



OBRAS HIDRÁULICAS DE DRENAGEM E LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM INFRAESTRUTURA URBANA

Aula 1B - Panorama das Obras de Controle de Inundações
Dr. Filipe Falcetta

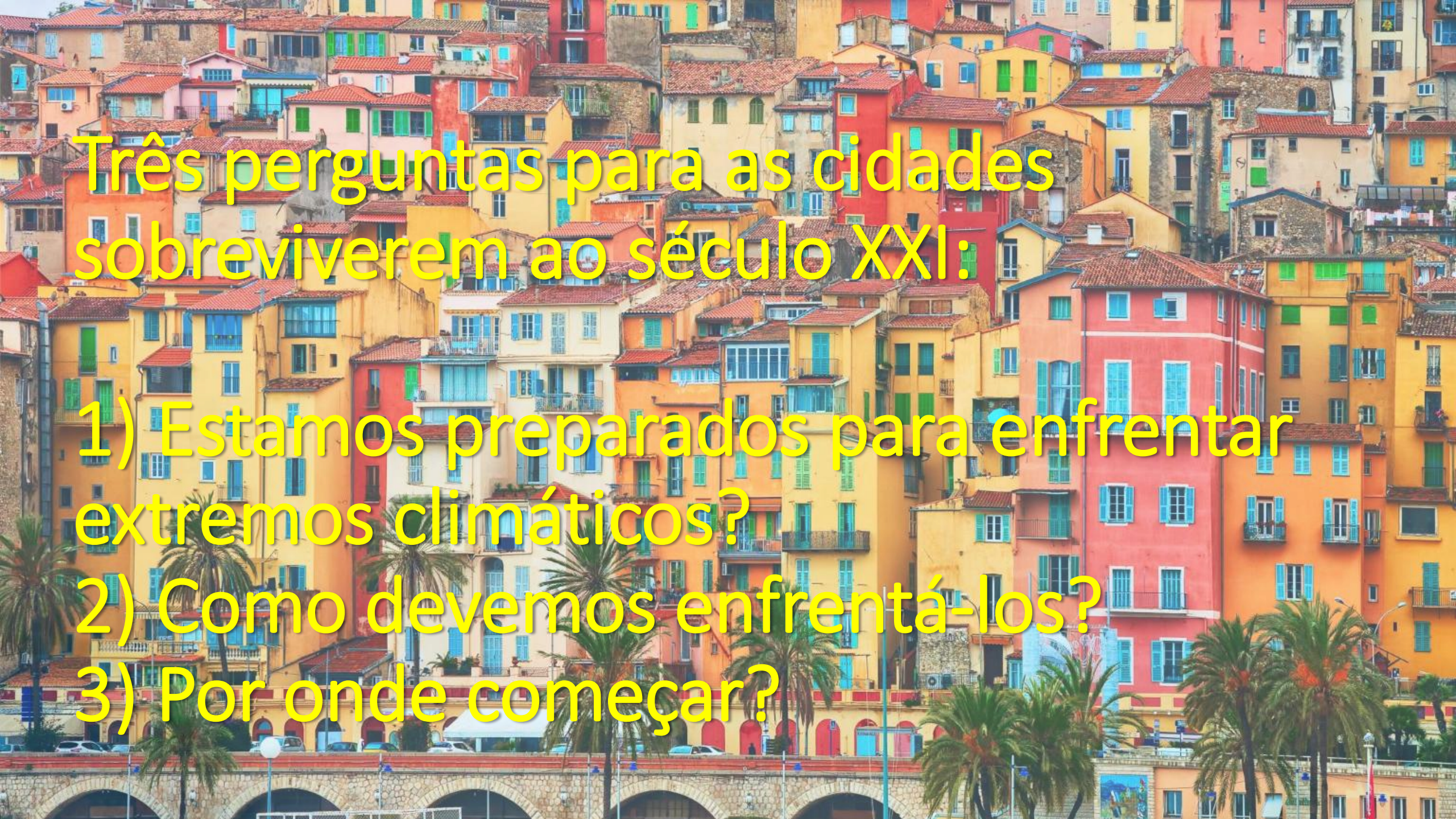
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO - DER



Estamos preparados para
enfrentar extremos climáticos?



Desafio: Como
parar de
responder 'não'
a esta pergunta?



Três perguntas para as cidades sobreviverem ao século XXI:

1) Estamos preparados para enfrentar extremos climáticos?

2) Como devemos enfrentá-los?

3) Por onde começar?

Extremos Climáticos e Cidades Resilientes

Quais desafios temos que encarar?

Quais desafios temos que encarar?

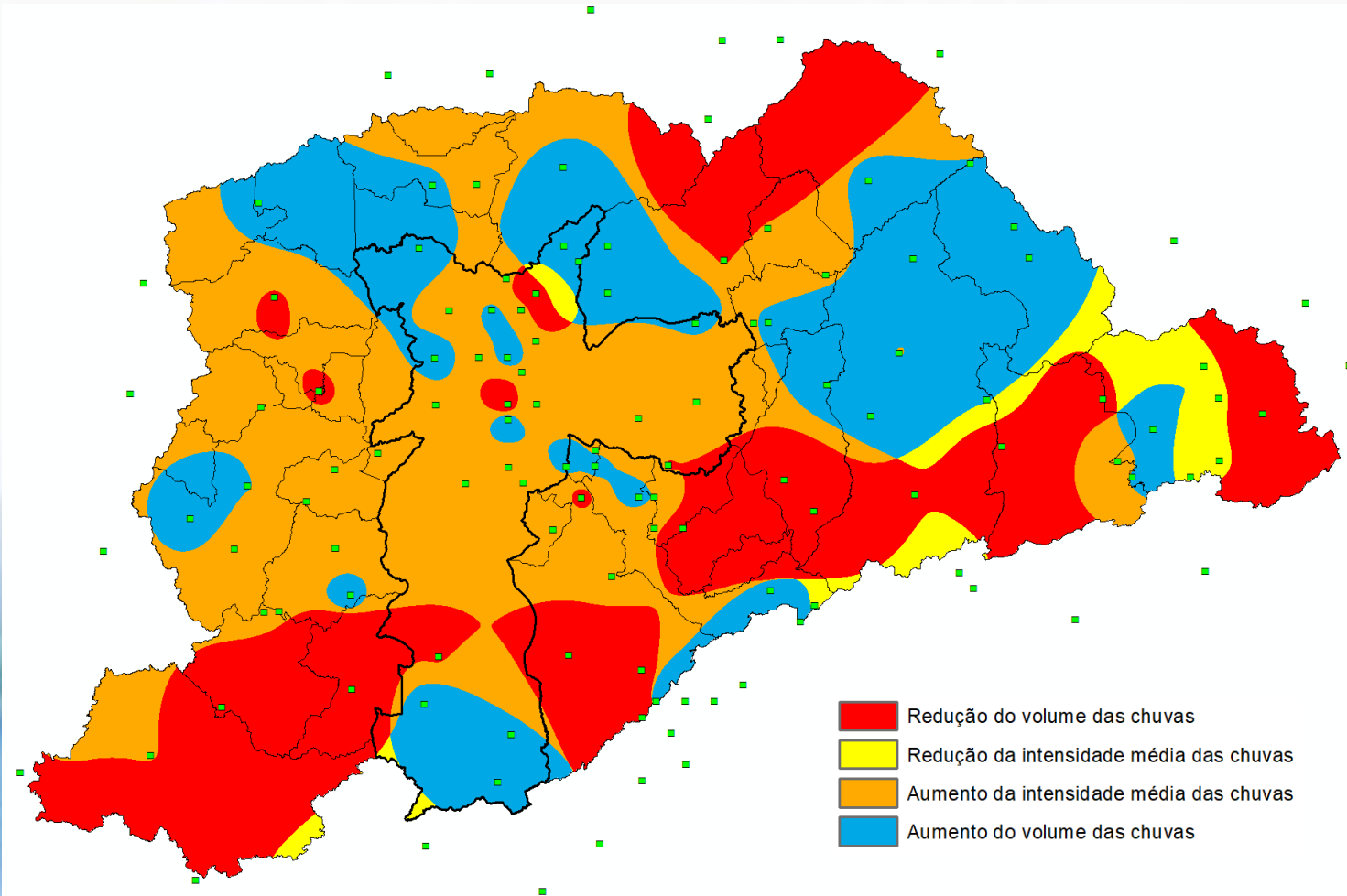


Na RMSP, extremos climáticos causam, em um mesmo ano hidrológico, inundações e estiagem, causando transtornos urbanos e ameaçando a segurança hídrica da maior metrópole do hemisfério sul.

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



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?

- **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.

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



Quais desafios temos que encarar?

Entre 26 e 30/01/2022, choveu praticamente a chuva esperada (ou até mais!) para o mês de janeiro na porção norte da RMSP

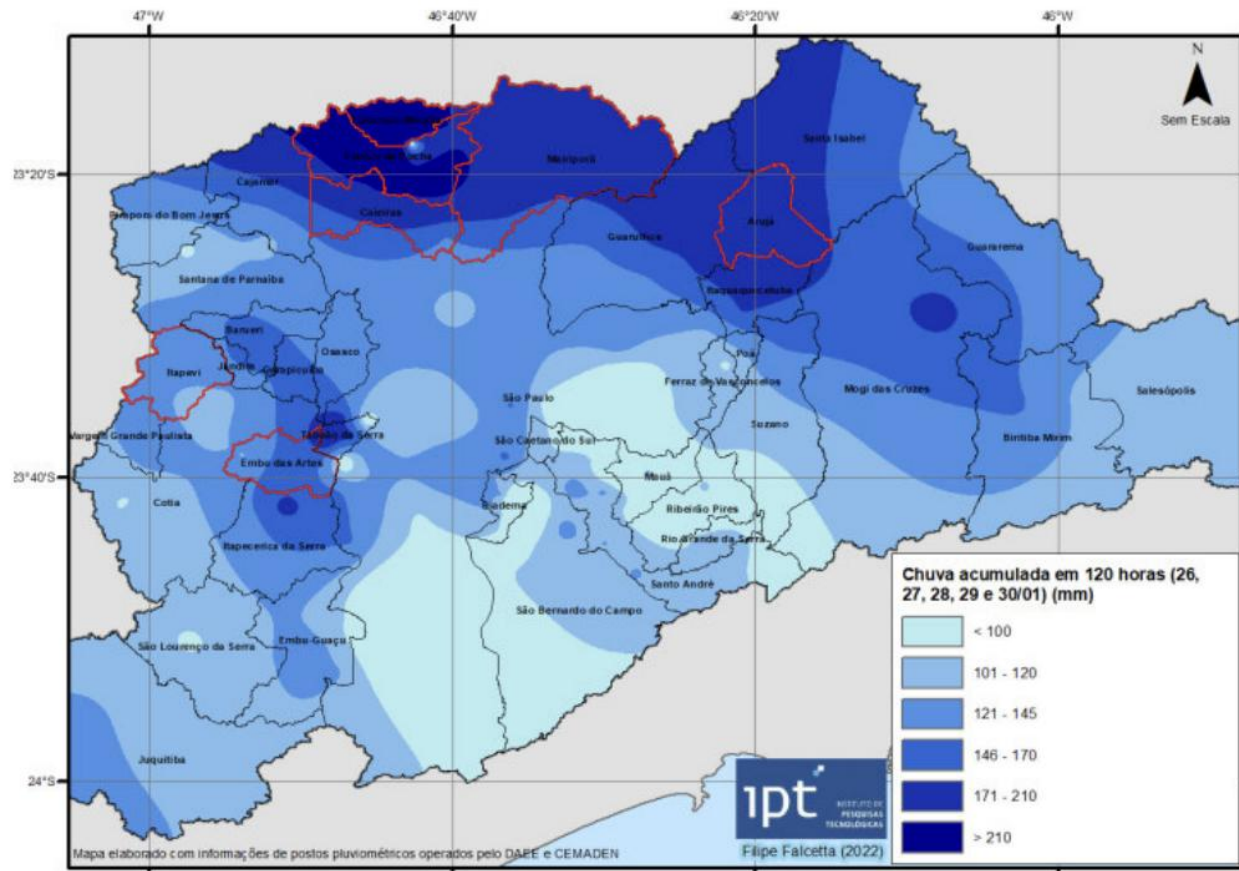


Figura 15 – Acumulados de chuva absolutos em 120 horas.

