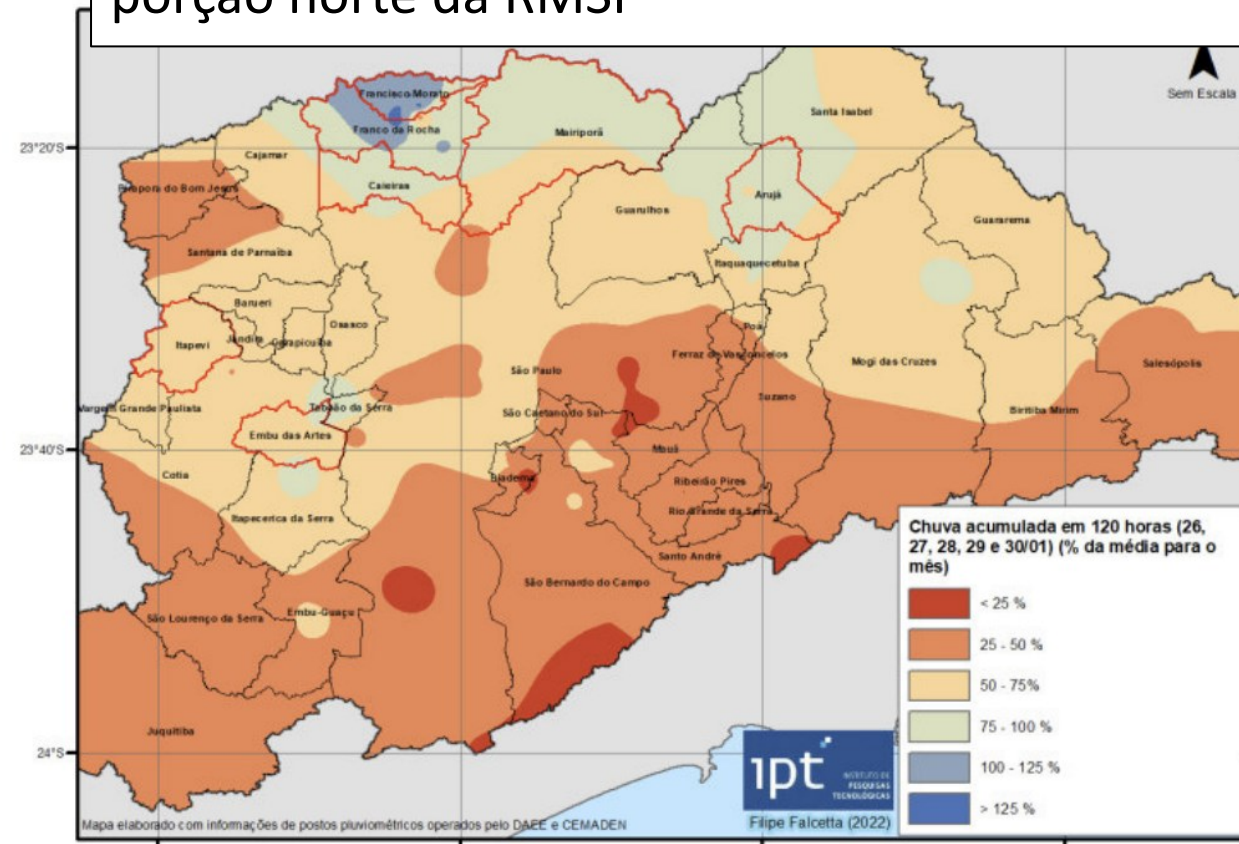
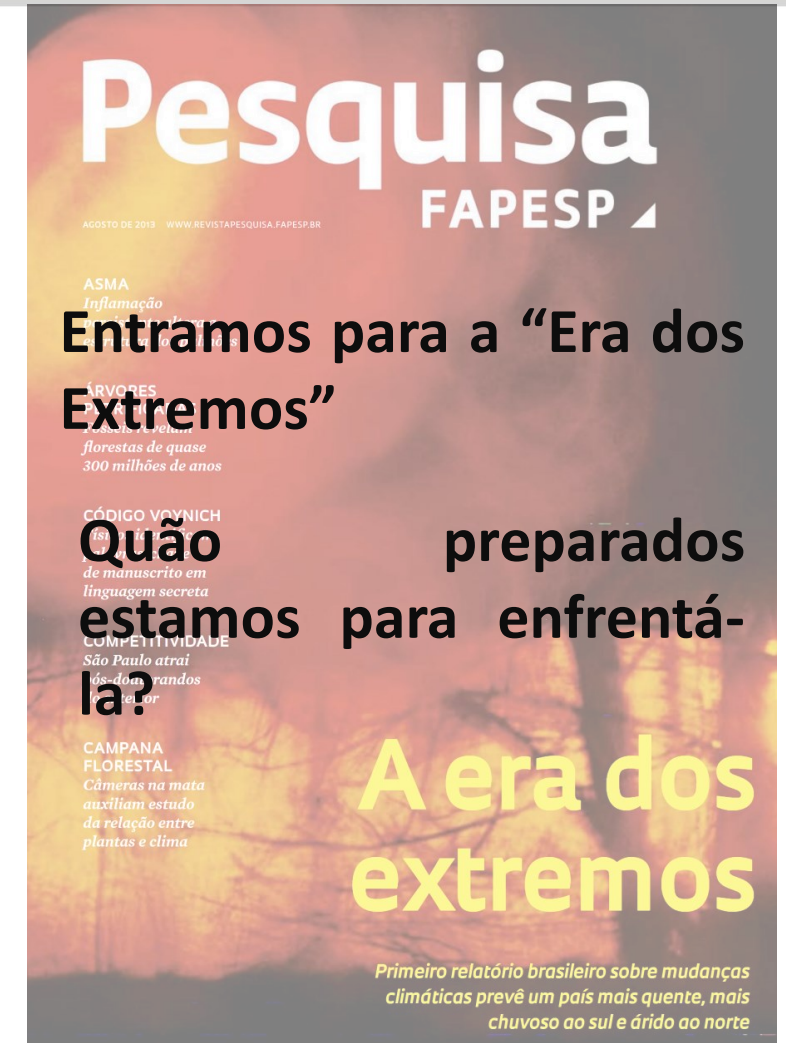


Figura 16 – Acumulados de chuva em 120 horas, relativos à média mensal.

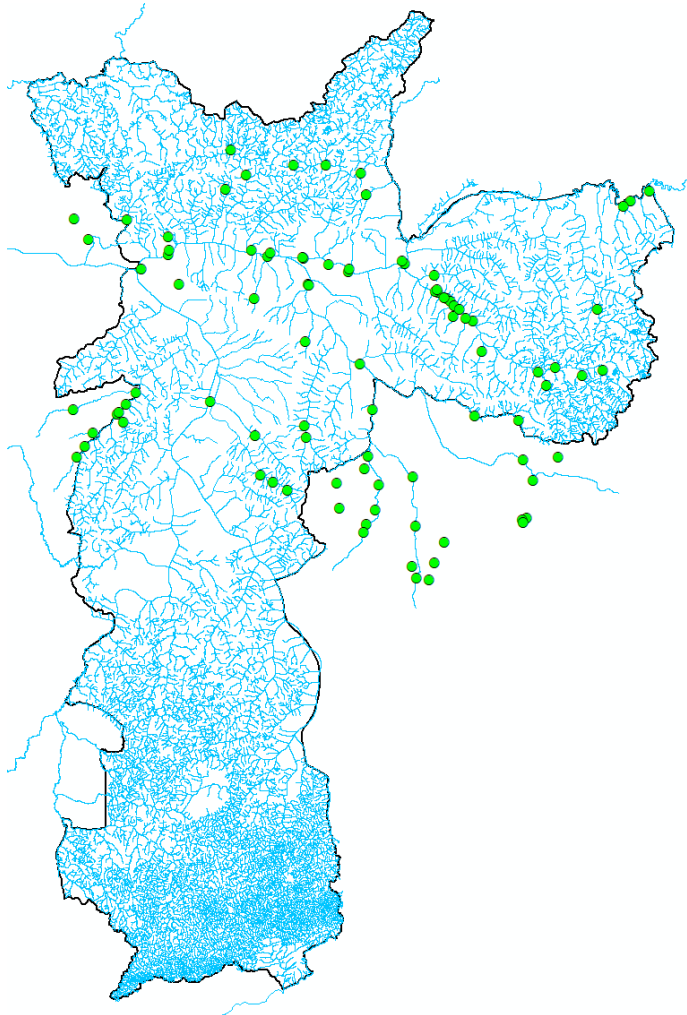
# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

