

Nº 180135

Planejamento de cidades sustentáveis, resilientes e inteligentes

Filipe Antonio Marques Falcetta

*Palestra apresentada no Módulo 2
do Treinamento para Gestores
Municipais, InvestSP, São Paulo,
2026. 48 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

TREINAMENTO PARA GESTORES MUNICIPAIS

Seu Município mais Competitivo


INVESTSP
AGÊNCIA PAULISTA DE PROMOÇÃO DE
INVESTIMENTOS E COMPETITIVIDADE

 **SÃO PAULO**
GOVERNO
DO ESTADO
Secretaria de
Desenvolvimento
Econômico

Parceria

 **ipt** INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

Planejamento de cidades sustentáveis, resilientes e inteligentes



Módulo 2

Filipe Falcetta

Apaixonado por rios.

E por inspirar pessoas a pensar diferente.

Engenheiro civil pela Unicamp

Mestre em Hidráulica pela EPUSP

Doutor em Energia pelo IEE-USP

Pós-doutor em Políticas Públicas e Drenagem Urbana pelo IEA-USP

Pesquisador no IPT desde 2014.

Linhas de pesquisa: hidrologia urbana; clima & dados; inovação urbana; resiliência climática.

Fundador e líder das iniciativas

- RUA – Resiliência Urbana em Ação
- CCD Cidades Resilientes a Inundações.

<http://www.linkedin.com/in/filipefalcetta>



**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?

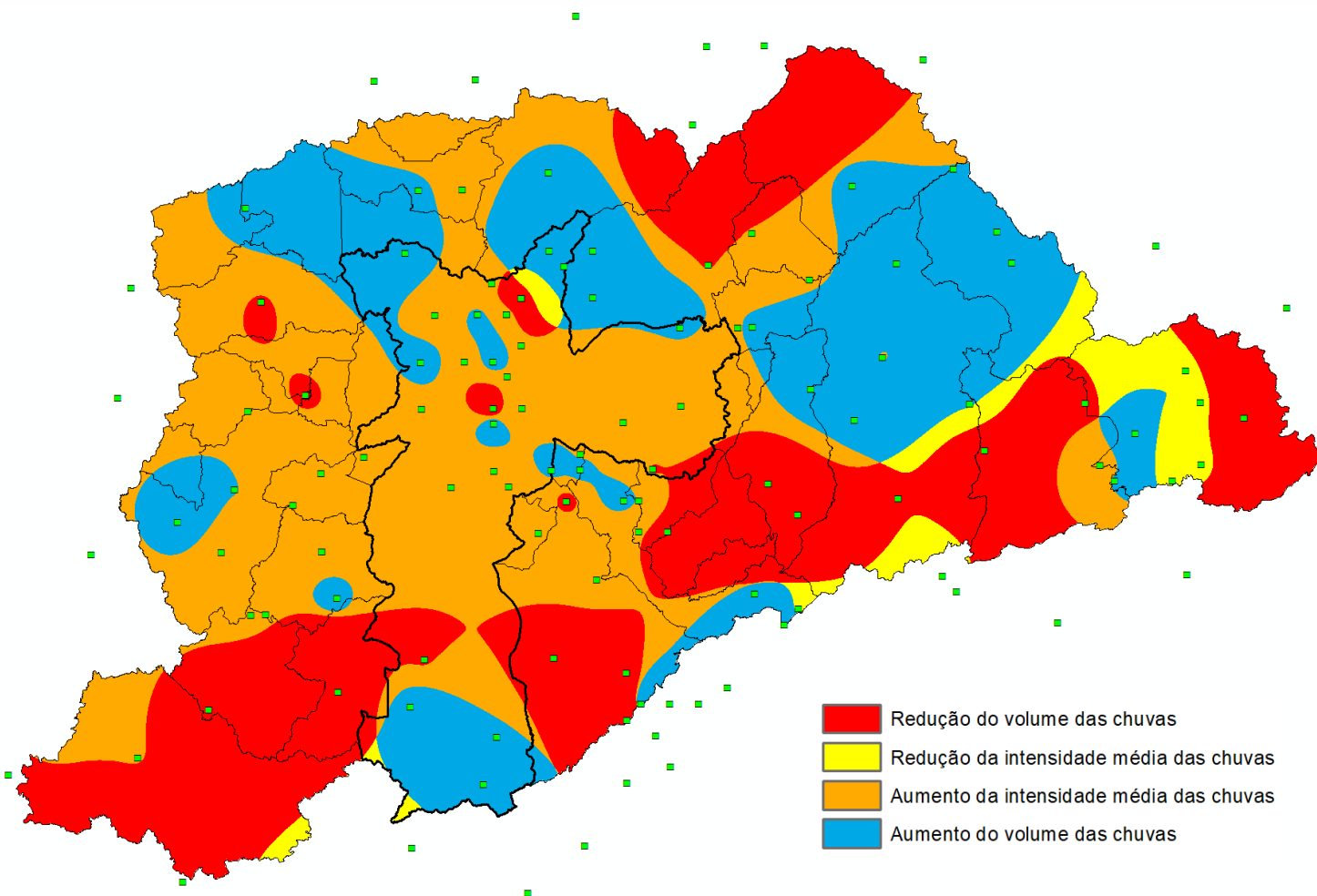


Na RMSP, extremos climáticos causam, em um mesmo ano hidrológico, inundações e estiagem, causando transtornos urbanos e ameaçando a segurança hídrica da maior metrópole do hemisfério sul.

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?

“Crise hídrica” (2014)

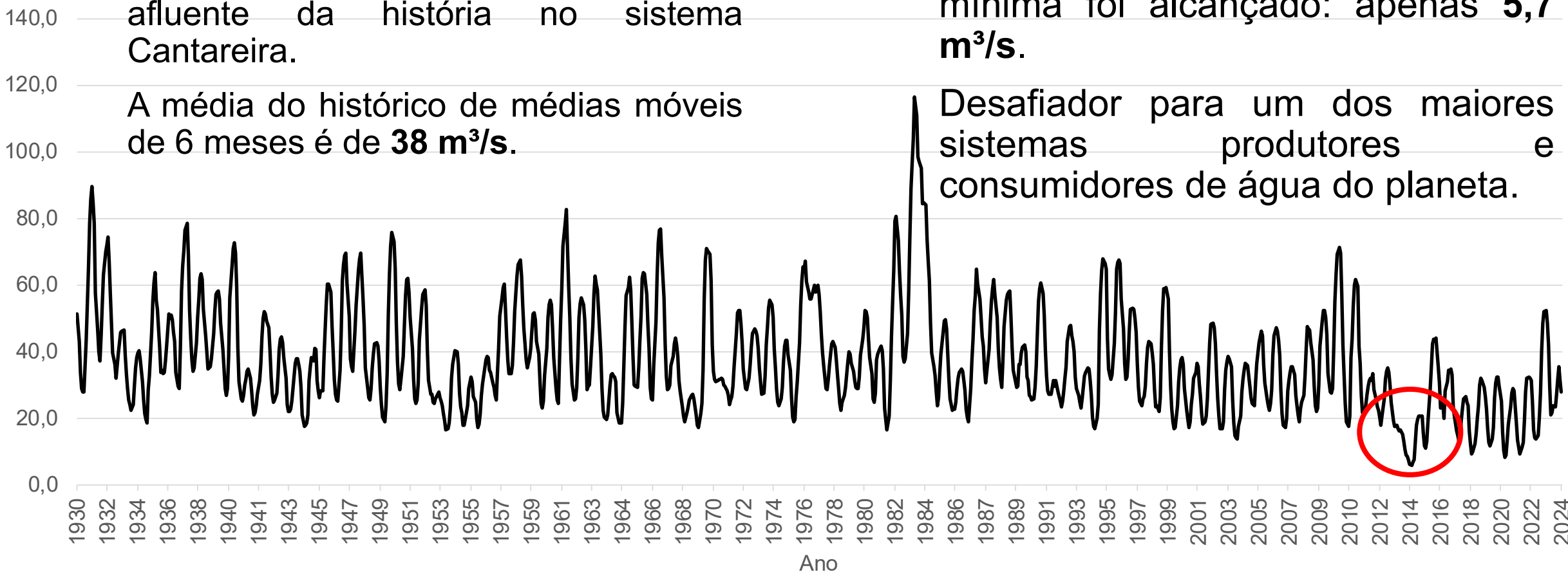
Em 2014, ocorreu a menor vazão afluente da história no sistema Cantareira.