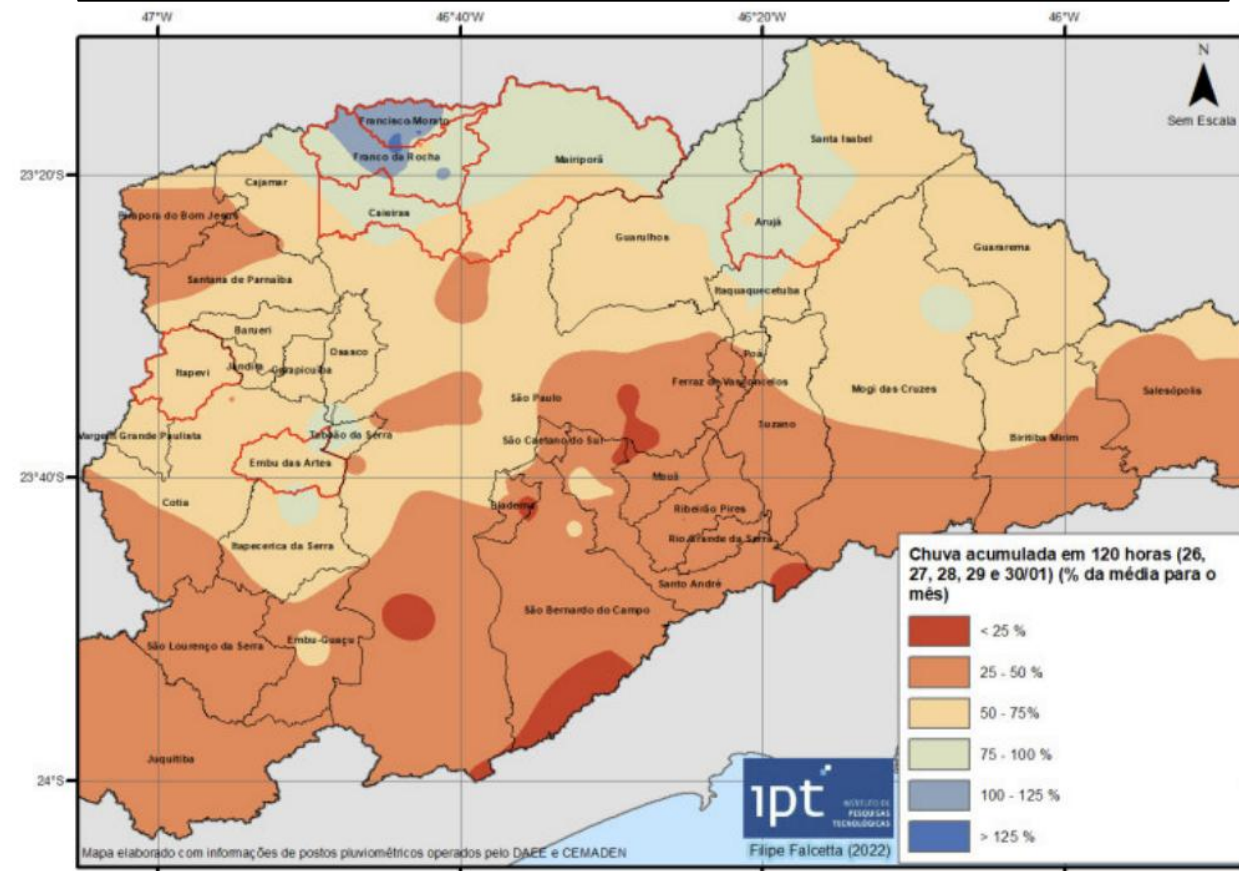


Figura 16 – Acumulados de chuva em 120 horas, relativos à média mensal.

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.



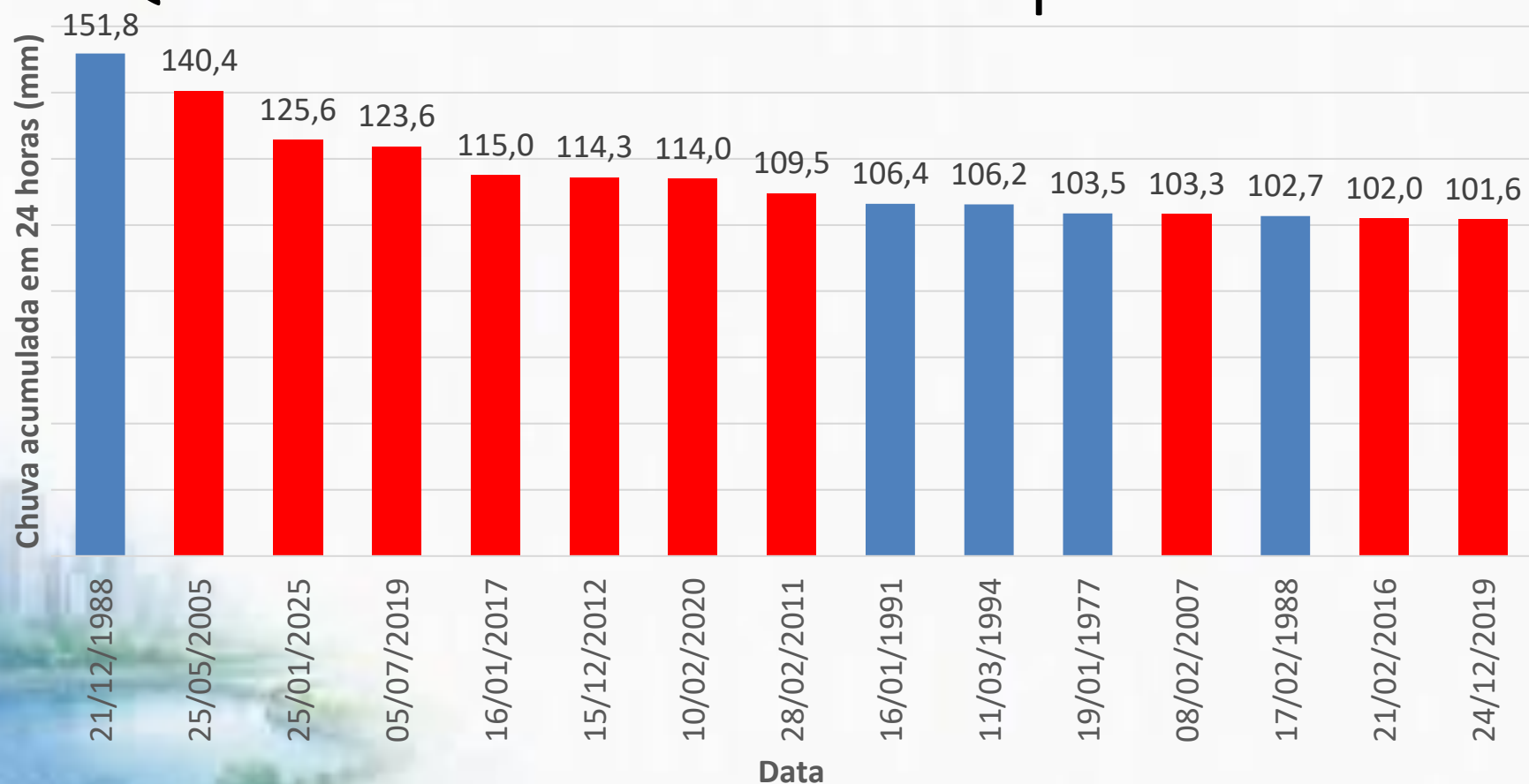
Quais desafios temos que encarar?

PLANEJAR NOSSAS CIDADES NA ERA DOS EXTREMOS SIGNIFICA SABER 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!**



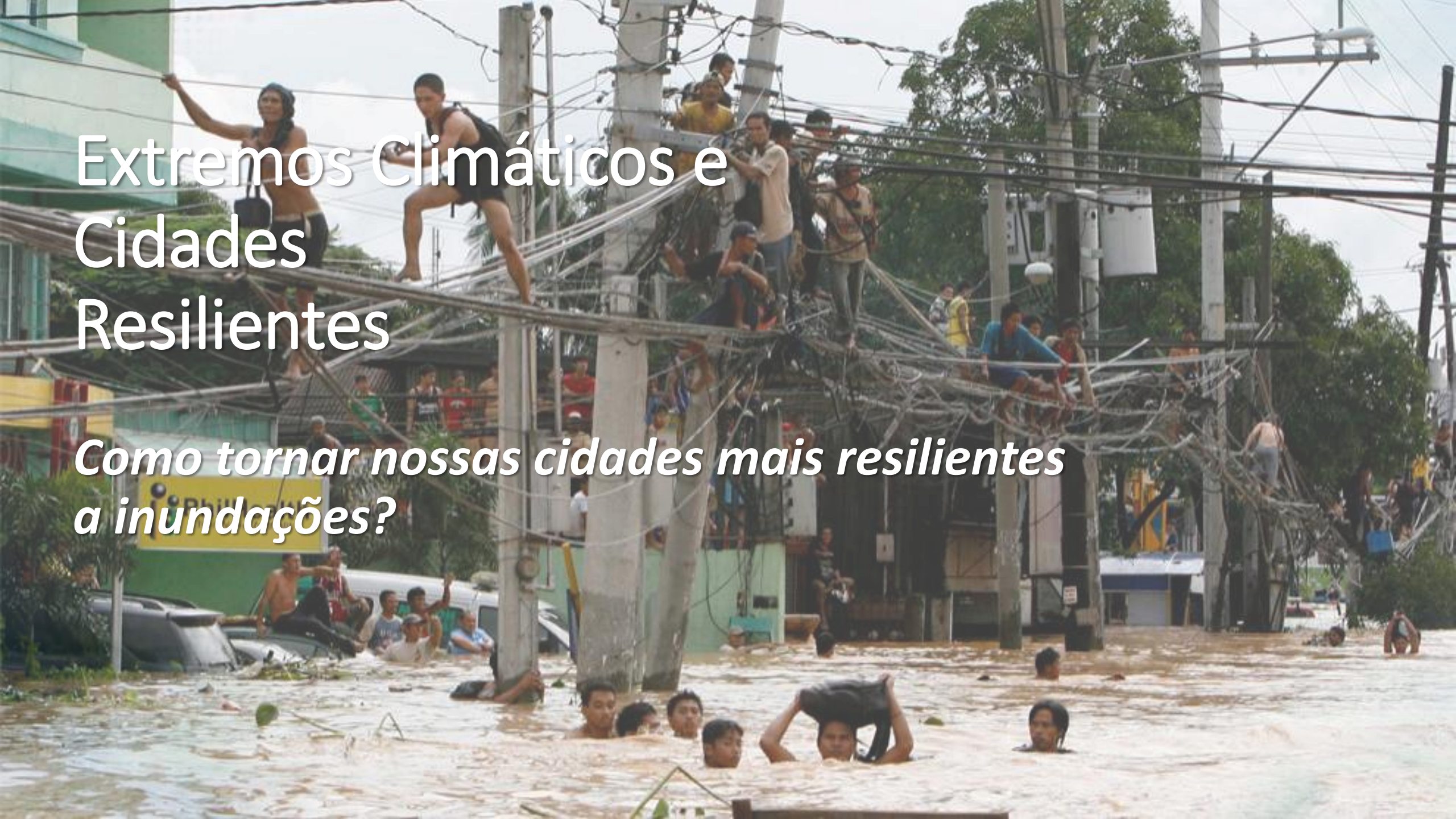
Quais desafios temos que encarar?



15 eventos com acumulados superiores a 100 mm em 24 horas no Mirante de Santana (SP) desde 1961.

Dos 15 eventos, 10 aconteceram nos últimos 20 anos.

2 deles, inclusive o segundo maior acumulado, fora da “estação chuvosa”.



Extremos Climáticos e Cidades Resilientes

*Como tornar nossas cidades mais resilientes
a inundações?*



Como tornar
nossas cidades
mais resilientes a
inundações?

*É preciso conversar sobre drenagem
urbana.*

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



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**.

Até quando seguiremos retificando e tamponando rios?