Quadro 1 – Classificação de eventos climáticos com base no período de retorno

Período de Retorno Estimado (em anos)	Classificação do evento climático
Inferior a 10 anos	Evento comum, com impactos localizados, por exemplo, formação de pontos de alagamento nas áreas baixas e/ou pouco drenadas.
Entre 10 e 25 anos	Evento menos frequente, com impactos abrangendo uma área maior e maiores consequências, por exemplo, transbordamento de córregos, solapamentos de margem e pequenos deslizamentos de terra.
Entre 25 e 50 anos	Evento importante, com a ocorrência de transbordamentos em trechos de rios maiores, danos em estruturas de drenagem precárias e mal dimensionadas.
Entre 50 e 100 anos	Evento significativo, com consequências severas e de gravidade excepcionais nos locais atingidos e abrangência regional importante, com a destruição de vias de acesso e travessias, aberturas de comportas em barragens de menor porte etc. Dificuldade de acesso e socorro às áreas atingidas.
Acima de 100 anos	Evento extremo, com atingimento de grandes bacias hidrográficas, consequências para obras de grande porte, incluindo rupturas em barramentos de terra/enrocamento, deslizamentos de encostas inteiras, inclusive com deslocamentos de rochas, corridas de massa e excepcional risco à vida.



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

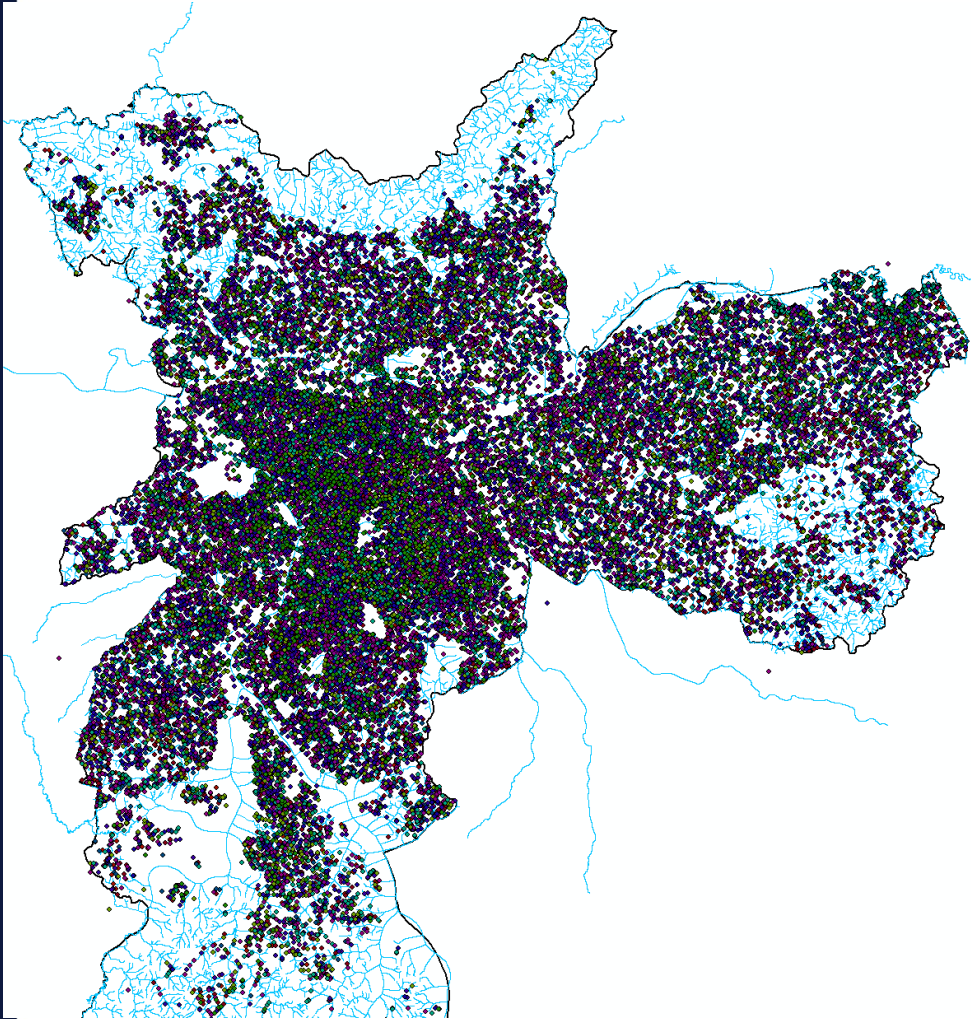


## “O QUE TEM ‘PRA’ HOJE?”

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;
- Quase **100 piscinões em operação**;
- **Deficiências de drenagem crônicas.**

# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



Ocorrências registradas pela Defesa Civil do Município de São Paulo desde 2013:

- ~ 11.500 inundações/alagamentos;
- ~ 3.100 deslizamentos de encosta;
- + de 60 mil quedas de árvores.

# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

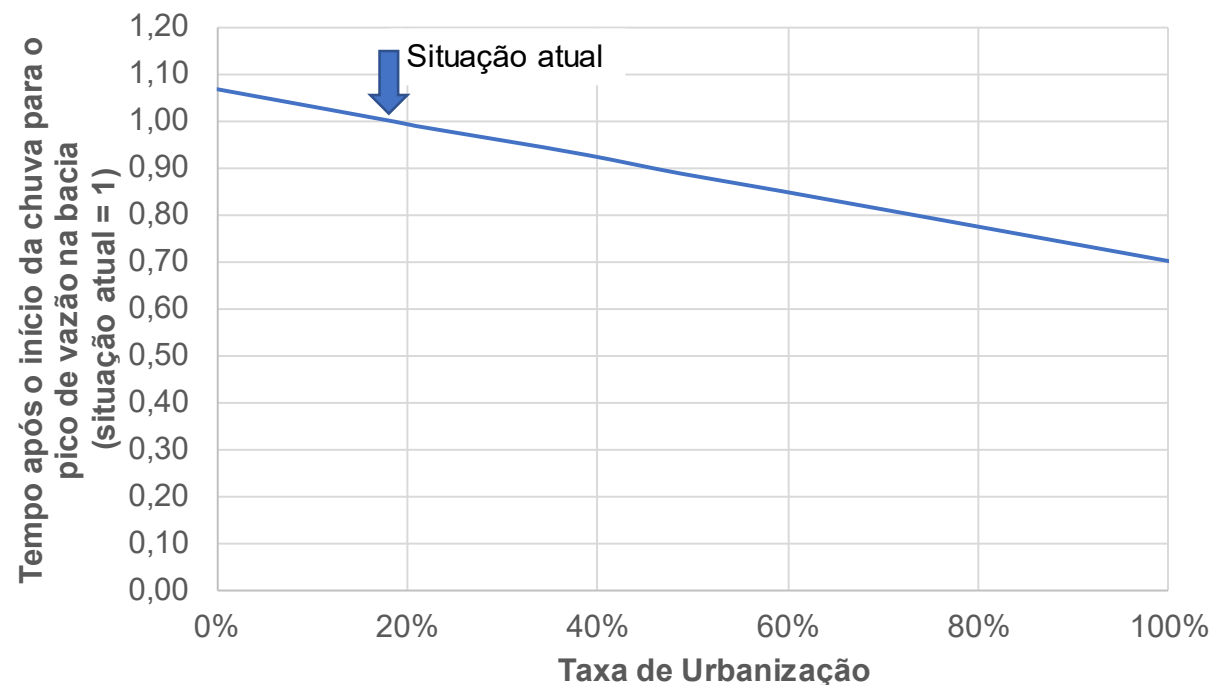
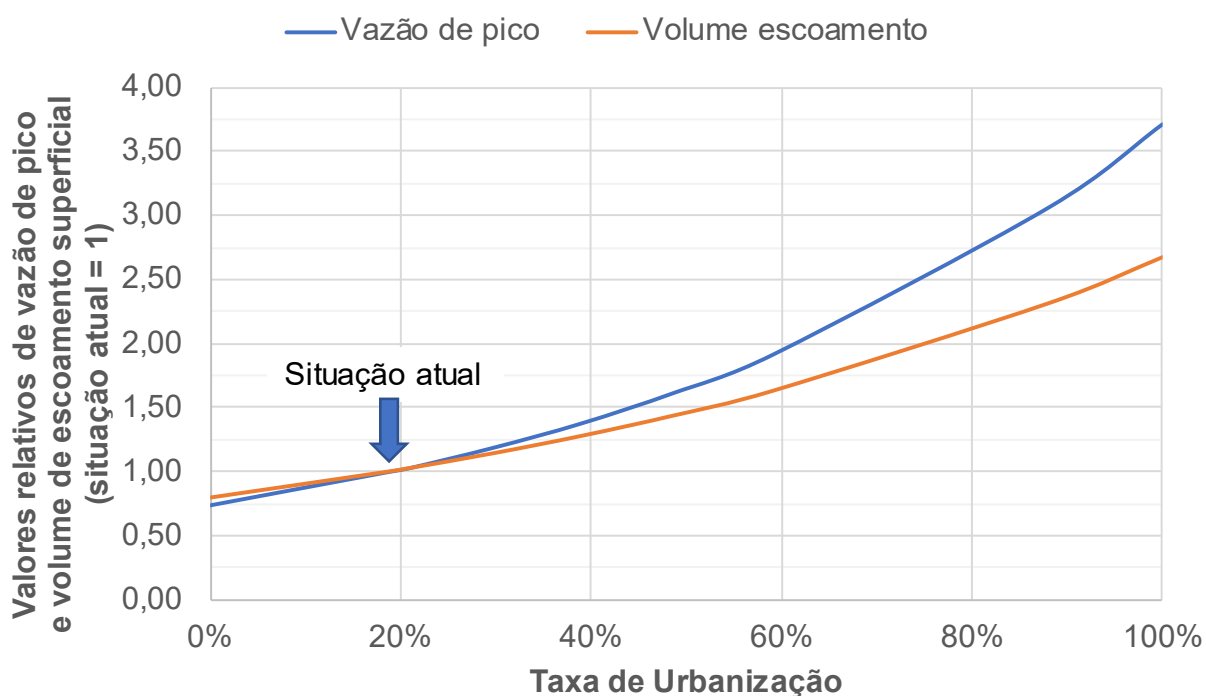


- Até quando seguiremos retificando e tamponando rios?
- A drenagem urbana requer soluções e políticas inovadoras.
- As ações de drenagem urbana devem se voltar **para o futuro**, **orientar** as ações de combate às consequências dos eventos extremos.
- Devem basear-se em **informações suficientes e confiáveis** e nas **melhores tecnologias disponíveis** para enfrentar os problemas apresentados.



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

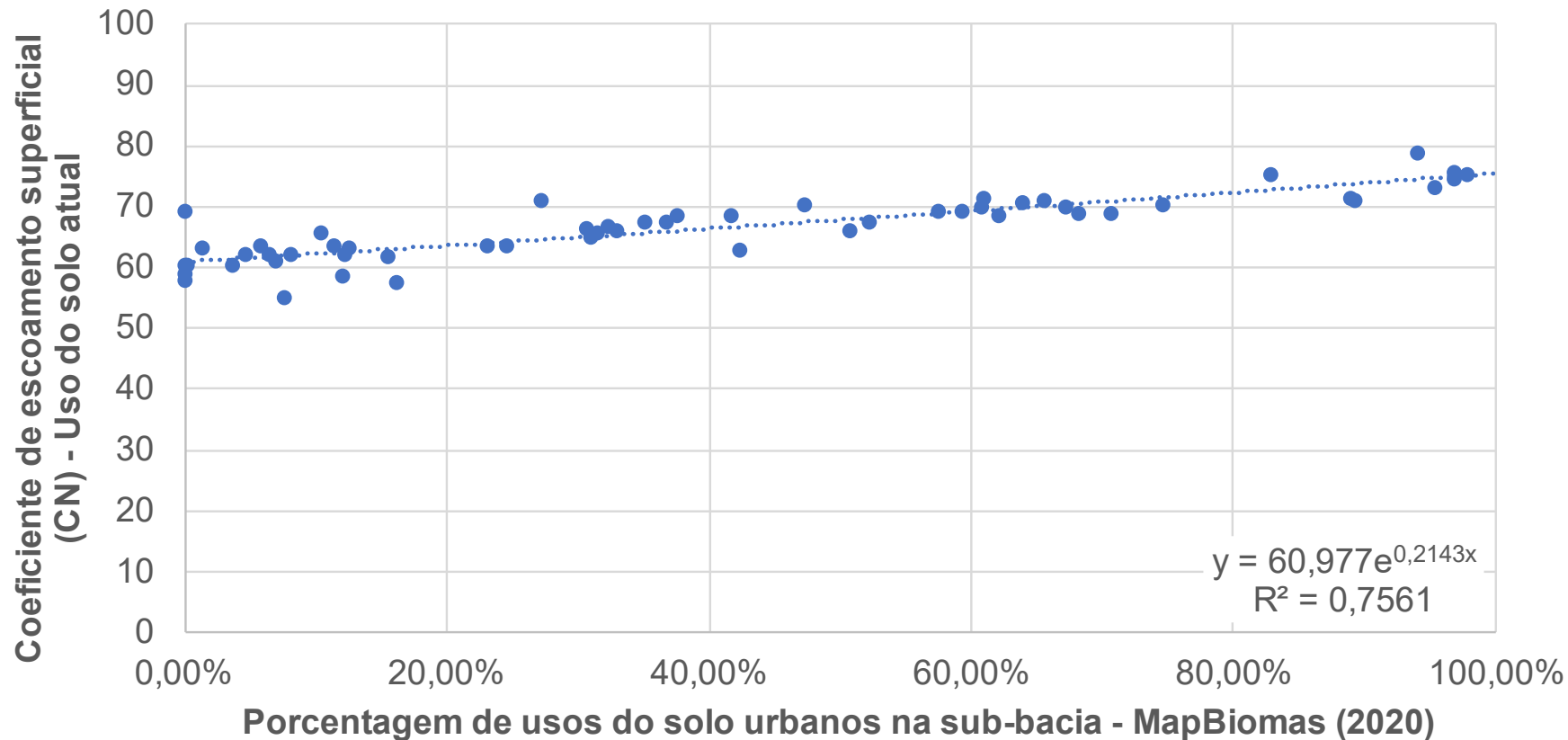
Urbanizar bacias **ainda** significa produzir mais escoamento e reduzir o tempo de resposta de nossos rios.