A média do histórico de médias móveis de 6 meses é de **38 m³/s**.

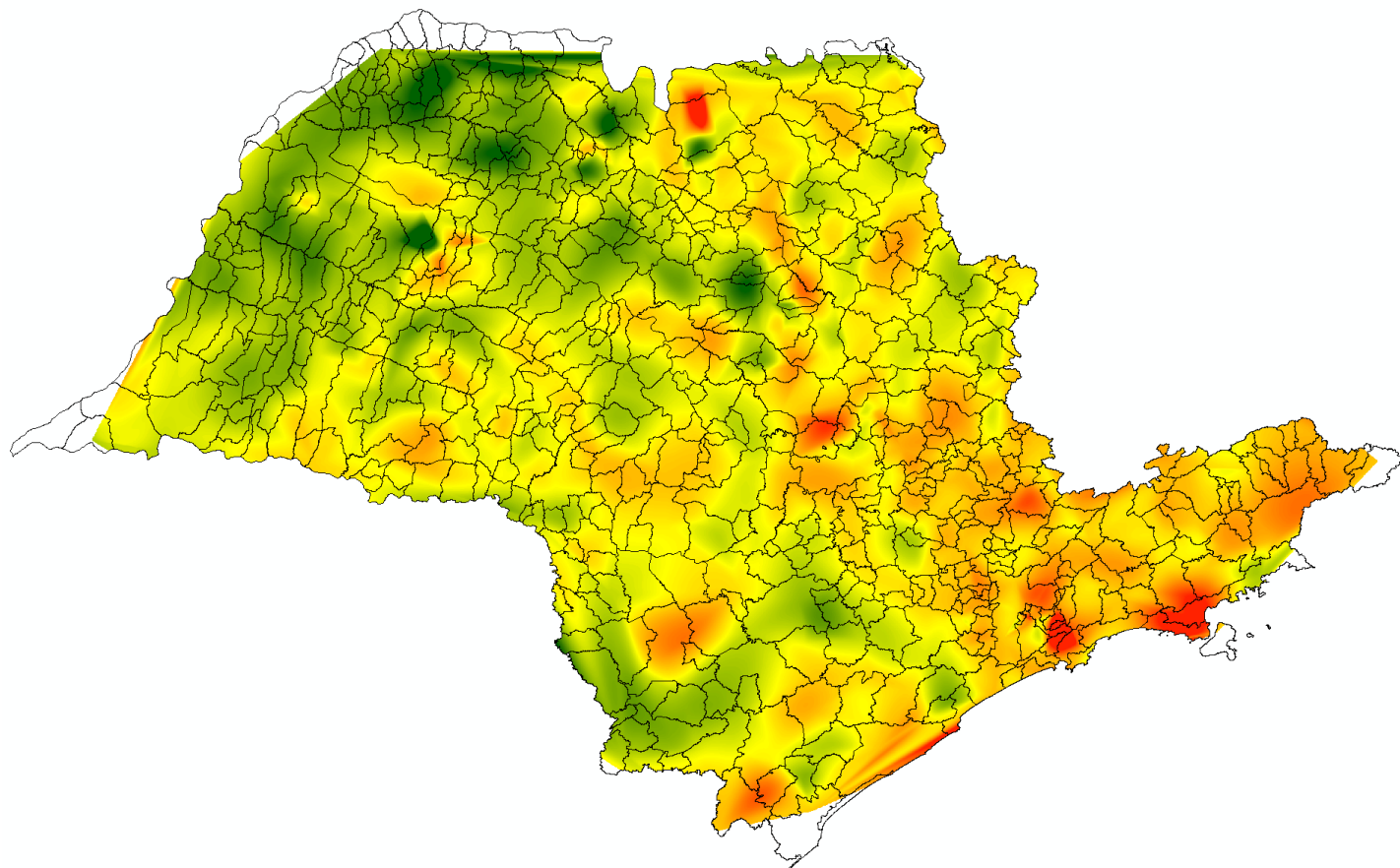
Em novembro/2014, após um ano com vazões baixas, o recorde de mínima foi alcançado: apenas **5,7 m³/s**.

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

Vazão média de 6 meses afluente ao Sistema Cantareira (m³/s)