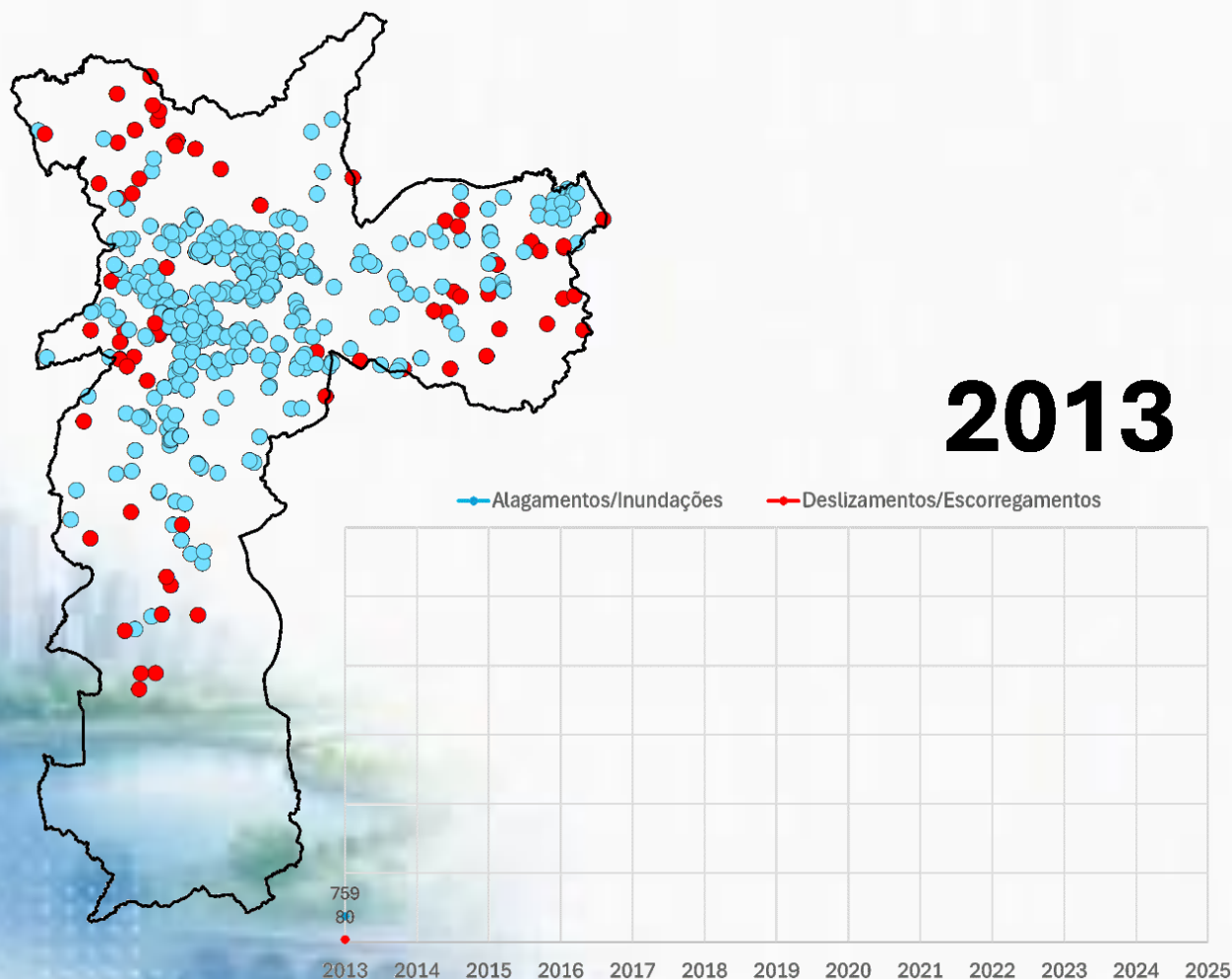
A drenagem urbana requer soluções e políticas inovadoras.

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.



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



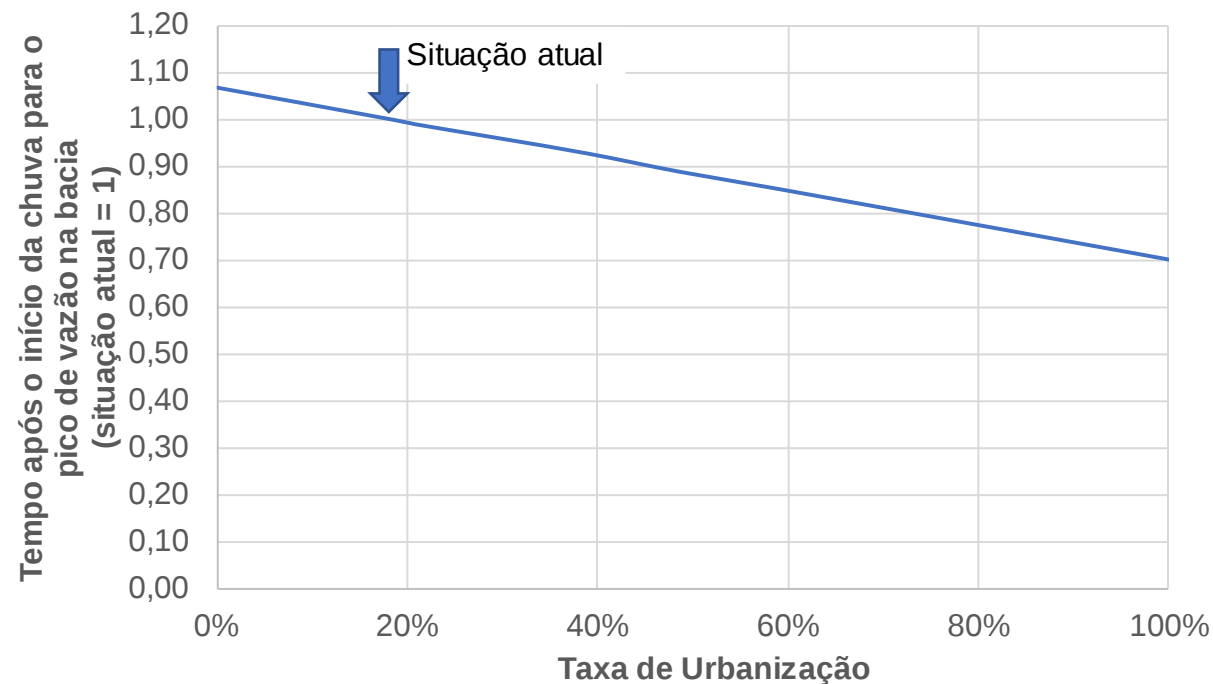
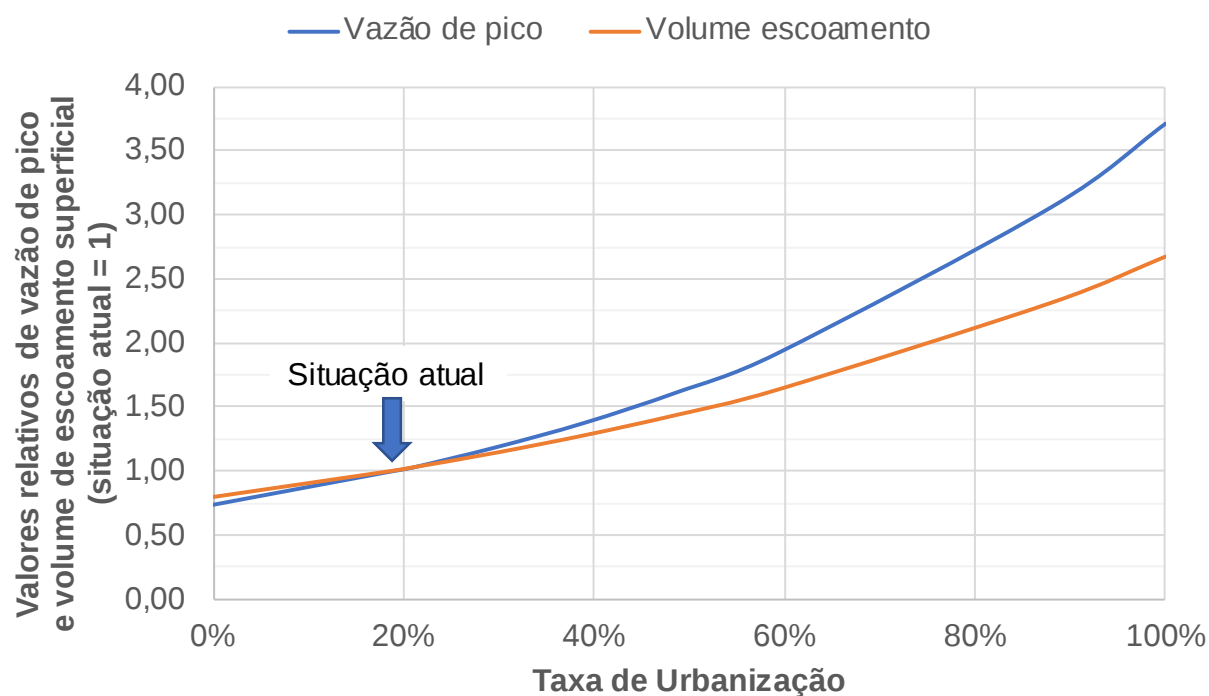
Por que é tão difícil fazer nossas cidades resilientes a inundações?

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

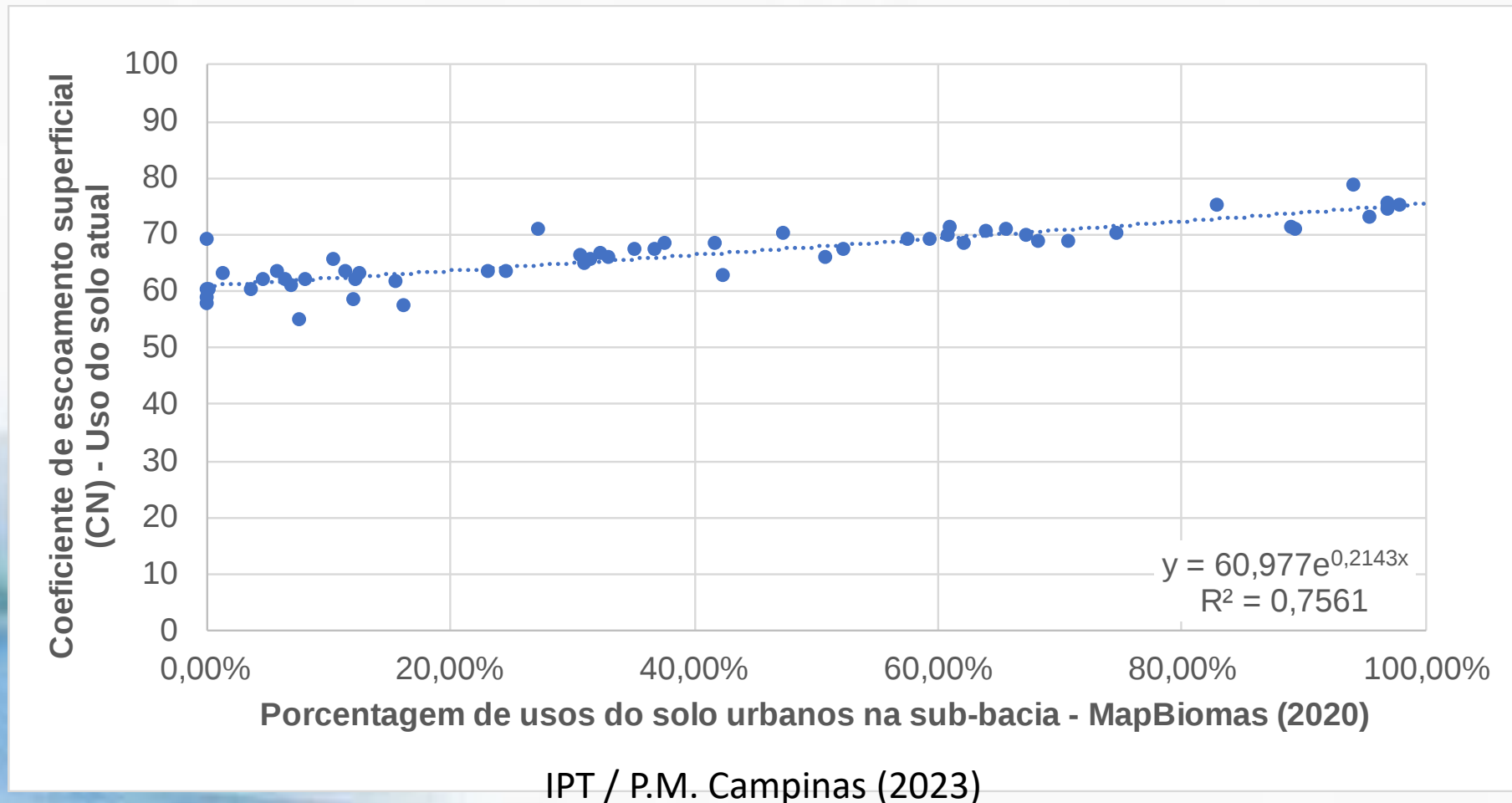
Deficiências de drenagem crônicas

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

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



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



Necessidade urgente de romper o **binômio urbanização-impermeabilização**.