IPT (2022)



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



IPT / P.M. Campinas (2023)

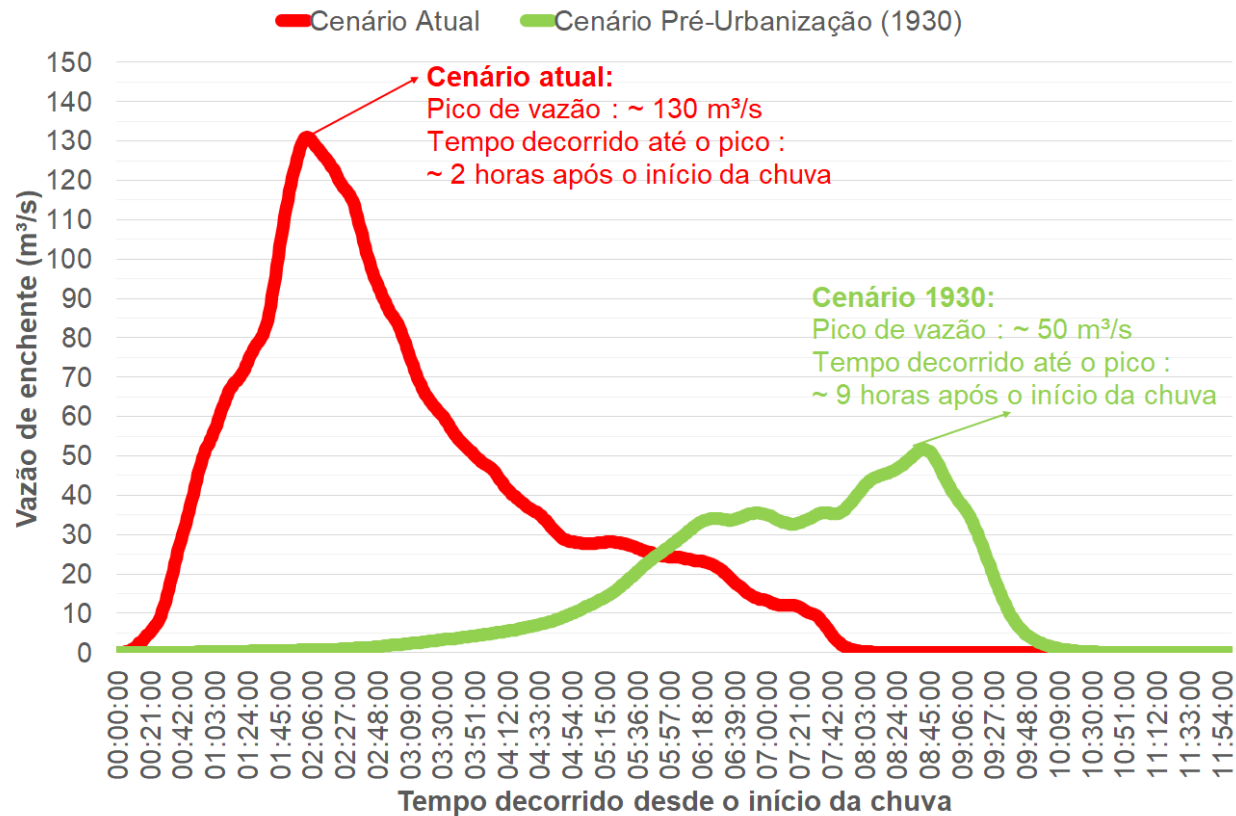
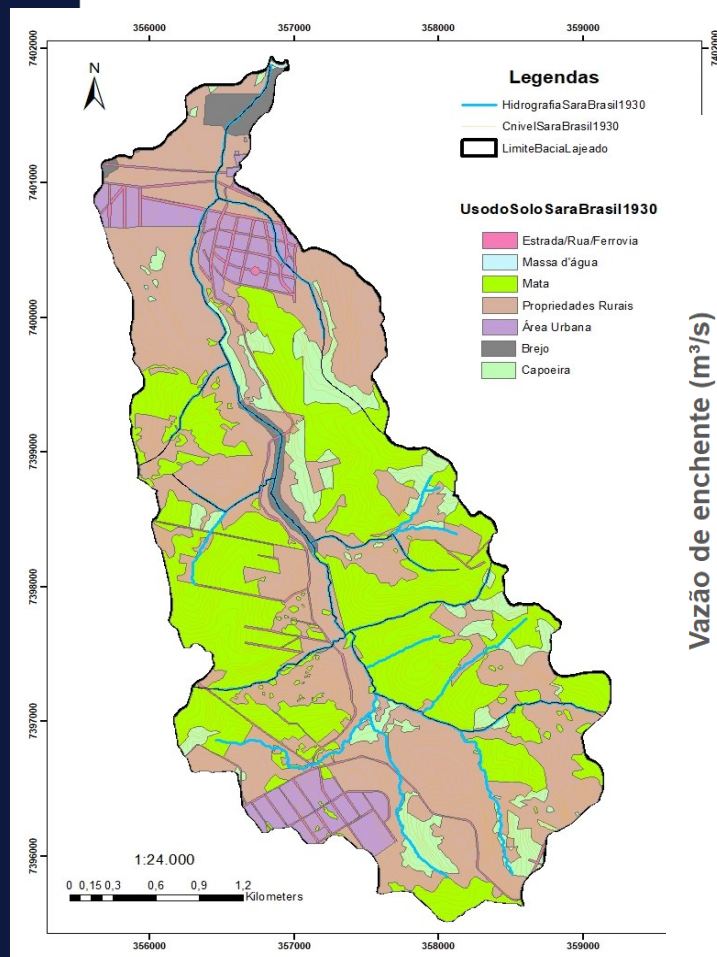
Necessidade urgente de romper o binômio urbanização-impermeabilização.