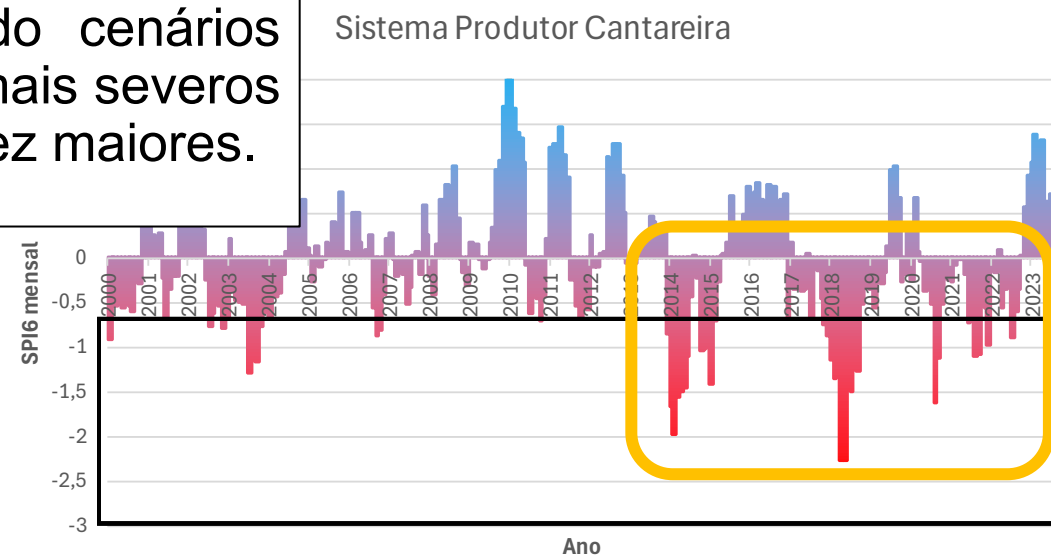
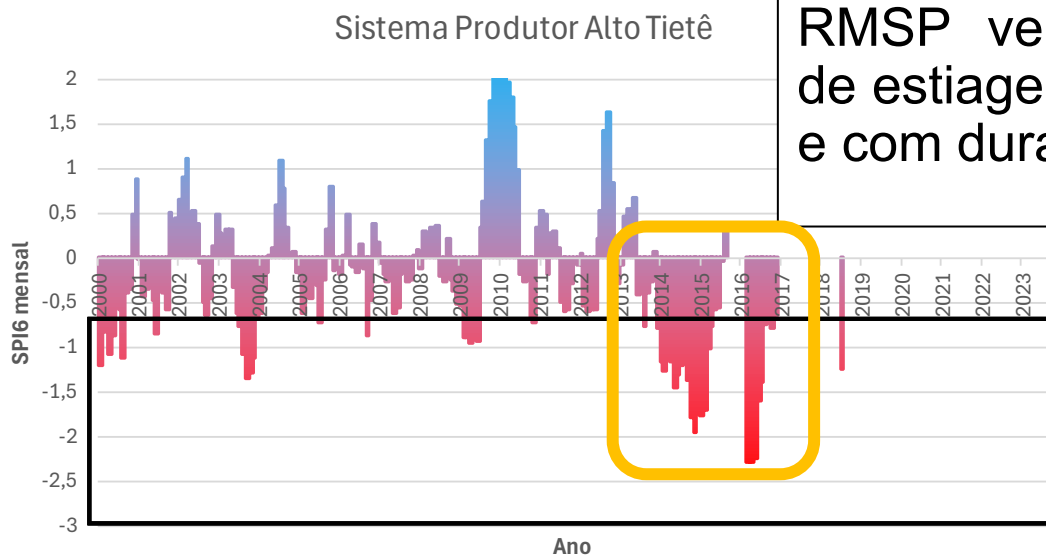
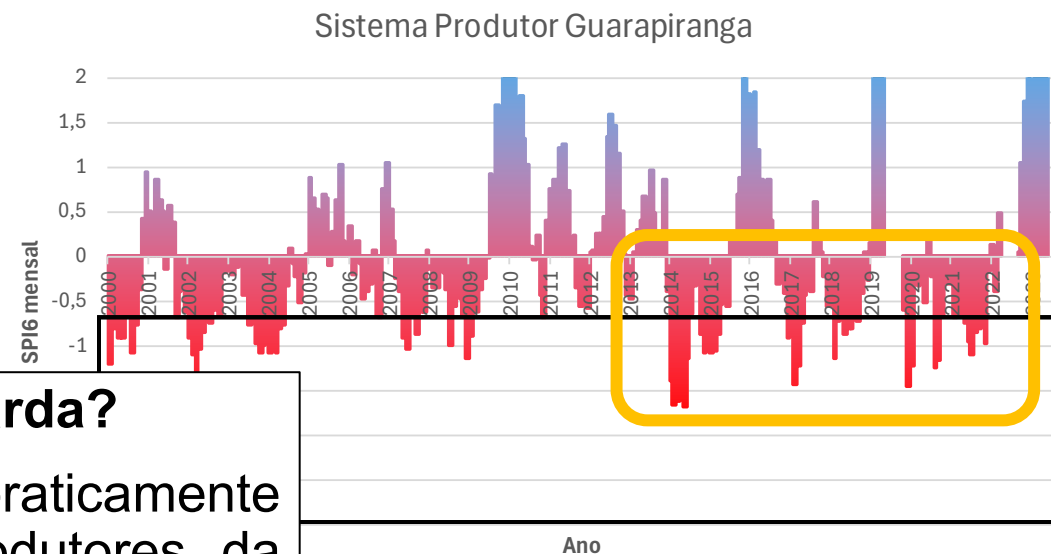
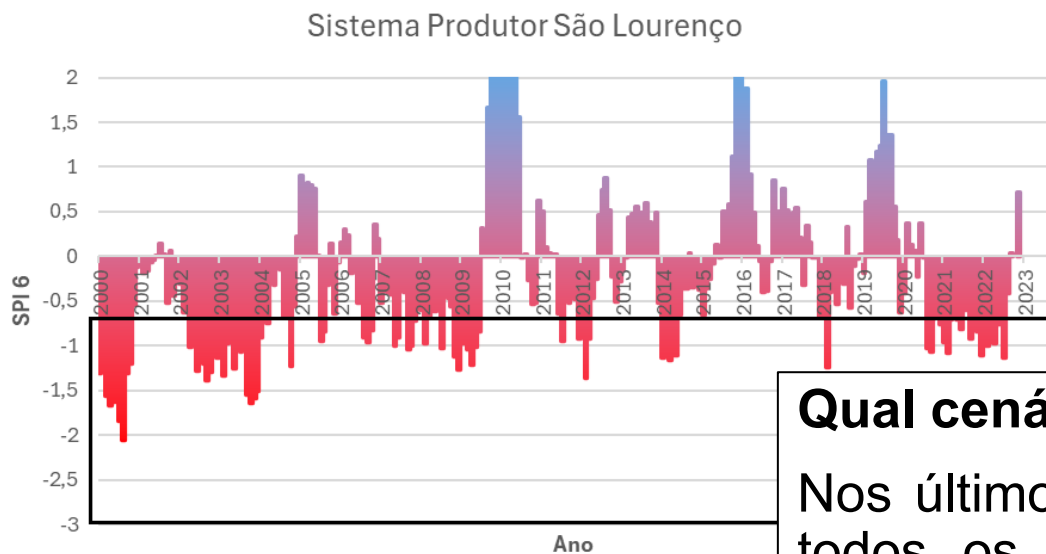
Quais desafios temos que encarar?



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

“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!



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.

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?

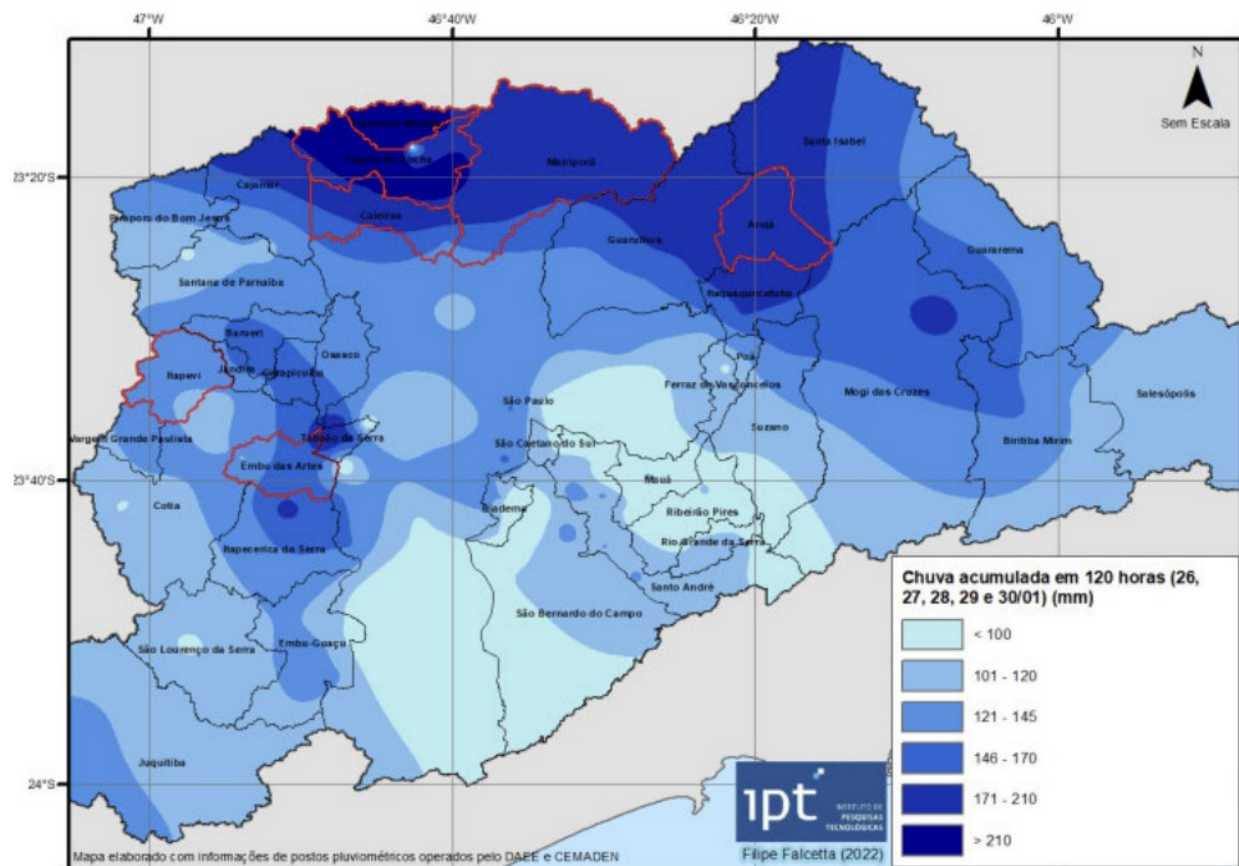


Figura 15 – Acumulados de chuva absolutos em 120 horas.