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

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

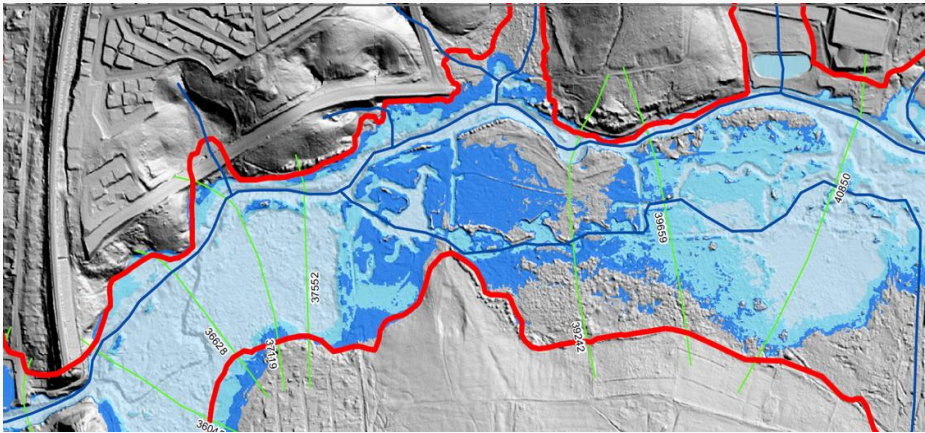
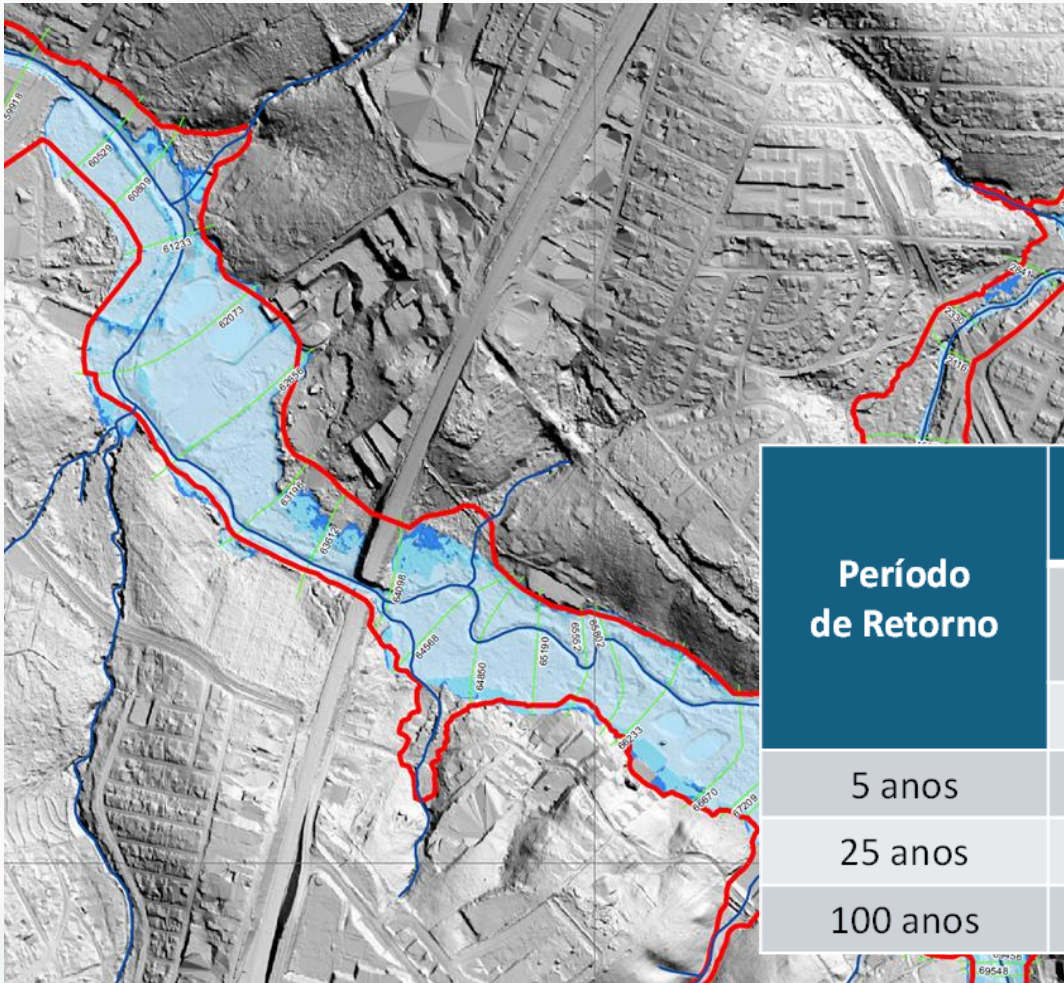
MANUAL DE PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

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



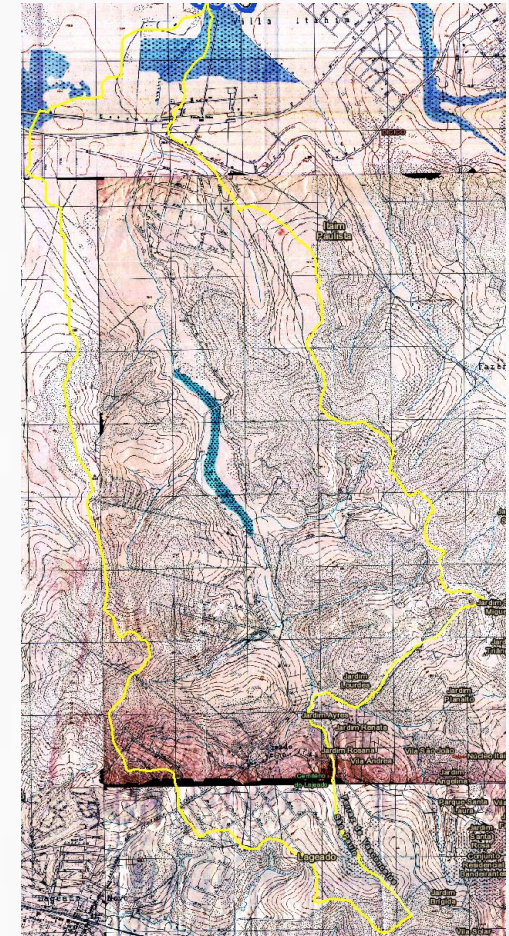
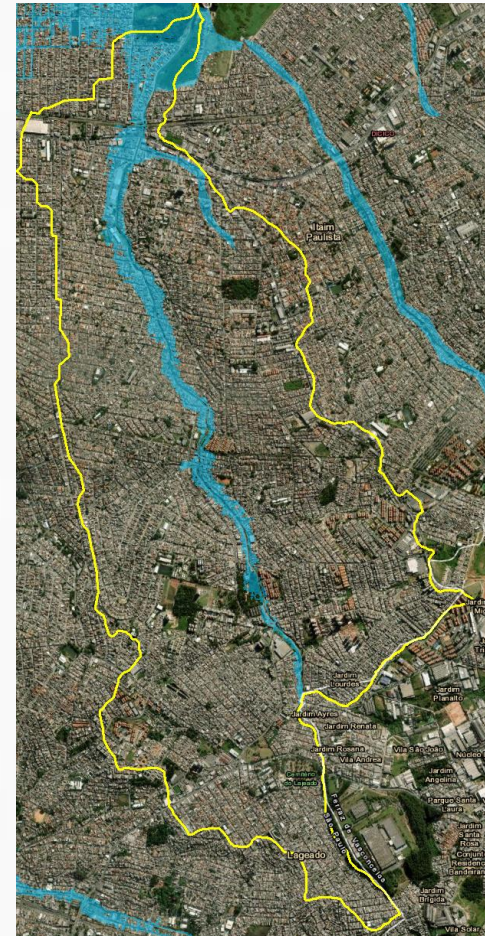
Período de Retorno	Extensão das áreas inundáveis (km²)		Variação atual - futuro
	Ocupação do solo atual	Ocupação do solo futura	
	63,96% urb	69,55% urb	8,75%
5 anos	4,41	4,78	8,33%
25 anos	6,06	6,35	4,68%
100 anos	7,17	7,42	3,55%

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

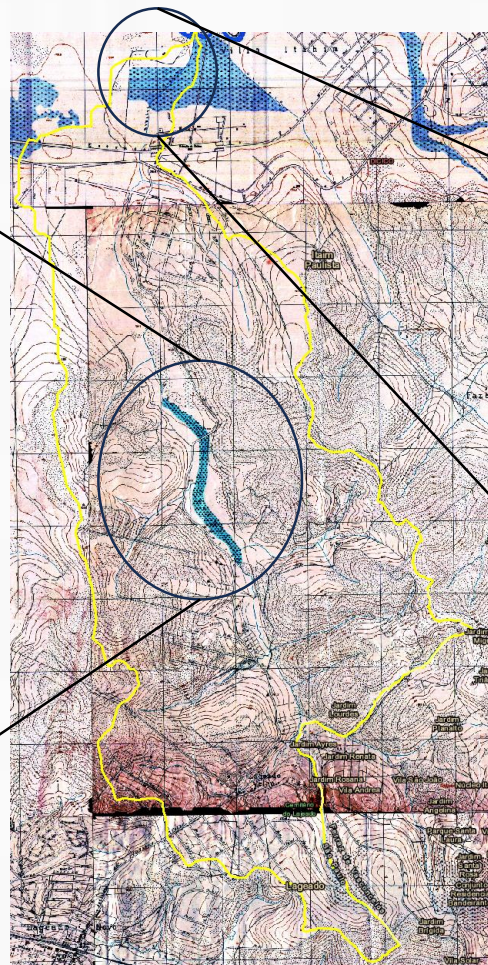
Ribeirão Lajeado (Itaim Paulista – ZL)

Principal Causa: Ocupação densa nas margens do curso d'água, que corre à céu aberto entre as casas.

Mapa de São Paulo de 1930: indica áreas inundáveis (lagoas, brejos...) em uma área ainda não ocupada.