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





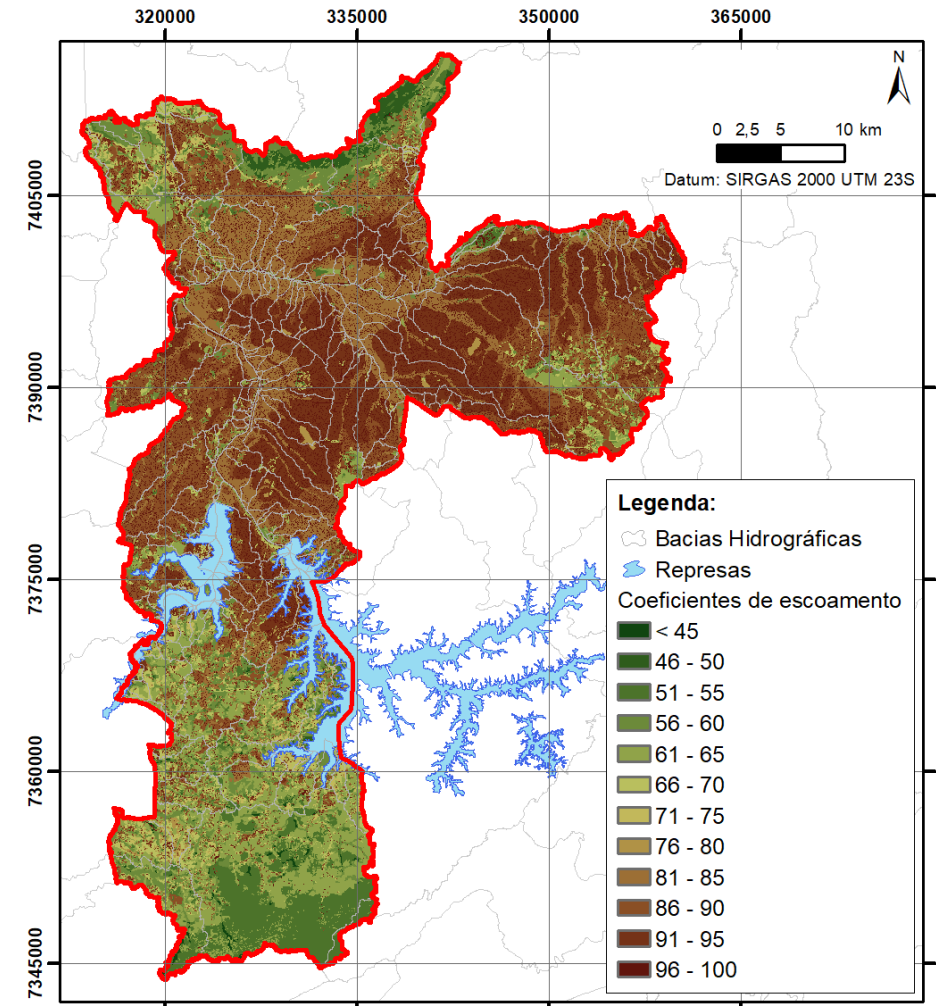
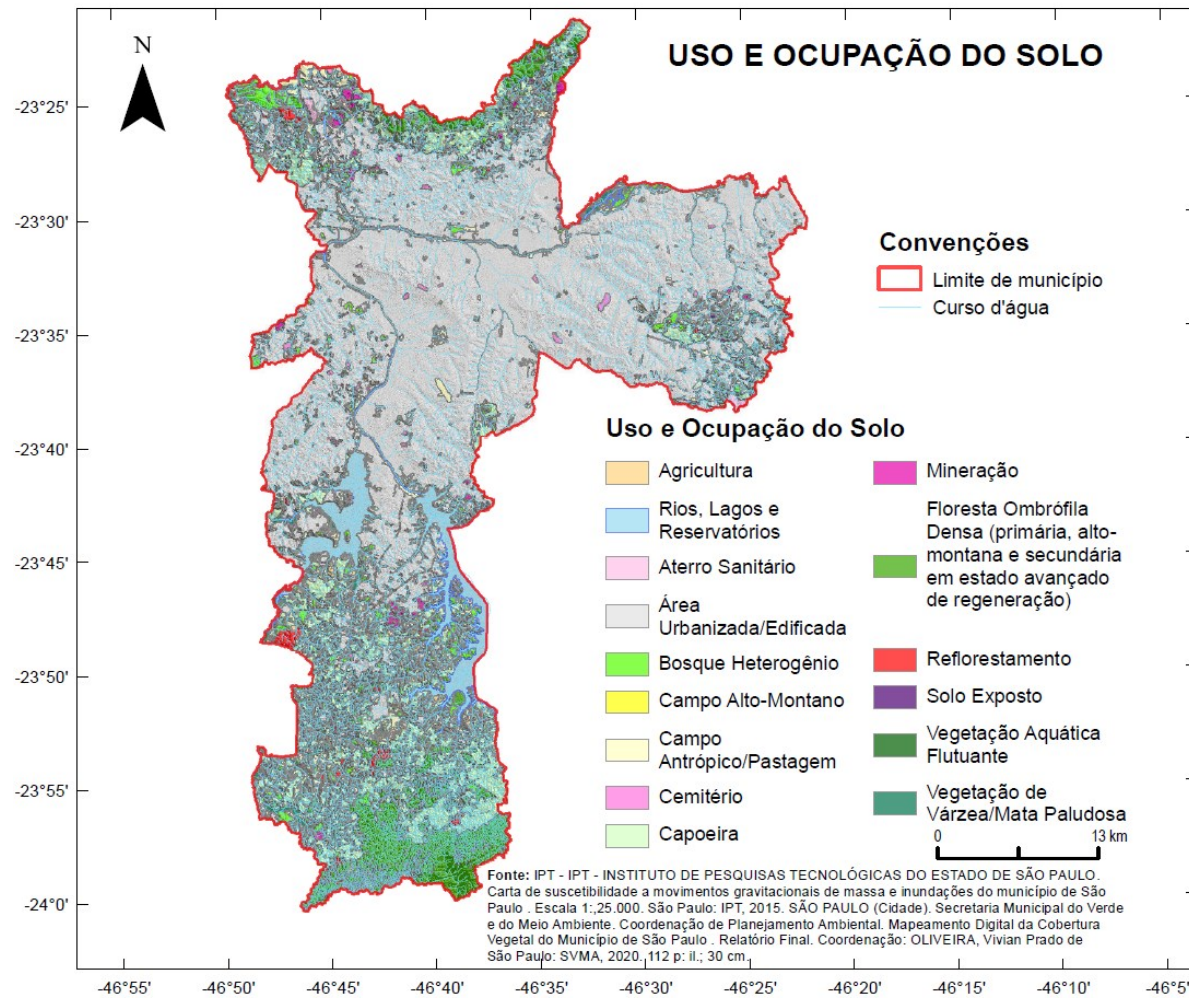
# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