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

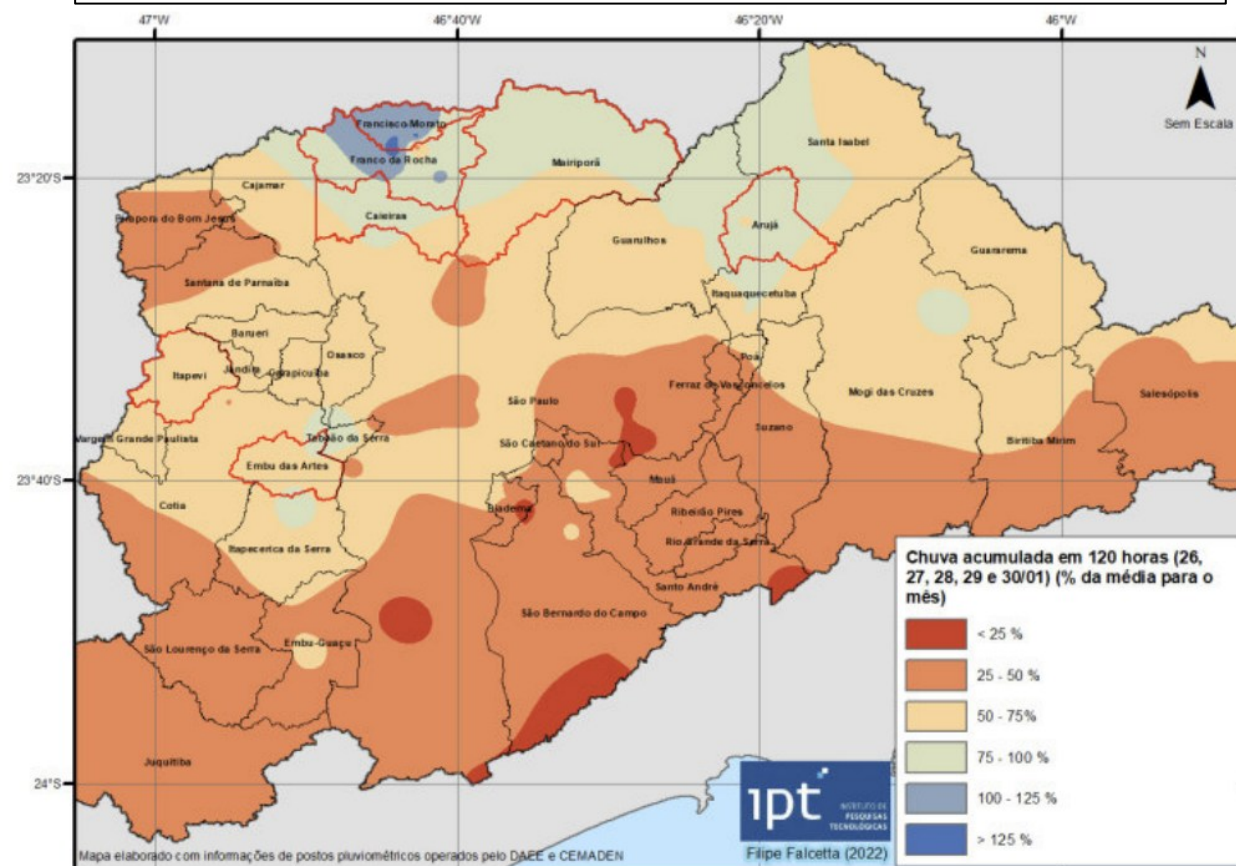
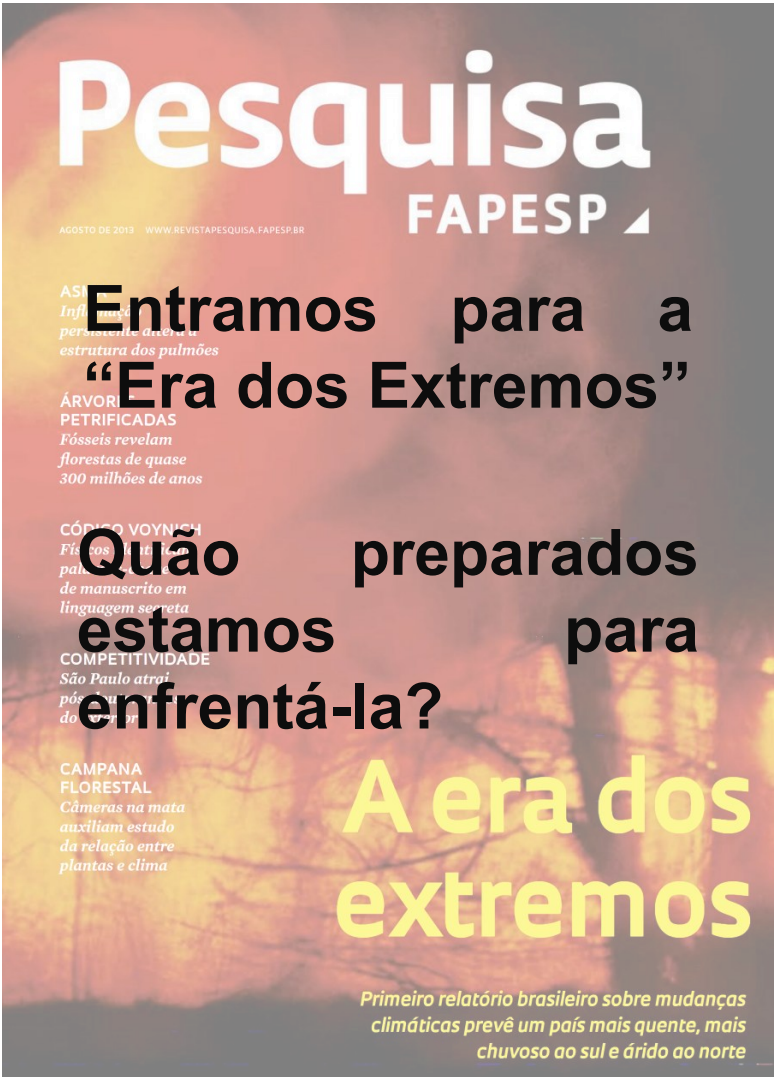


Figura 16 – Acumulados de chuva em 120 horas, relativos à média mensal.

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.