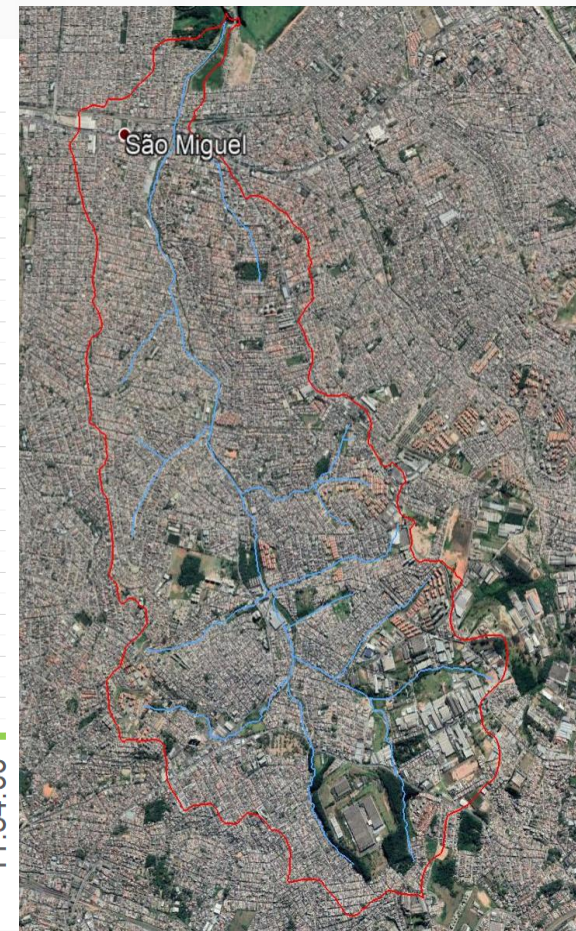
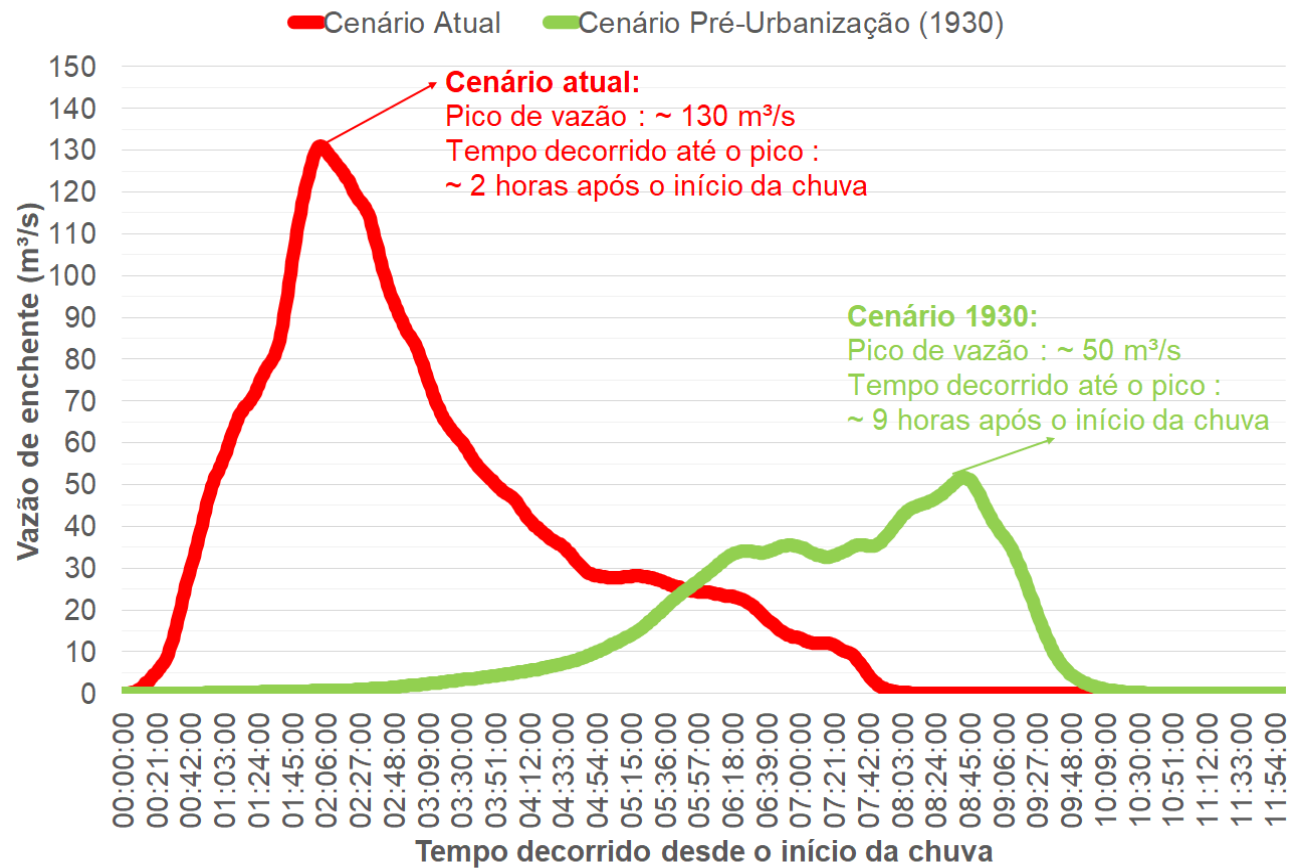
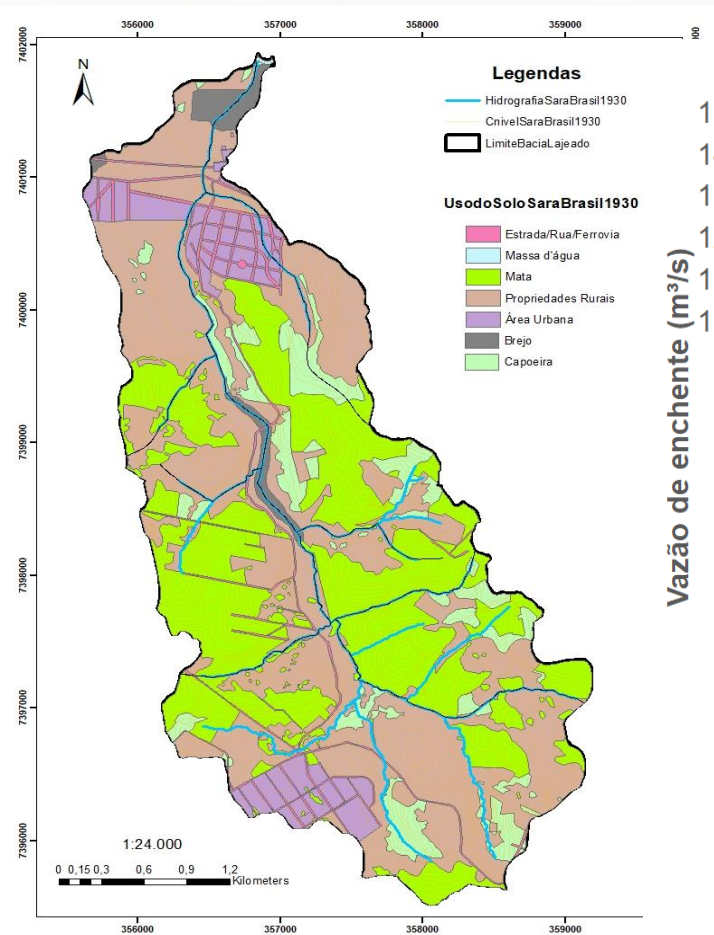


Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



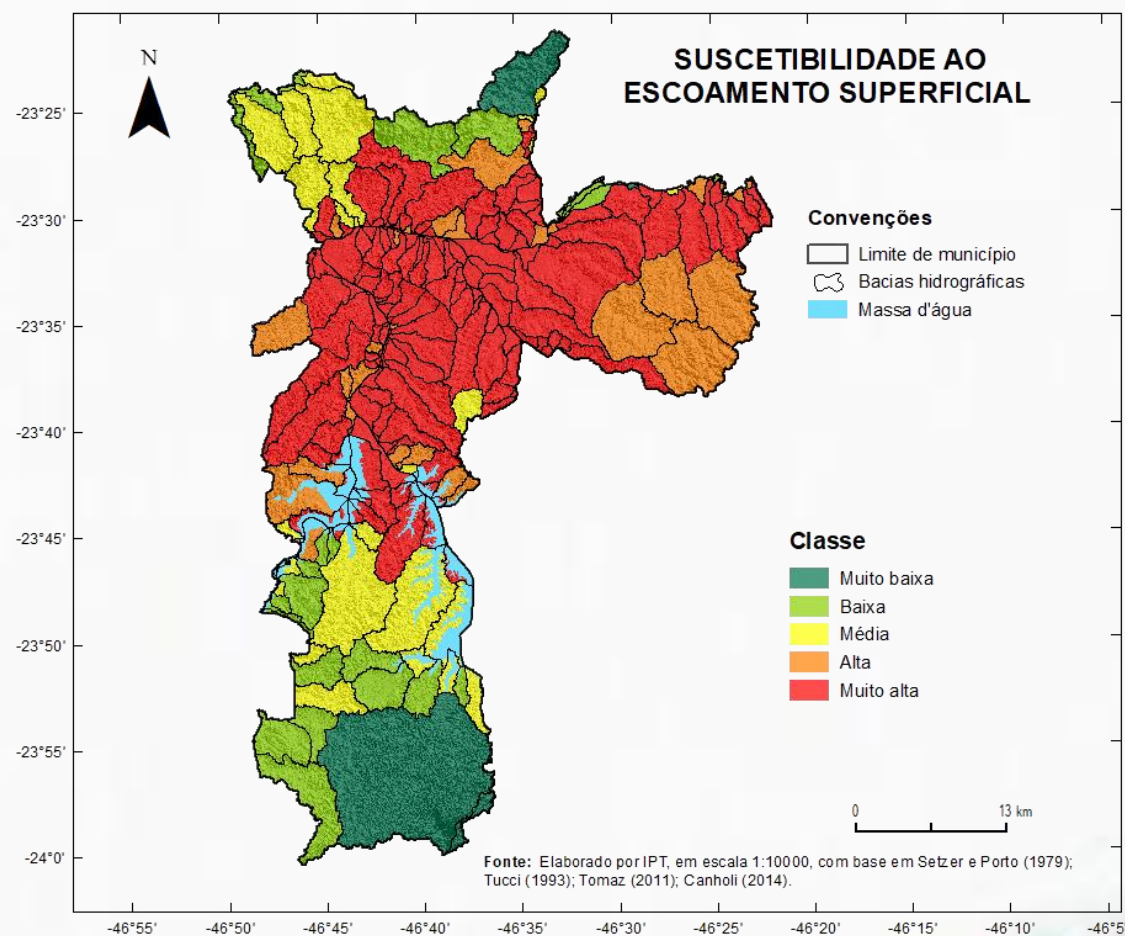
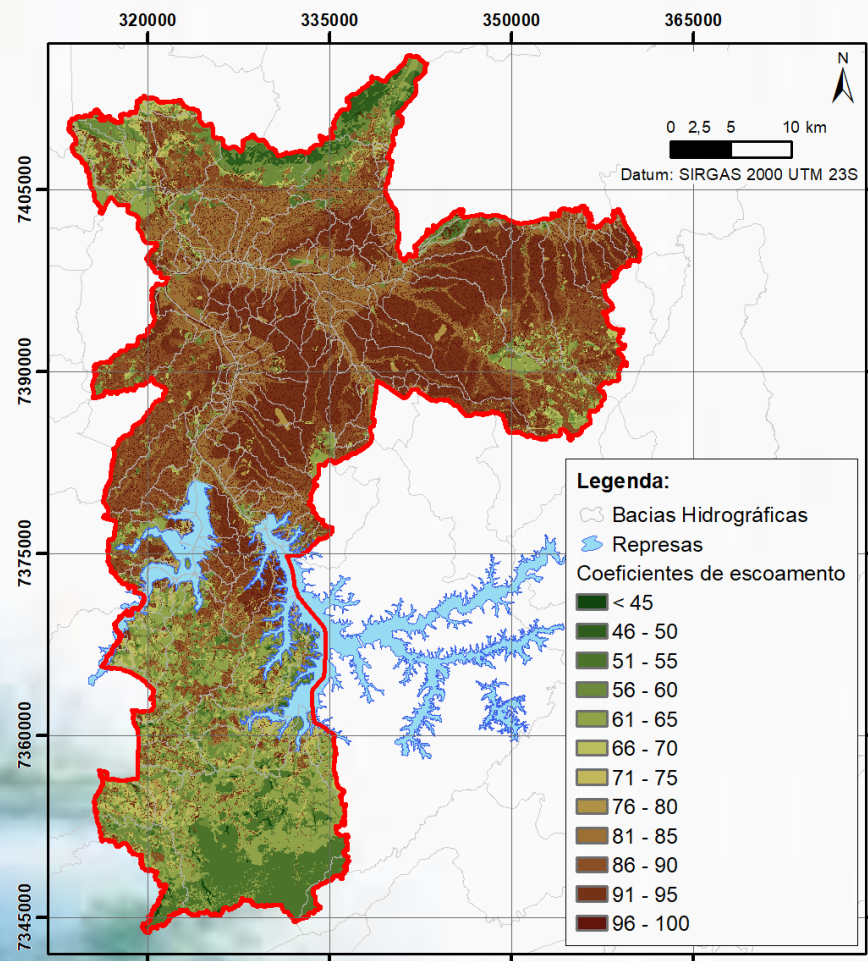
Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Lajeado – Itaim Paulista (São Paulo – SP)