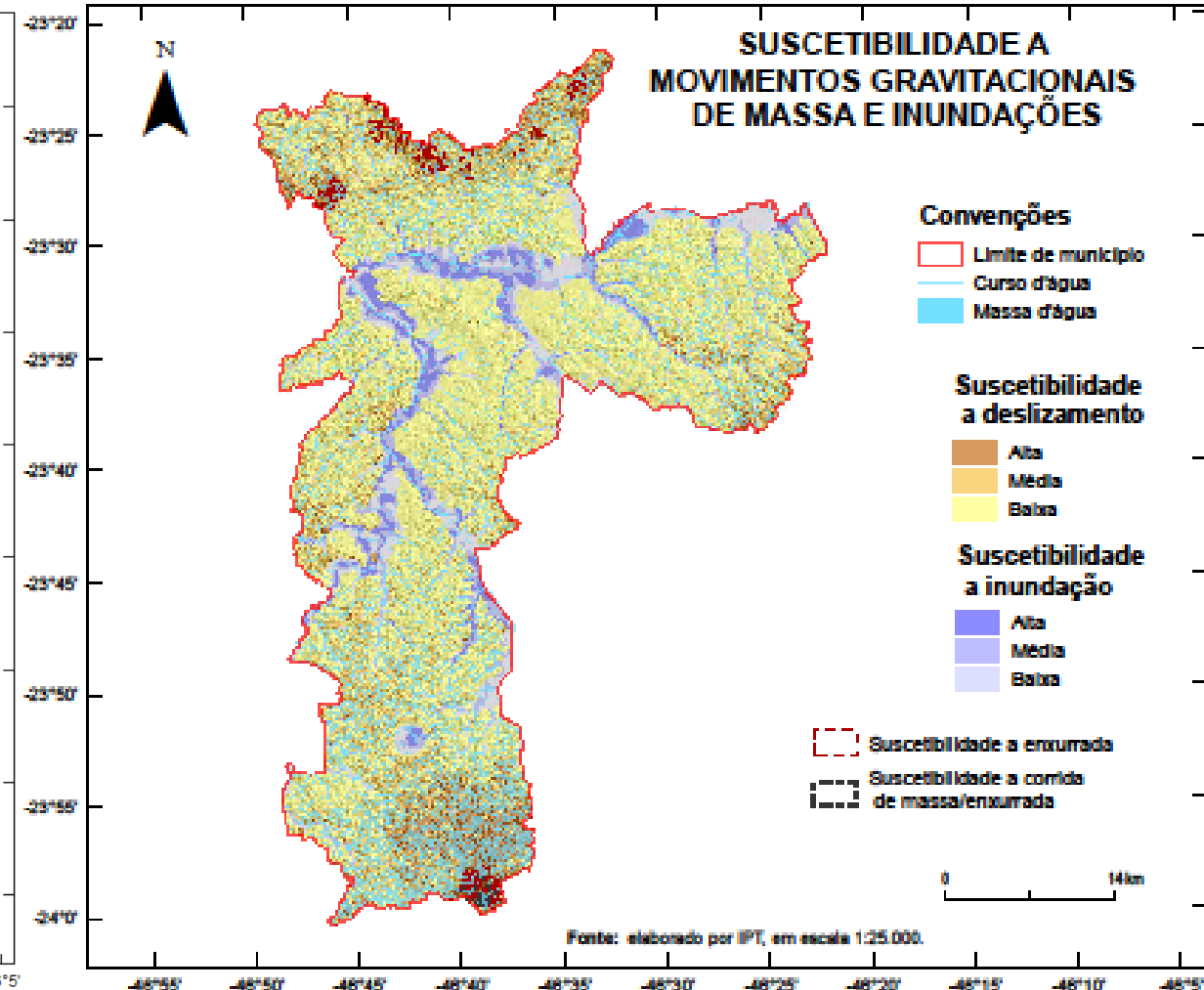
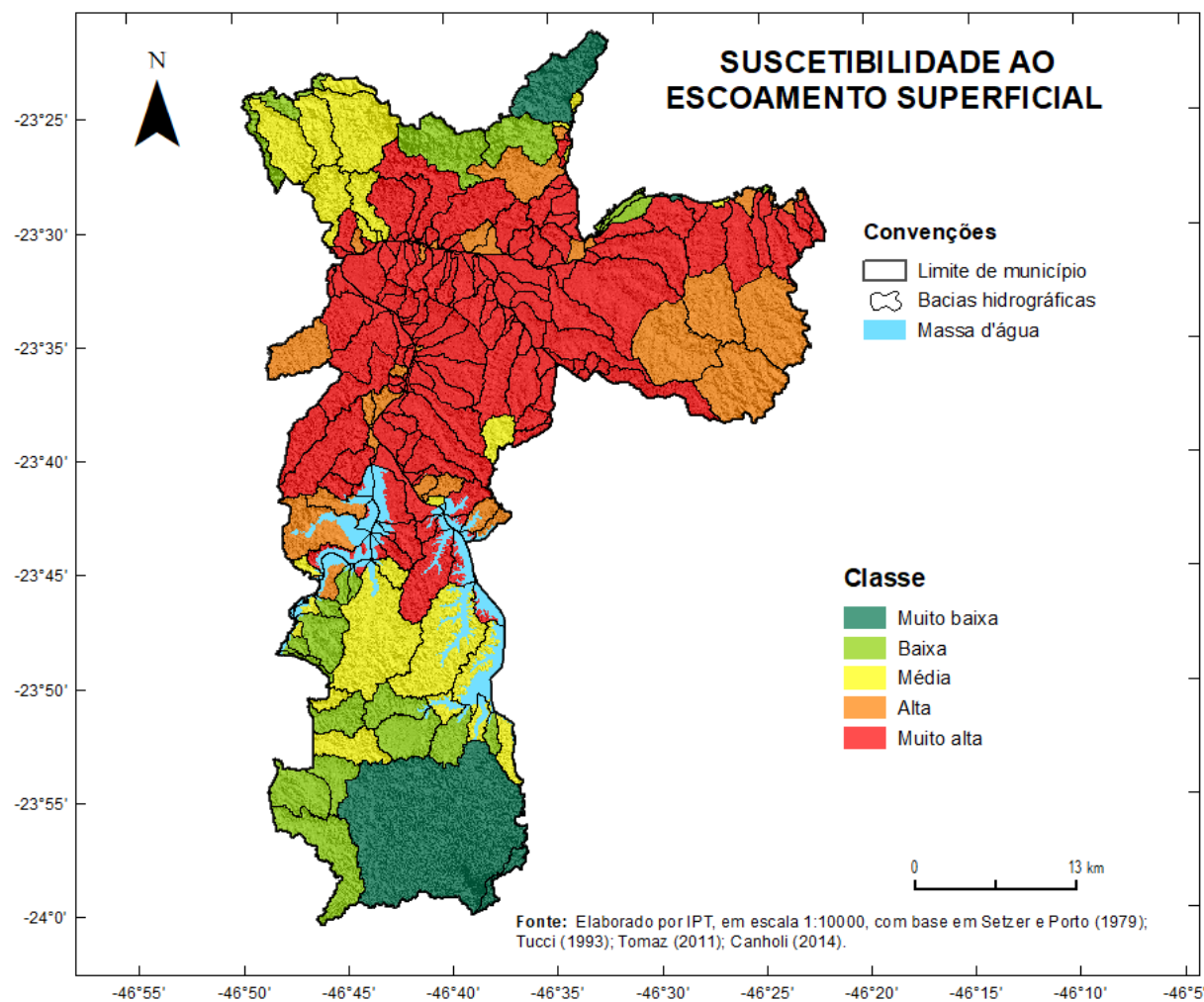
IPT (2022)



# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



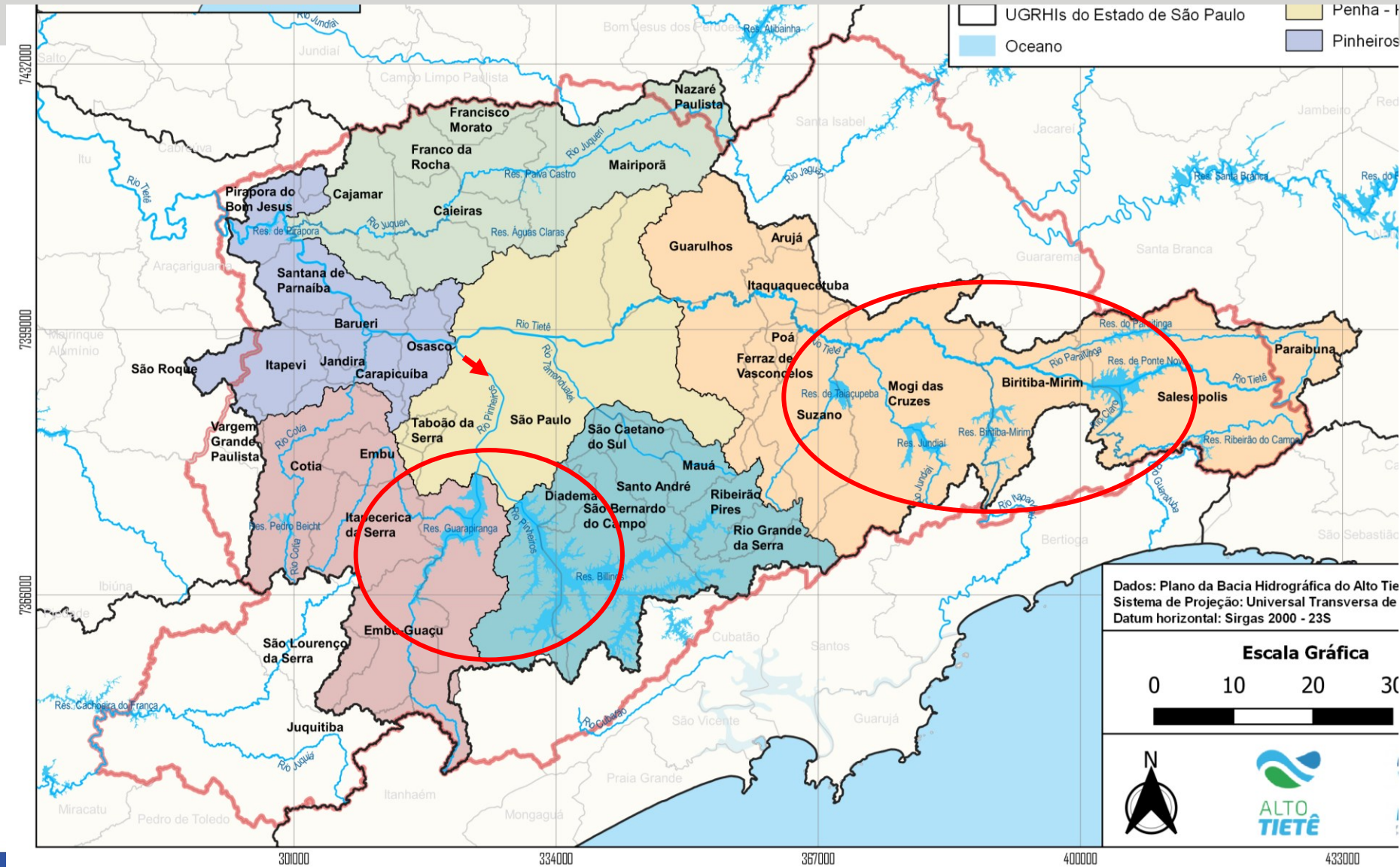
# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



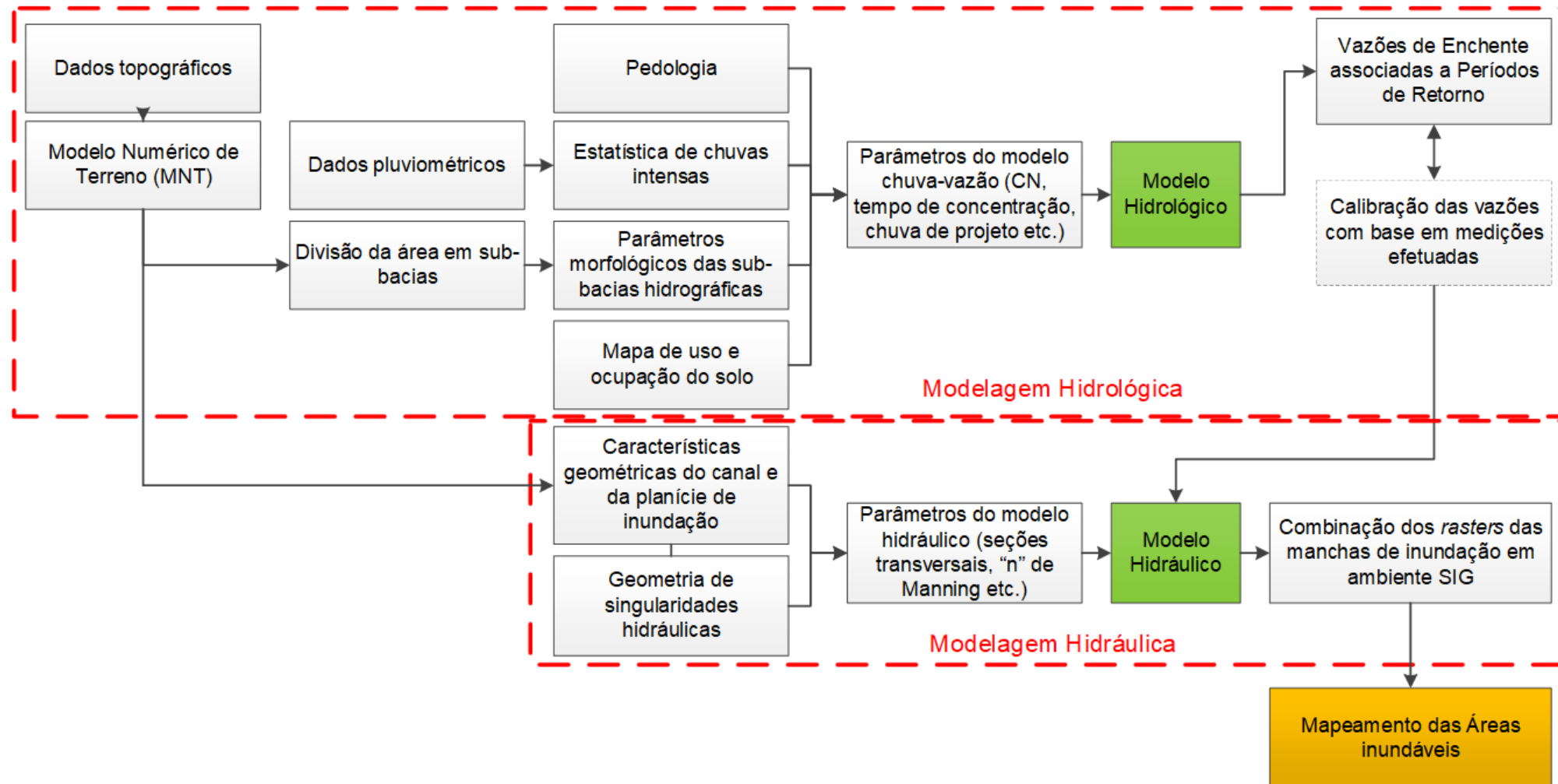
# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?

- O desenho do tecido urbano da RMSP faz com que a eficiência dos sistemas de **drenagem urbana da RMSP** seja dependente da ação conjunta de um sistema complexo de **diversos atores**:
- **Prefeitura de SP**: grande parte das bacias hidrográficas do município de SP contam com estruturas de retenção (“**piscinões**”) que dependem de manutenção e operação adequada (limpeza, desassoreamento, operação de bombas e comportas... **fornecimento de energia elétrica**);
- **EMAE**: Em cenários de chuva intensa, entra em ação a **reversão** do curso do rio Pinheiros, que passa a drenar em sentido das **Represa Billings** para ajudar no escoamento das águas da bacia do Tietê (**versus gerar energia elétrica**);
- **DAEE/Sabesp**: A **montante** da cidade existe um **conjunto de reservatórios**, concebidos nos anos 1990 para **controle de cheias**. Hoje fazem parte do **Sistema Produtor Alto Tietê**, que atende parcela significativa da população metropolitana (5 milhões pessoas).