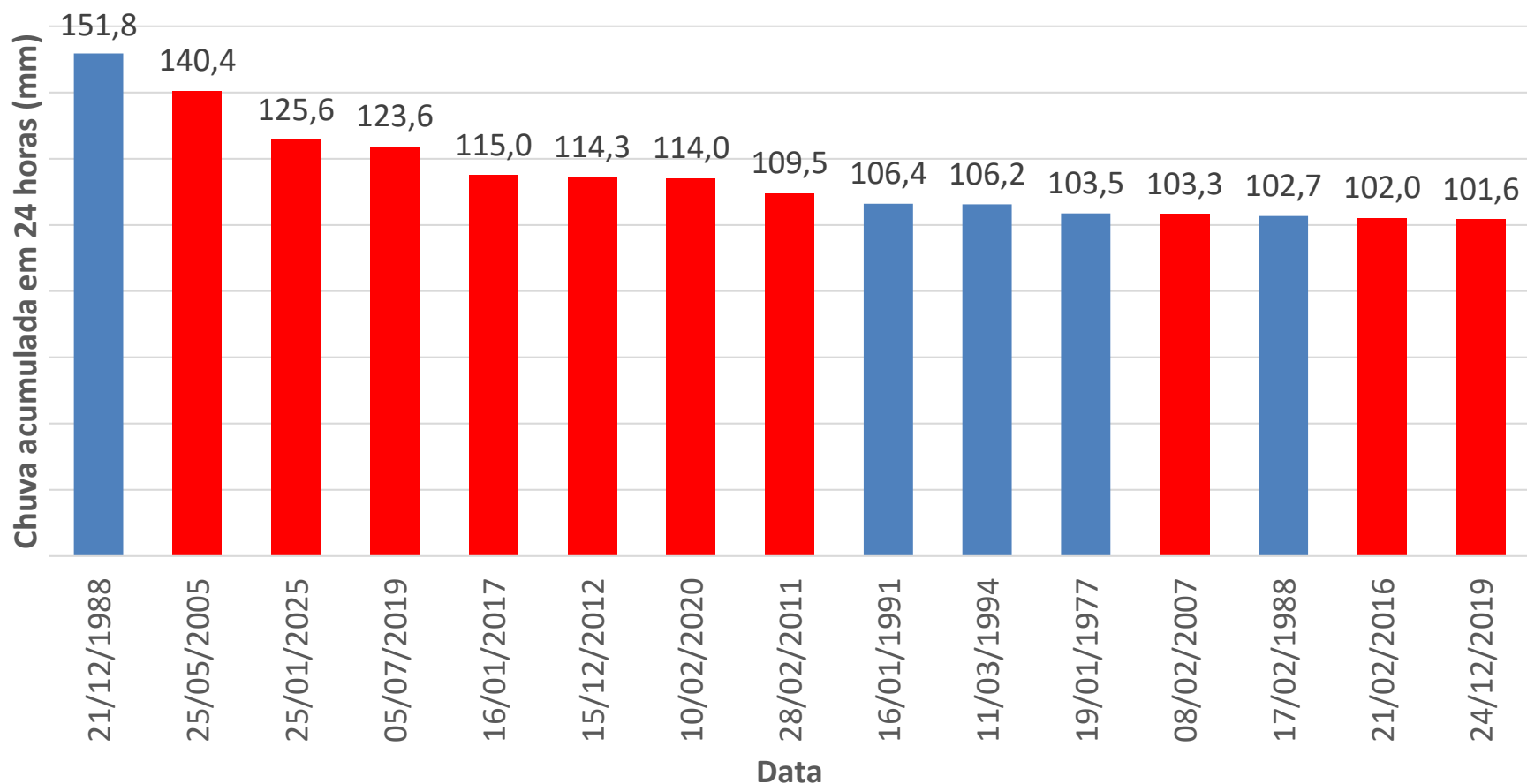
Quais desafios temos que encarar?

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.

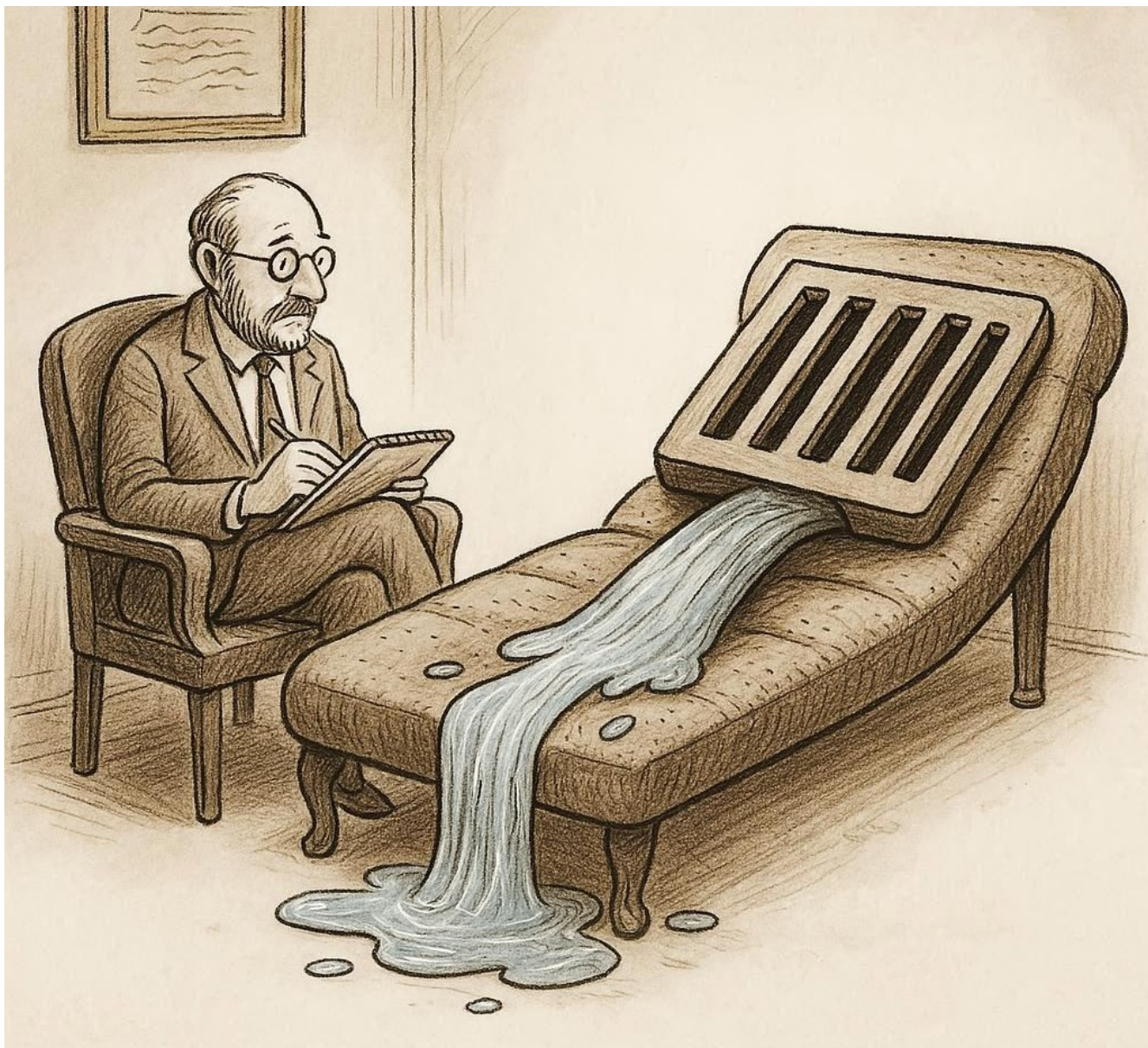
Dos 15 eventos, 10 aconteceram nos últimos 20 anos.

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?



Brasil: + de 90% 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**.

Até quando seguiremos retificando e tamponando rios?