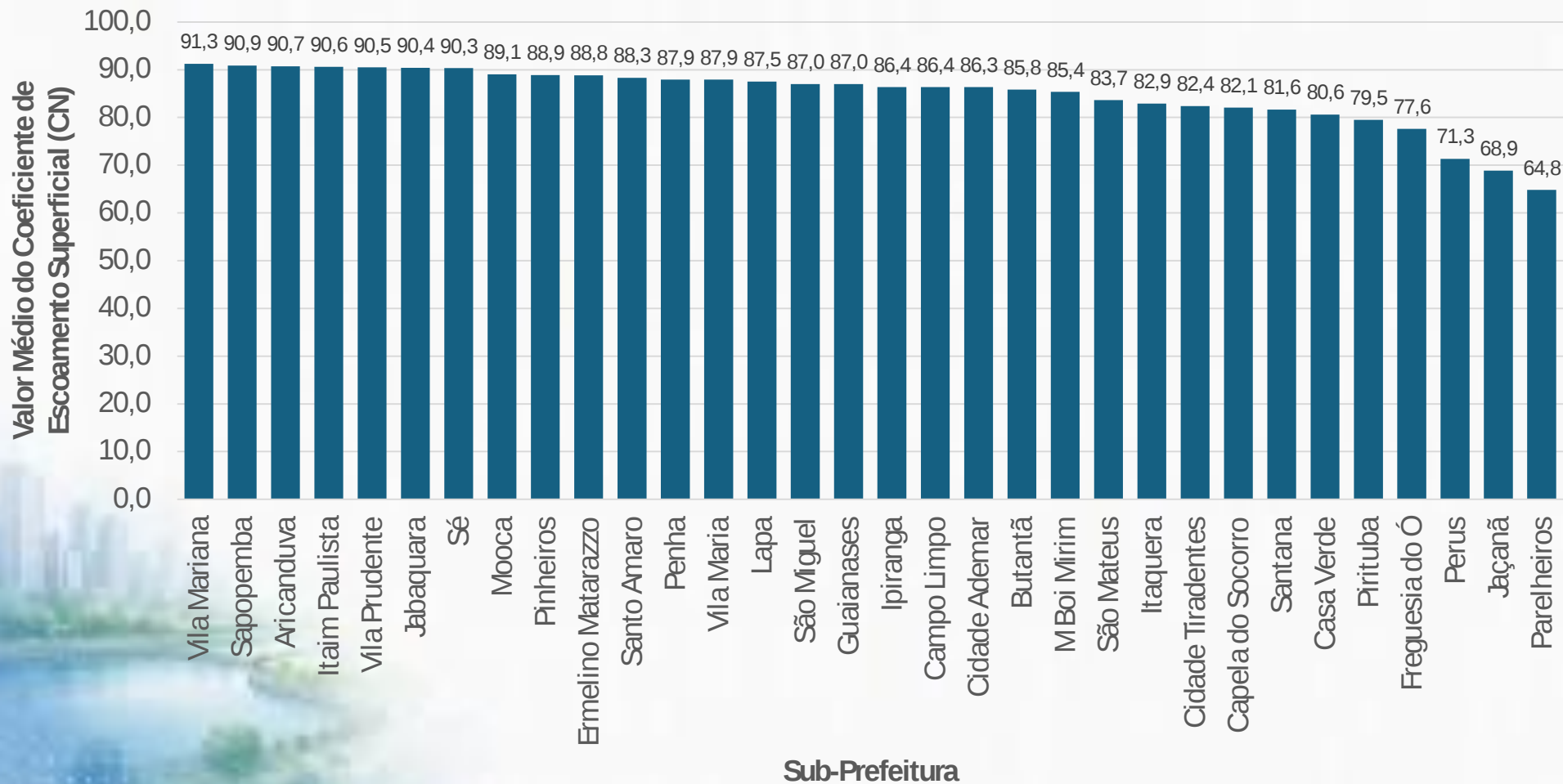


IPT (2022)

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



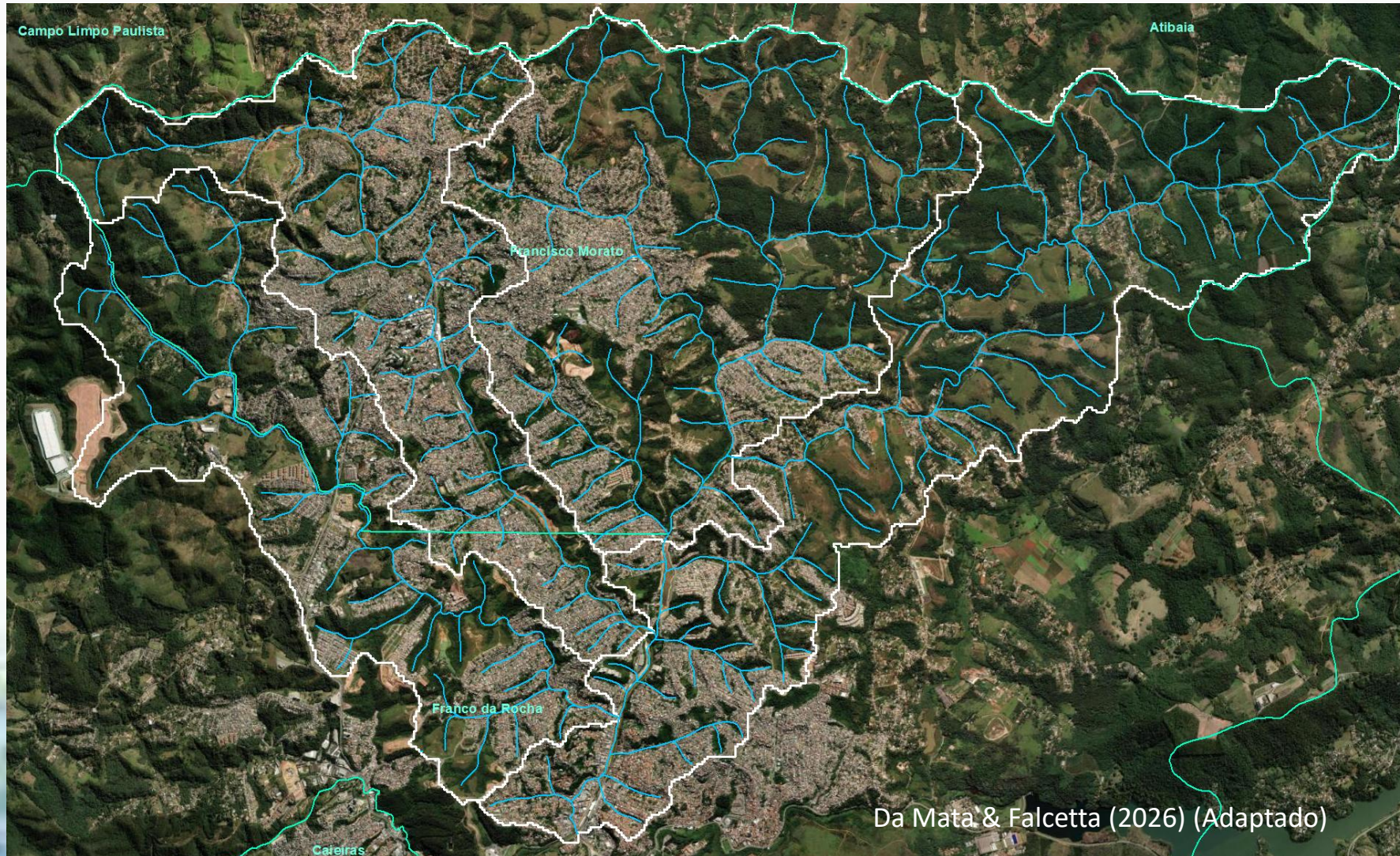
Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?



- Das **32 subprefeituras** da cidade de São Paulo, 27 apresentam coeficiente de escoamento superior a 80.
- Dessas, em 7 delas o valor é superior a 90: Vila Mariana, Sapopemba, Aricanduva, Itaim Paulista, Vila Prudente, Jabaquara e Sé.
- Isso quer dizer que nestas subprefeituras, no mínimo 8 (até 9) gotas de chuva em cada 10 escoam superficialmente, potencializando o efeito das chuvas nas inundações urbanas.

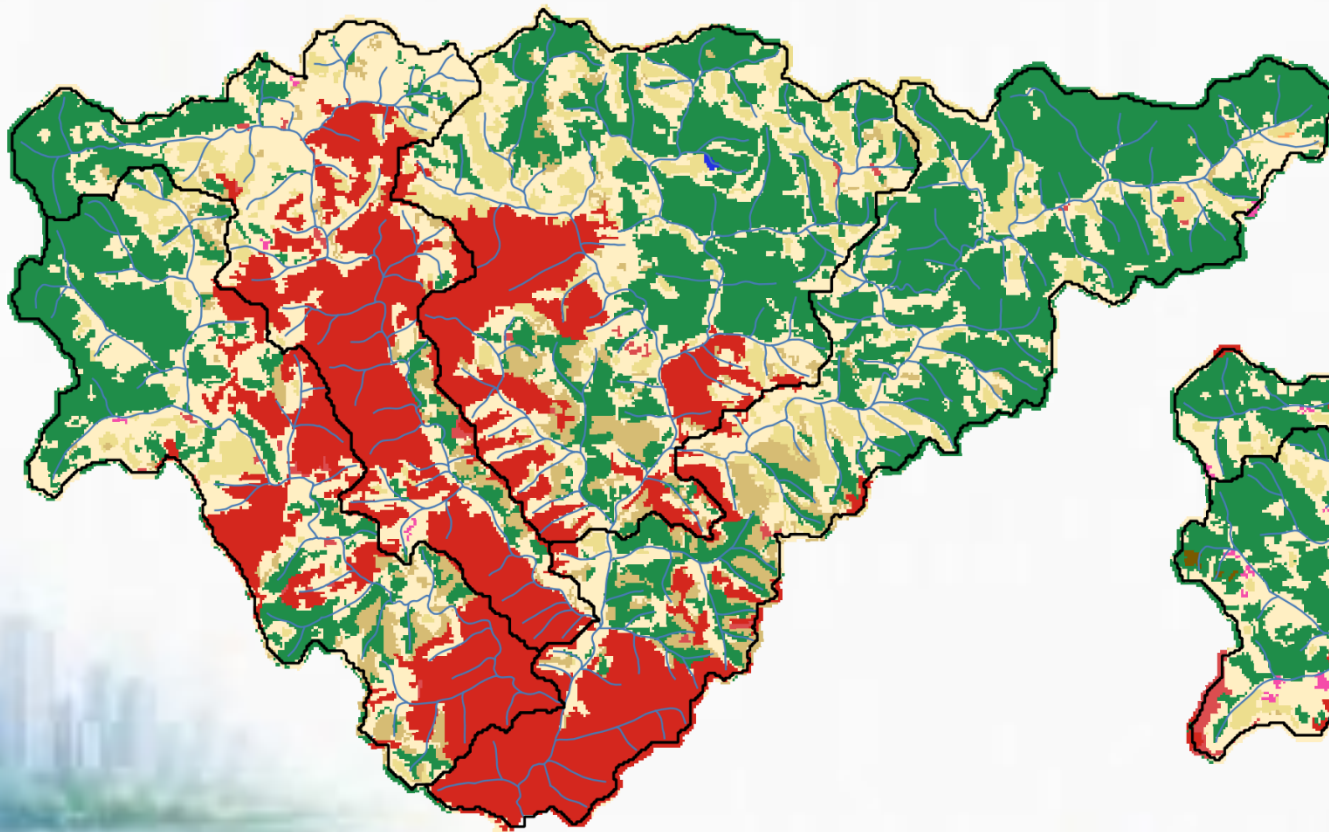
Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP

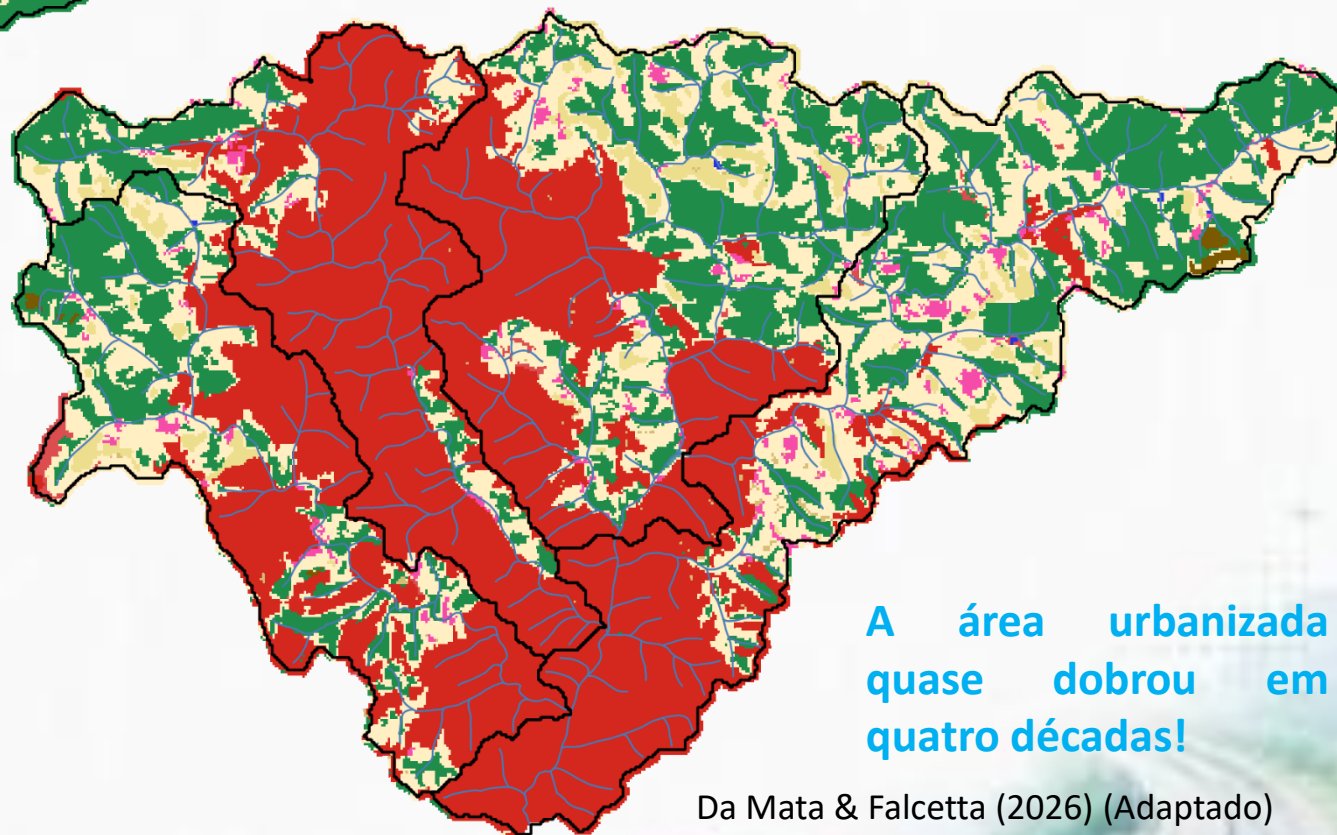


Ocupação do solo em 1985 (Mapbiomas)

Áreas vegetadas:	37,17 km ² (46,4%)
Áreas não vegetadas:	42,92 km ² (53,6%)
Área urbanizada:	18,82 km ² (23,4%)

Ocupação do solo em 2024 (Mapbiomas)

Áreas vegetadas:	23,59 km ² (29,5%)
Áreas não vegetadas:	56,50 km ² (70,5%)
Área urbanizada:	35,62 km ² (44,5%)

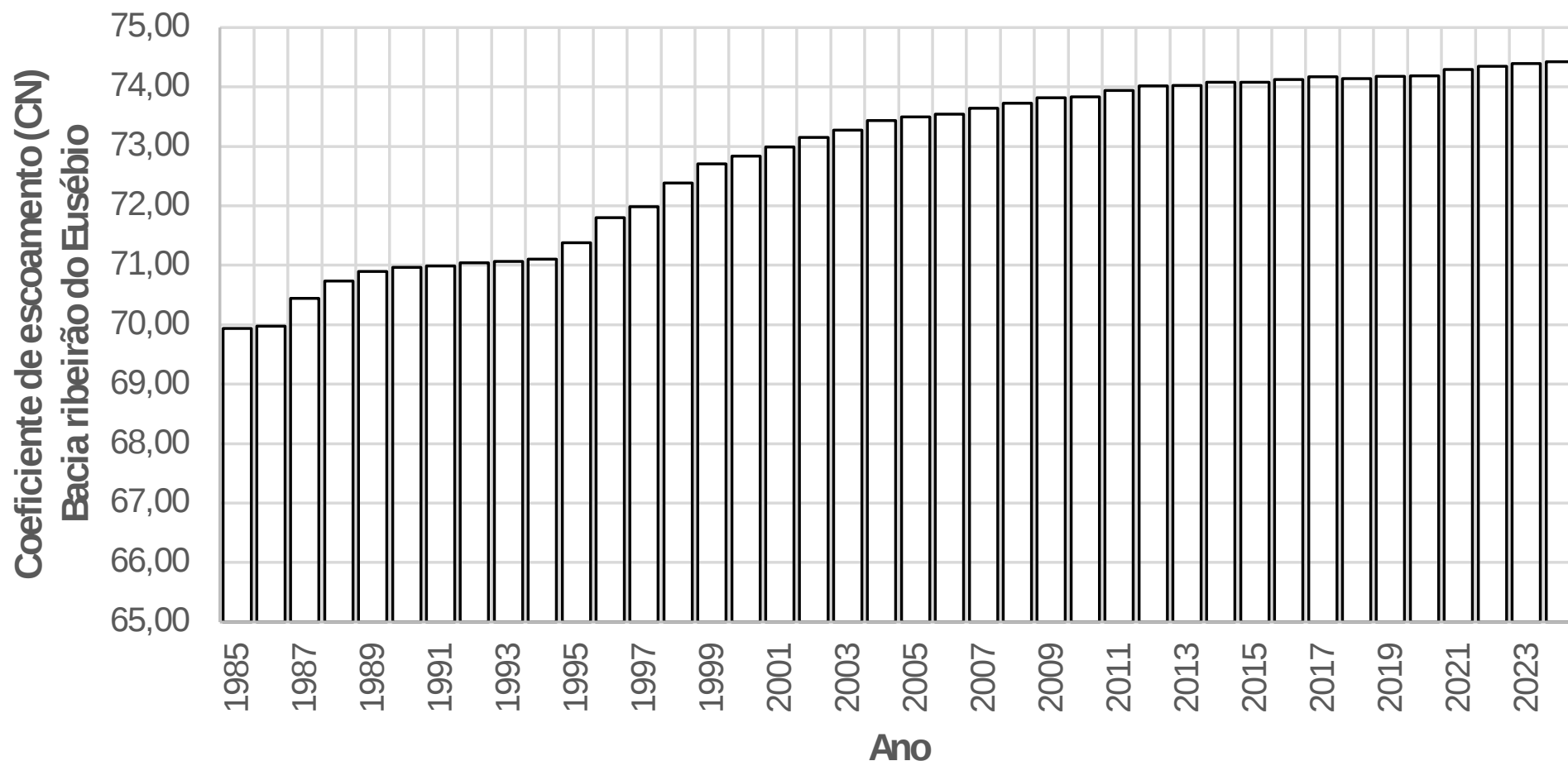


A área urbanizada
quase dobrou em
quatro décadas!

Da Mata & Falcetta (2026) (Adaptado)

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



Este aumento contínuo na urbanização levou a um aumento no coeficiente de escoamento praticamente em todos os anos.

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP

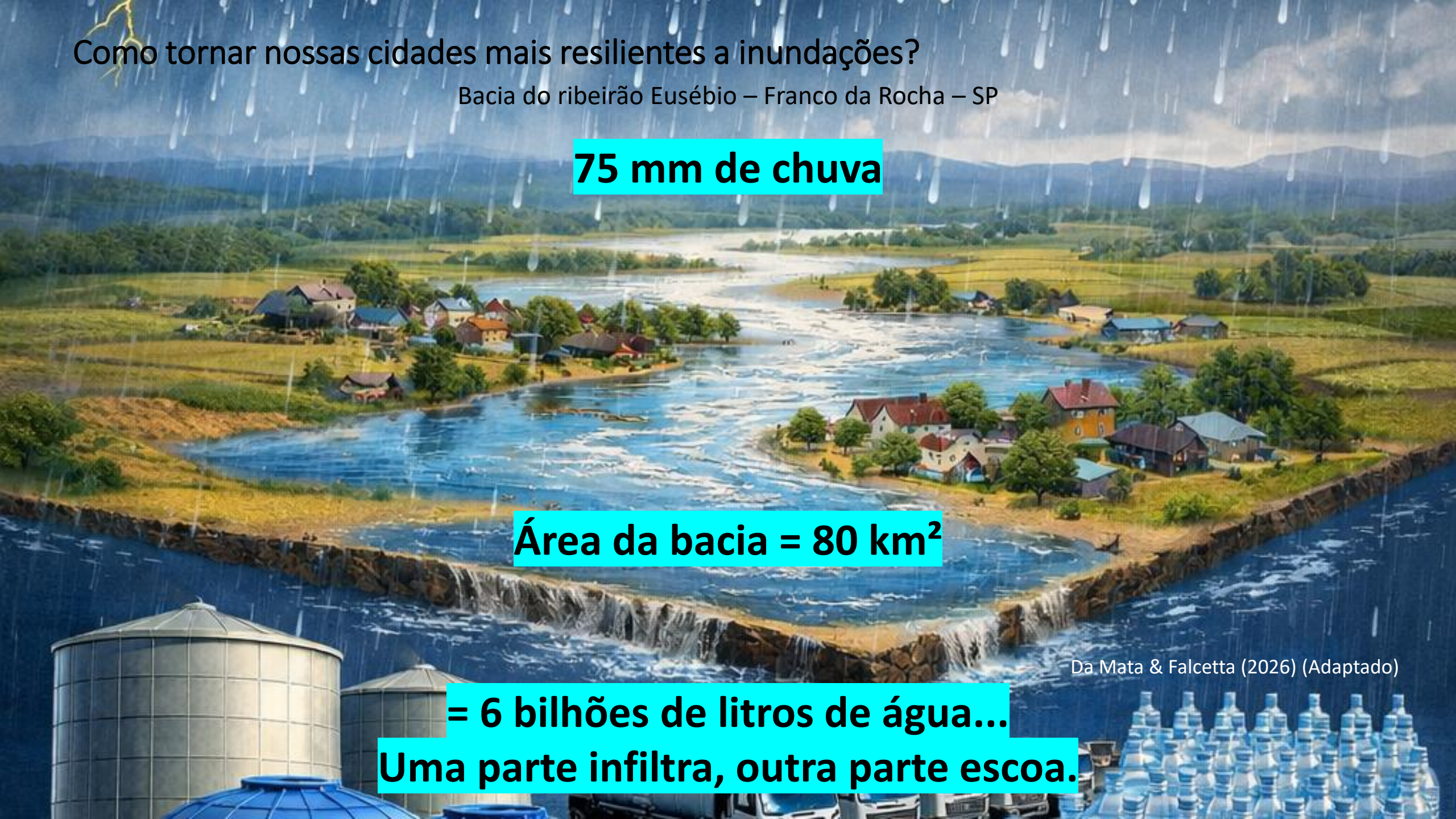
75 mm de chuva

Área da bacia = 80 km²

= 6 bilhões de litros de água...

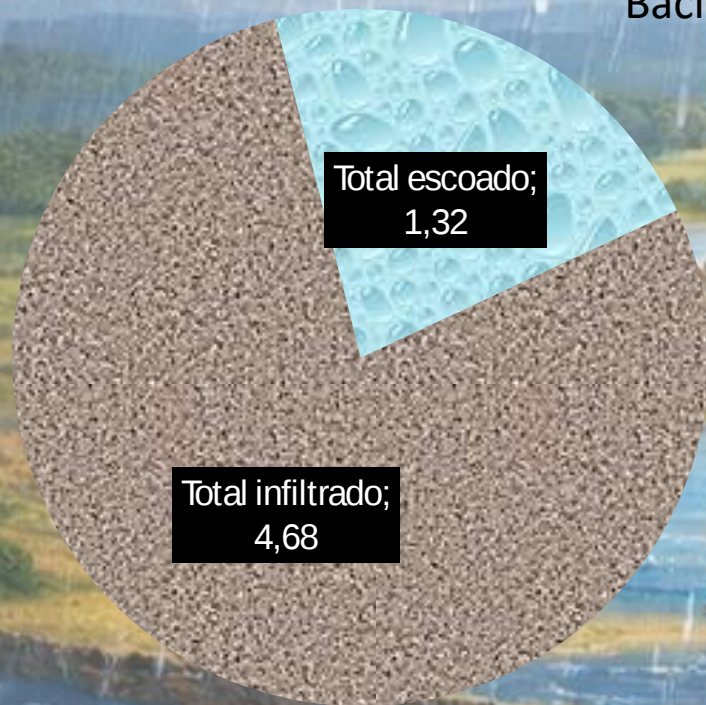
Uma parte infiltra, outra parte esco.