# QUAIS DESAFIOS TEMOS QUE ENCARAR?



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

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

MANUAL DE PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### DELIMITAÇÃO DE PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO E DE ÁREAS INUNDÁVEIS



Realização

**ipt**  
INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

Apoio

  
**PREFEITURA DE  
CAMPINAS**  
Secretaria do Verde, Meio Ambiente  
e Desenvolvimento Sustentável

### 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

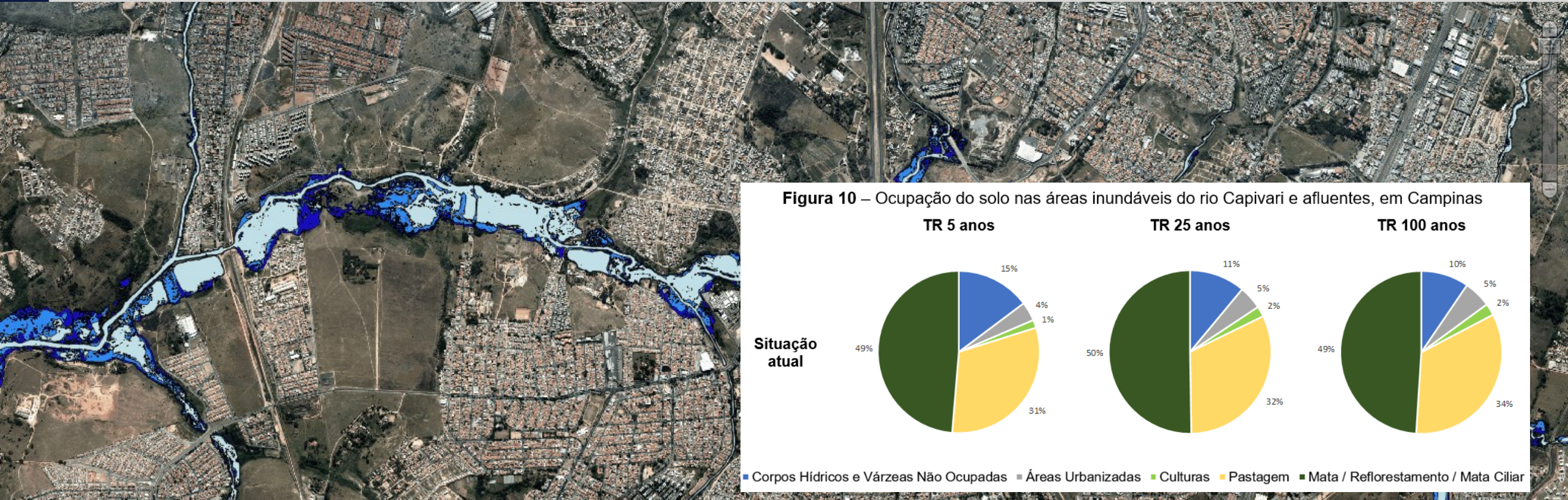
Ebook divulgado tanto no site do IPT como da Prefeitura do município de Campinas, com o objetivo de possibilitar a **replicação da metodologia em outras bacias hidrográficas urbanas**, contendo a descrição detalhada dos cálculos e **passo a passo dos procedimentos nos softwares utilizados** e, principalmente,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







# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



A necessidade de segurança das ocupações urbanas contra inundações mostra o quanto é importante a preservação/manutenção da não-ocupação das **planícies aluviais**.

# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

## Subseção I

### Das Áreas de Proteção e de Preservação Permanente

Art. 41. As várzeas/planícies de inundação, definidas como Áreas de Proteção Permanente pela [Lei Orgânica Municipal](#), não deverão sofrer intervenções de impermeabilização, aterro ou edificação. ([Resolução nº 03, de 31/03/2023-SVDS](#))

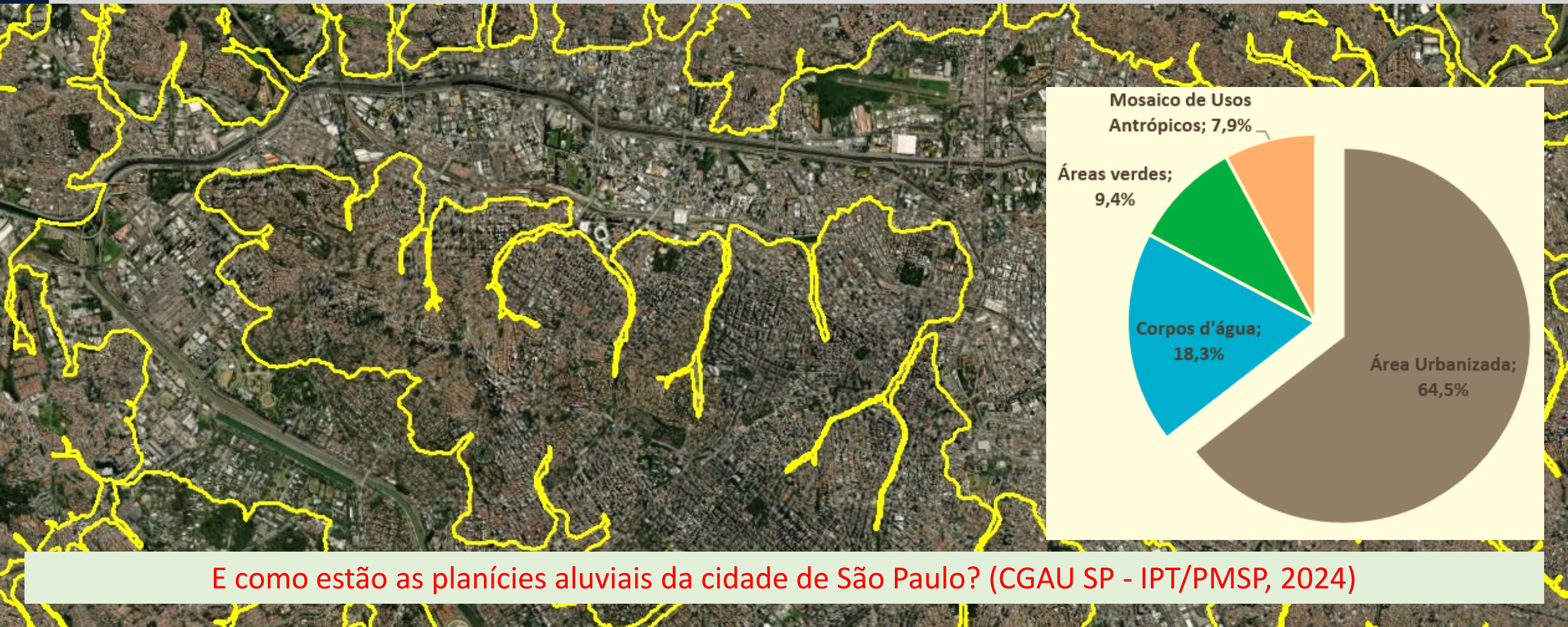
§ 1º Fica admitida apenas a utilização das áreas previstas no caput deste artigo como áreas verdes, bacias de retenção, parques lineares, áreas de lazer e intervenções de interesse público, desde que sejam minimizadas as interferências no regime hídrico e na cota altimétrica.

LEI COMPLEMENTAR Nº 189, DE 08 DE JANEIRO DE 2018

**Bom exemplo (a ser copiado): Lei Orgânica da Cidade de Campinas**



# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



E como estão as planícies aluviais da cidade de São Paulo? (CGAU SP - IPT/PMSP, 2024)



# 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



[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)



INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