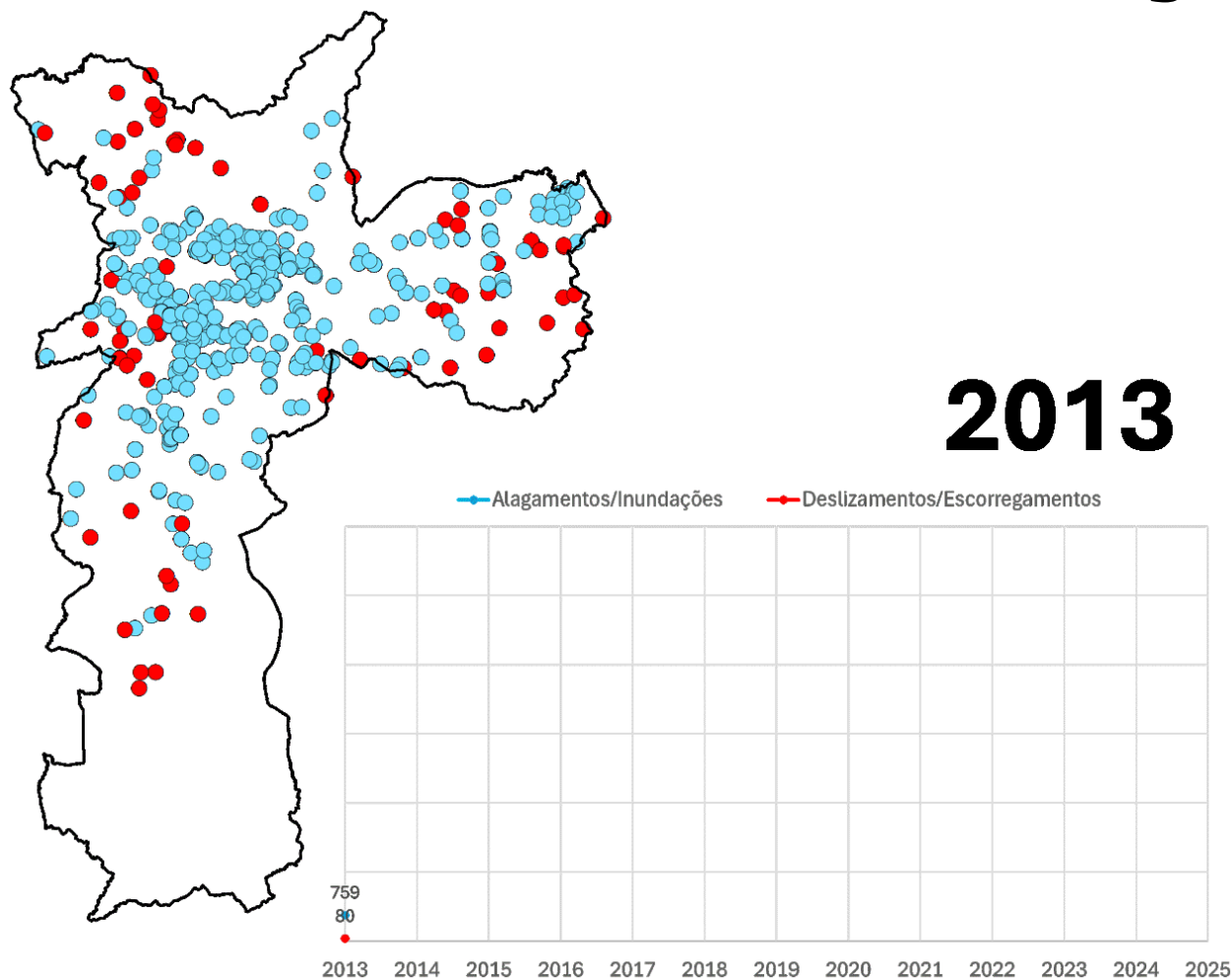
A drenagem urbana requer soluções e políticas inovadoras.

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?



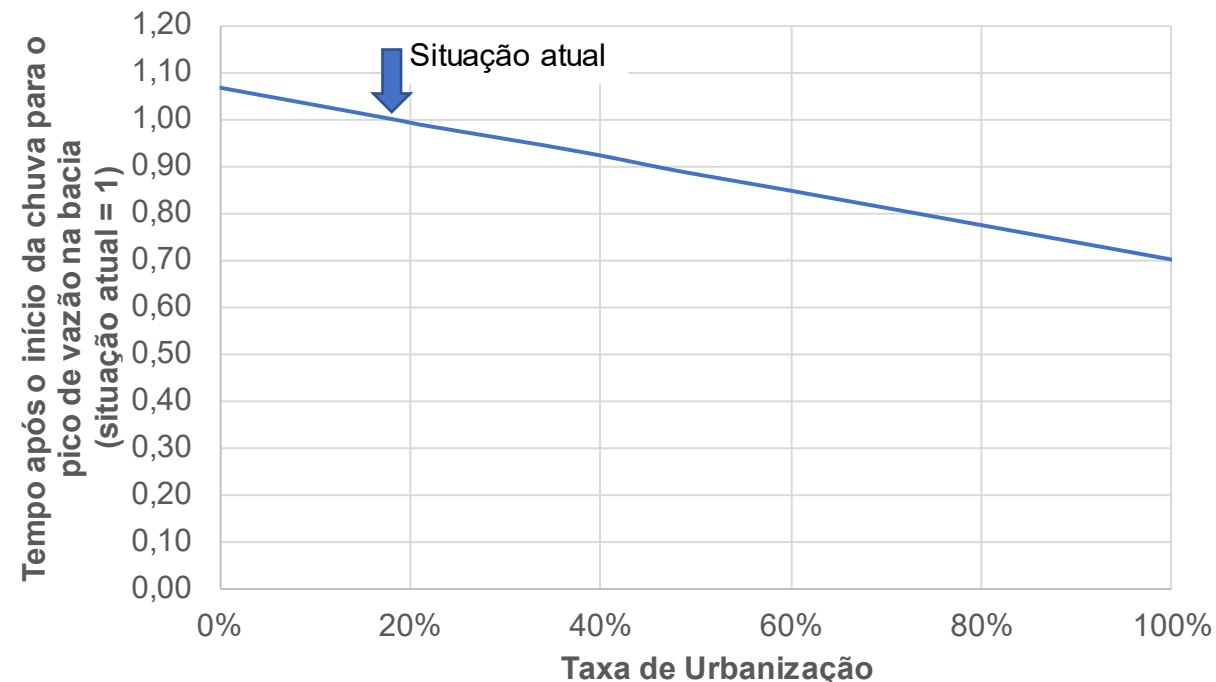
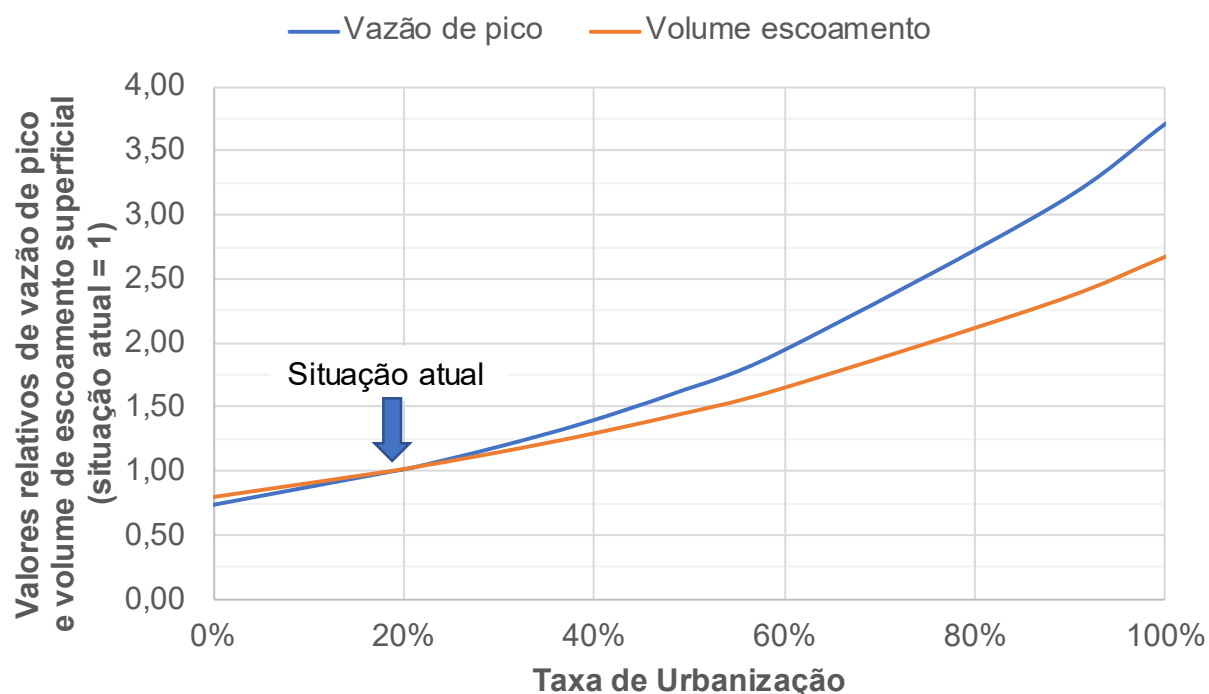
Por que é tão difícil fazer nossas cidades resilientes a inundações?