Da Mata & Falcetta (2026) (Adaptado)



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

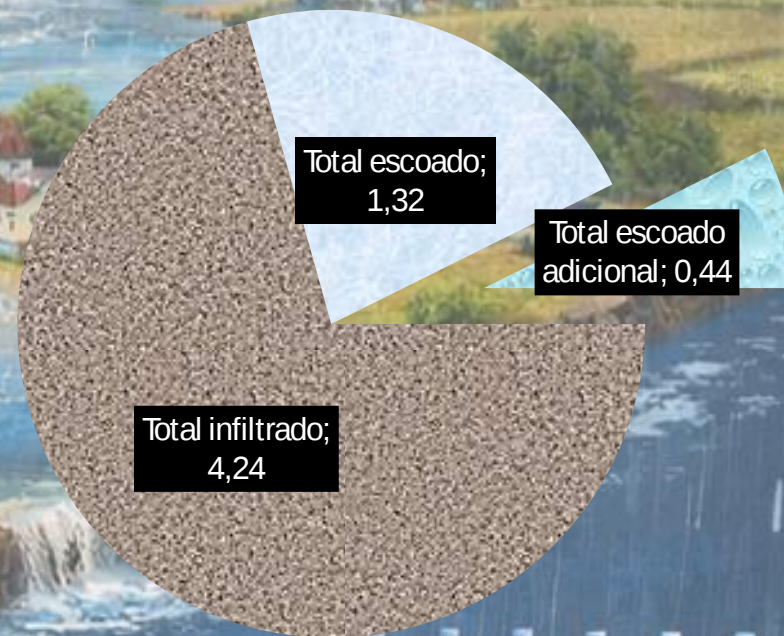
Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



1985 (Área urbanizada: 23,4%)

Os 440 milhões de litros de escoamento adicional equivalem a quase 180 piscinas olímpicas a mais de água !

Essa quantidade de água seria suficiente para abastecer uma cidade de cerca de 80 mil habitantes por um mês inteiro

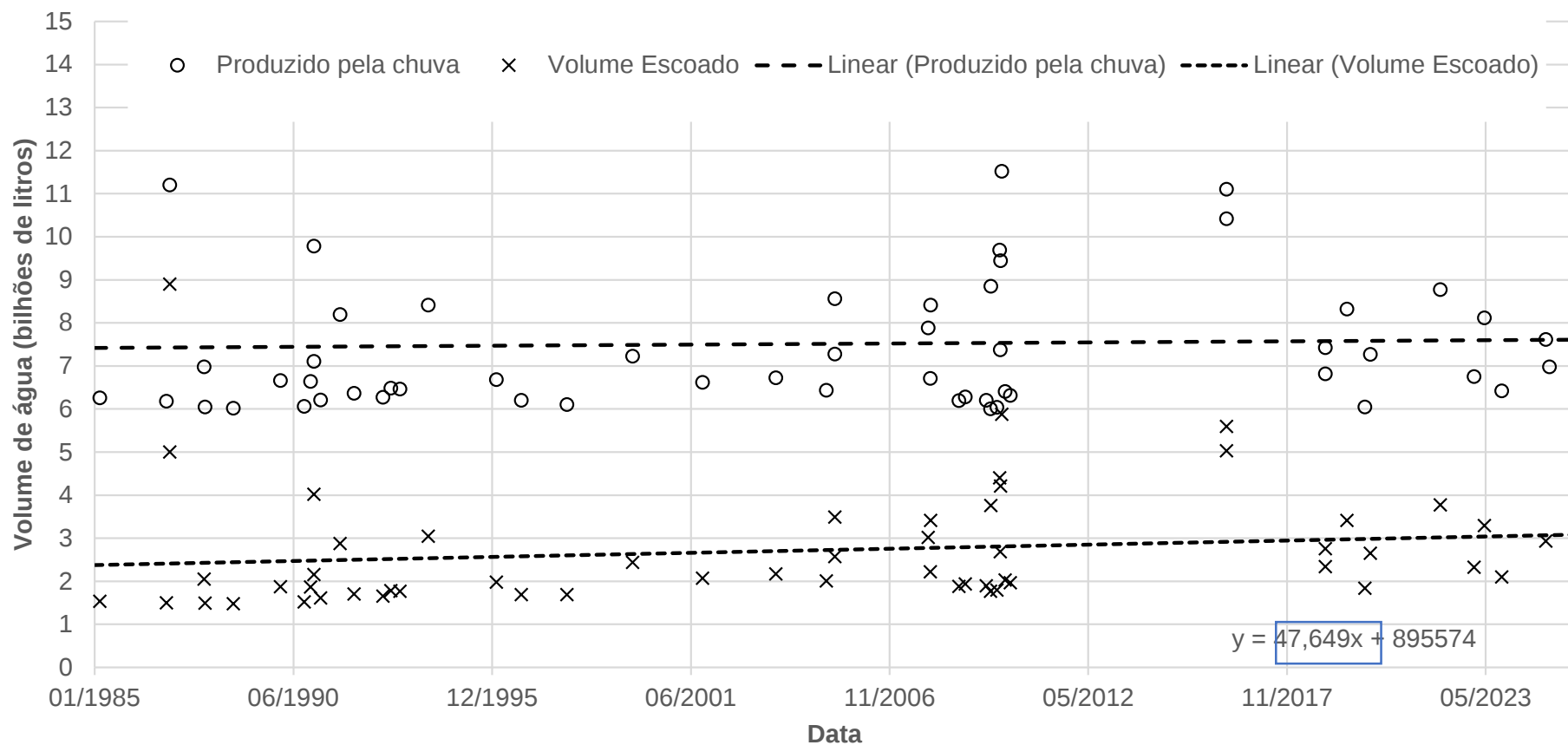


2024 (Área urbanizada: 44,5%)

* Valores em bilhões de litros de água

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



Da Mata & Falcetta (2026) (Adaptado)

Olhando para os eventos de chuva diária em Franco da Rocha que superaram os 75 mm percebemos que há uma tendência de aumento do escoamento da ordem de 48.000 litros por dia.

Por ano, são 17,5 milhões de litros que deixam de infiltrar (7 piscinas olímpicas).

E a tendência da chuva? Praticamente não mudou nos últimos 40 anos.

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

- Inundações não são problemas exclusivos de áreas periféricas e/ou de baixa renda;
- Não foi crescimento desordenado que tornou as condições de drenagem da cidade de São Paulo e de outras grandes cidades brasileiras tão caótica;
- Se os gestores públicos tivessem respeitado o espaço natural dos rios e das várzeas ao construir o desenho urbano da cidade, provavelmente hoje teríamos uma cidade mais resiliente a inundações e certamente poderíamos ter uma segurança hídrica melhor;
- Passamos mais de um século usando o espaço dos rios para construir nossas cidades: para reverter o cenário precisamos devolver o espaço das águas e adotar estratégias realistas de mitigação de inundações, seja aumentando a permeabilização do lotes, seja adotando técnicas de drenagem sustentável (SBN), associando a intervenções de aumento da reservação de água – piscinões ainda serão necessários;
- Em muitos casos, a solução é tão custosa que passará a ser necessário conhecer e conviver com o problema: para estas situações, aumentar a percepção do risco e educar cidadãos para saber como agir quando receberem alertas de eventos extremos.

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

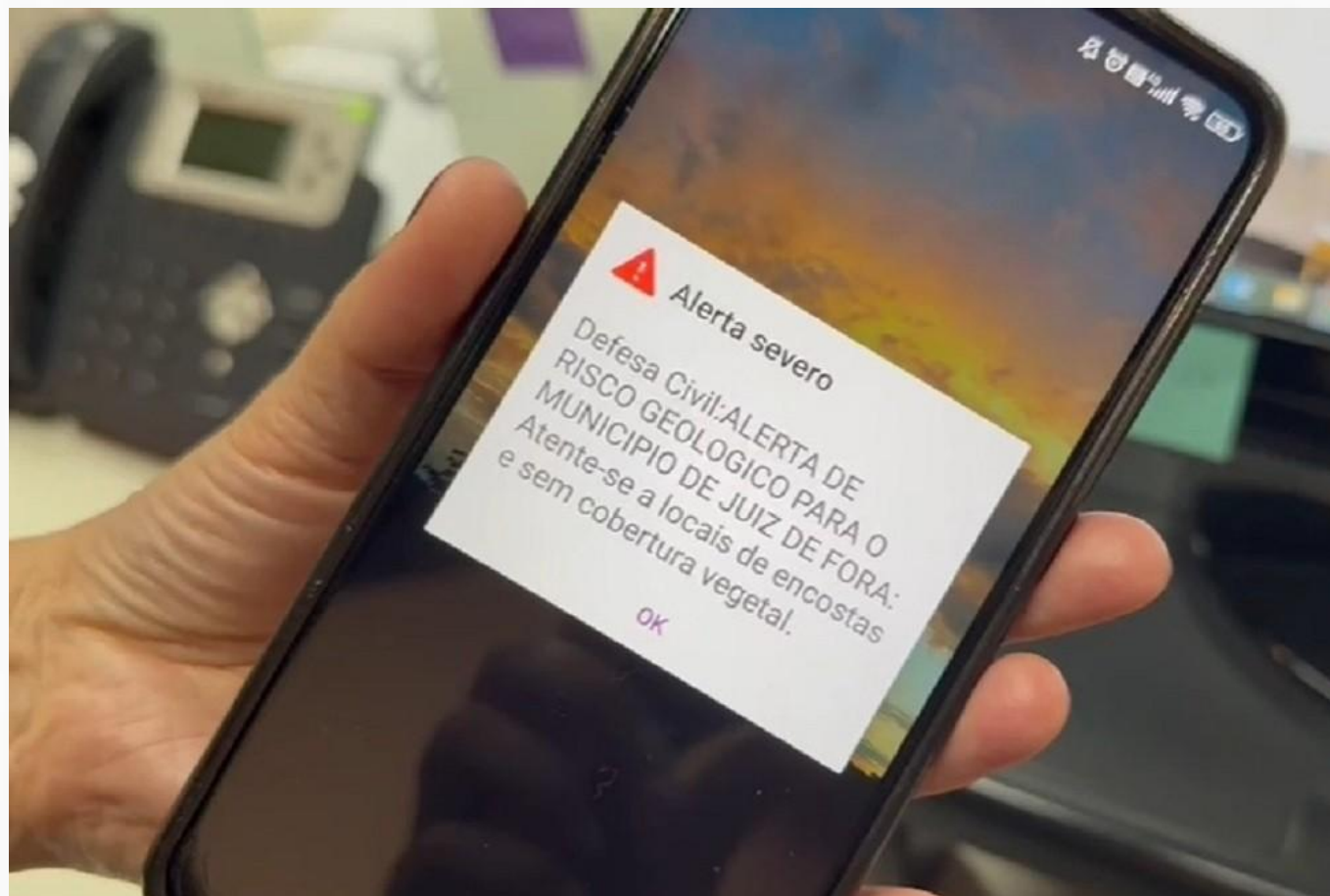
Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP

Perguntas para refletir:

Como fazer com que nossas bacias urbanas deixem de produzir cada vez mais piscinas olímpicas de escoamento em cada tempestade.

Como fazer com que toda essa água chegue devagar nos nossos rios e pontos baixos.

Além da inundação, **água demais em pouco tempo coloca vidas em risco.**



Extremos Climáticos e Cidades Resilientes

*Há um caminho... e ele
precisa ser trilhado em
grupo!*

Há um caminho... e ele precisa ser trilhado em grupo!



RUA – Resiliência Urbana em Ação:
Protegendo nossas cidades de eventos climáticos extremos.



@rua.eco

Algumas ideias se transformam em **projetos**.
Outras ganham força quando se tornam **construções coletivas**.
O **RUA - Resiliência Urbana em Ação** nasceu da convicção de que os desafios das cidades não podem ser enfrentados por uma única instituição, área do conhecimento ou setor da sociedade.

Eles exigem rede.
Exigem cocriação.
Exigem ação conjunta.



Há um caminho... e ele precisa ser trilhado em grupo!



E por falar em projeto...

CCD Cidades Resilientes a Inundações

Pesquisador Responsável: Filipe Falcetta

Sede: IPT + 12 instituições da academia + 10 órgãos de governo e empresas privadas e crescendo!



OBRAS HIDRÁULICAS DE DRENAGEM E LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM INFRAESTRUTURA URBANA

Filipe Falcetta
falcetta@ipt.br



ipt.br



@iptsp



@ipt_oficial