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

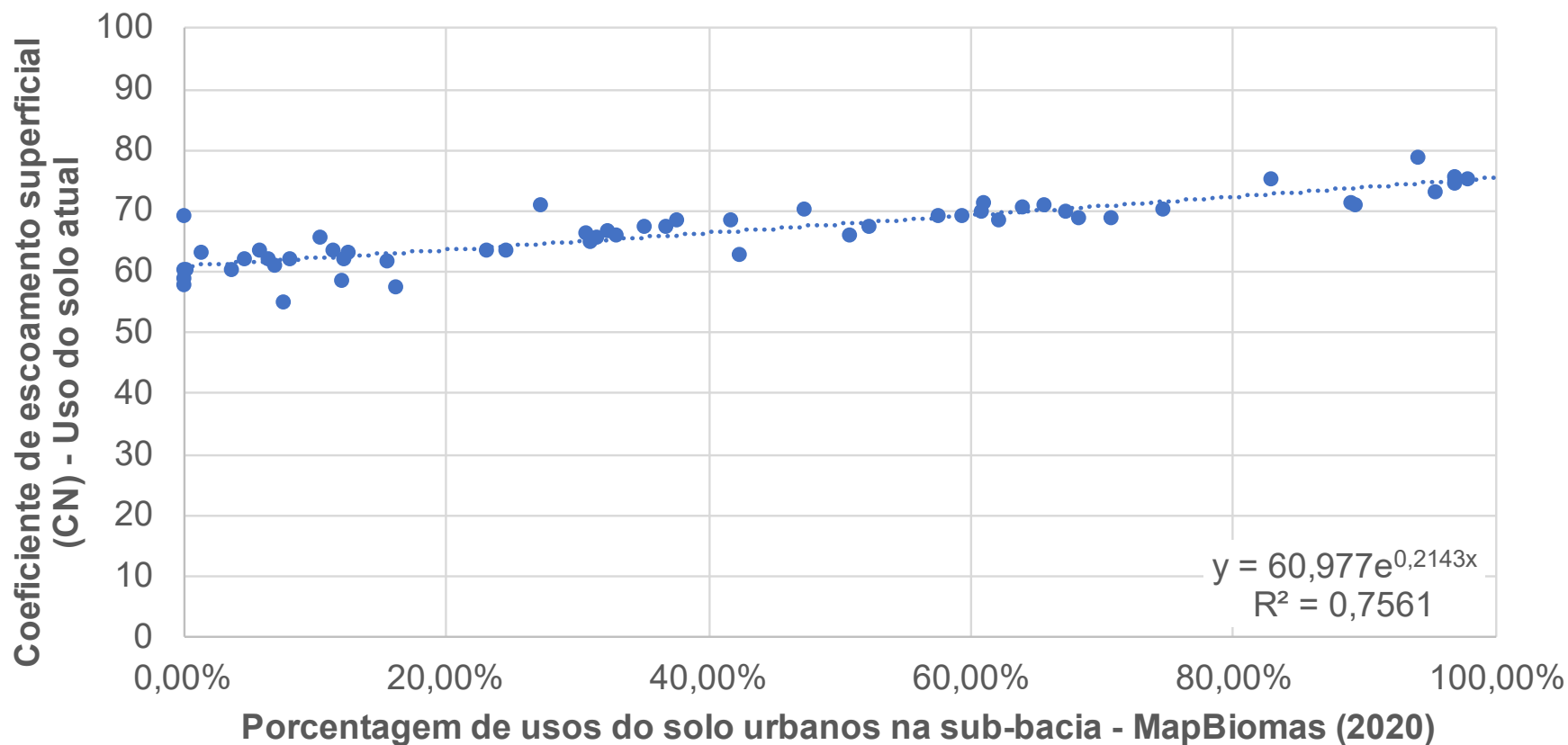
Deficiências de drenagem crônicas

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?

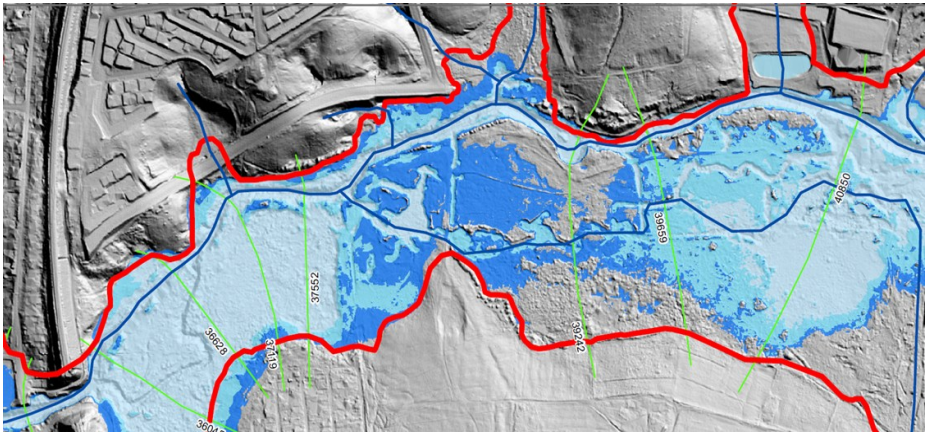
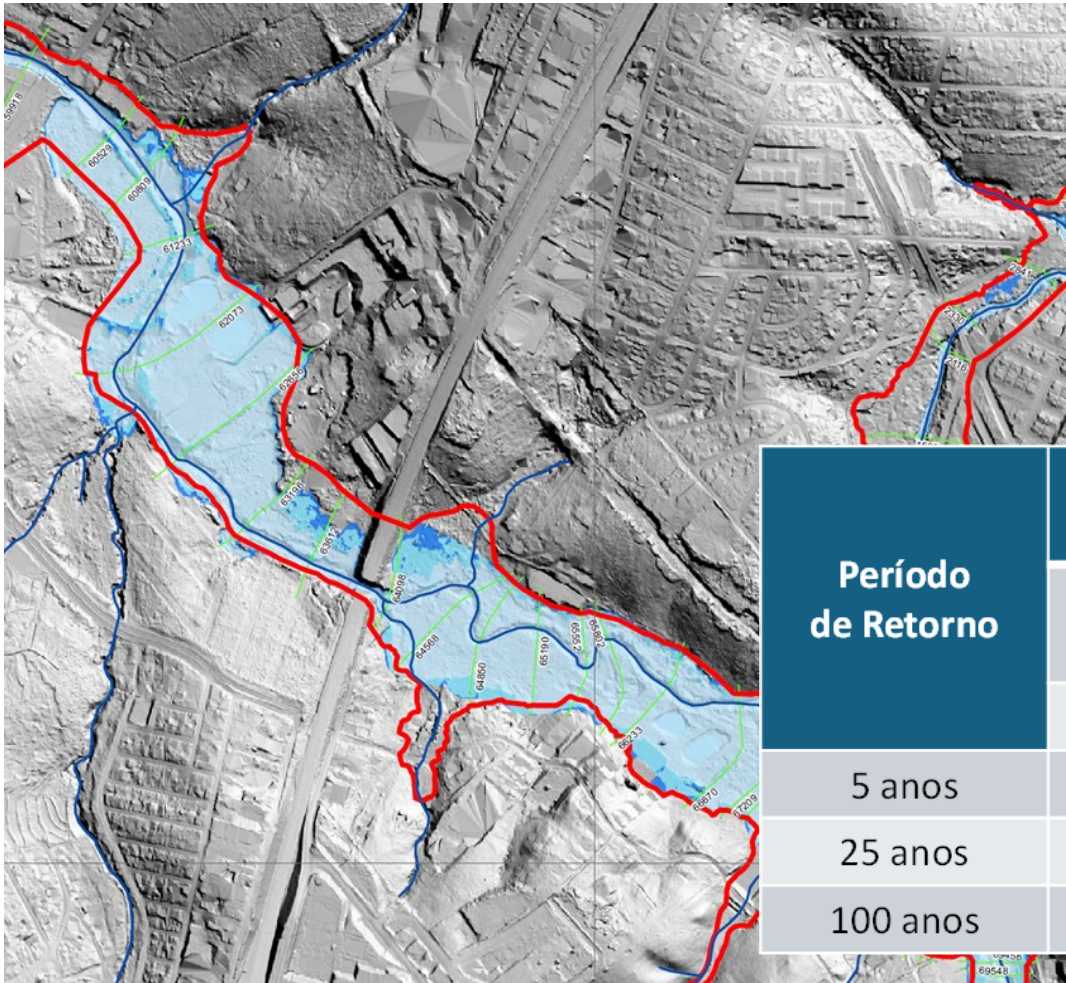


IPT / P.M. Campinas (2023)

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

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

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

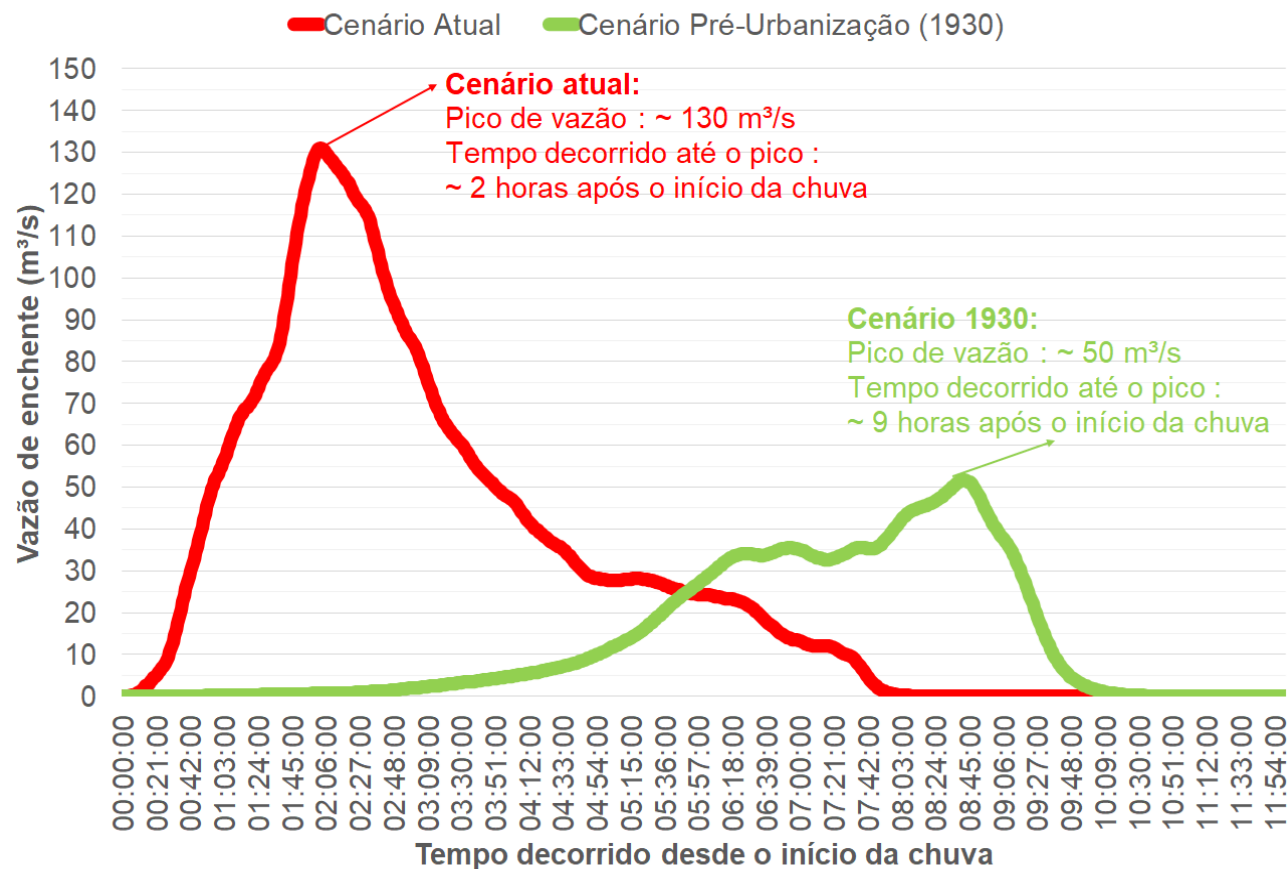
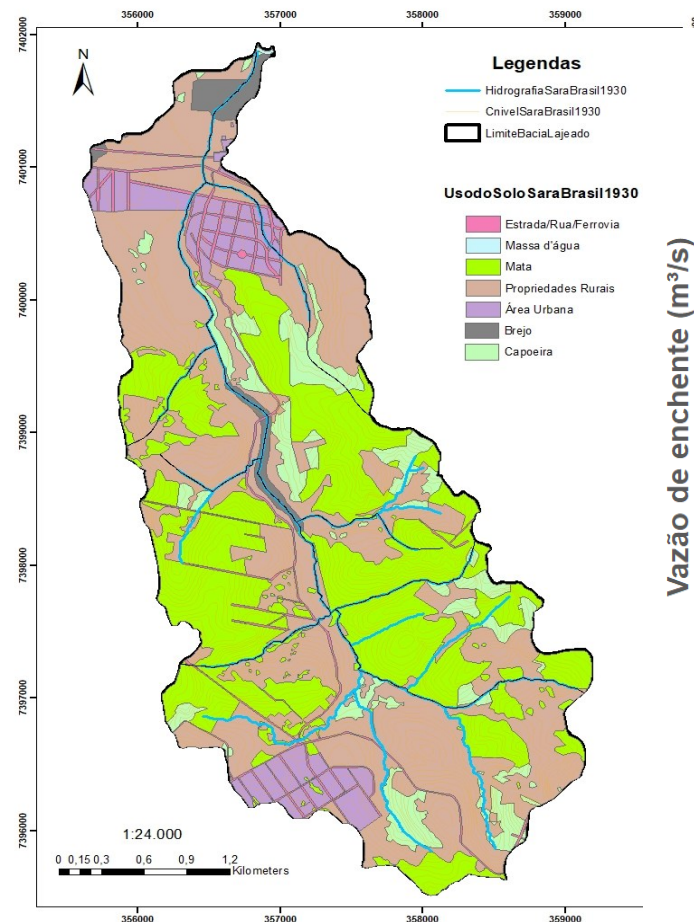


Período de Retorno	Extensão das áreas inundáveis (km²)		Variação atual - futuro
	Ocupação do solo atual	Ocupação do solo futura	
	63,96% urb	69,55% urb	8,75%
5 anos	4,41	4,78	8,33%
25 anos	6,06	6,35	4,68%
100 anos	7,17	7,42	3,55%

IPT / P.M. Campinas (2023)

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

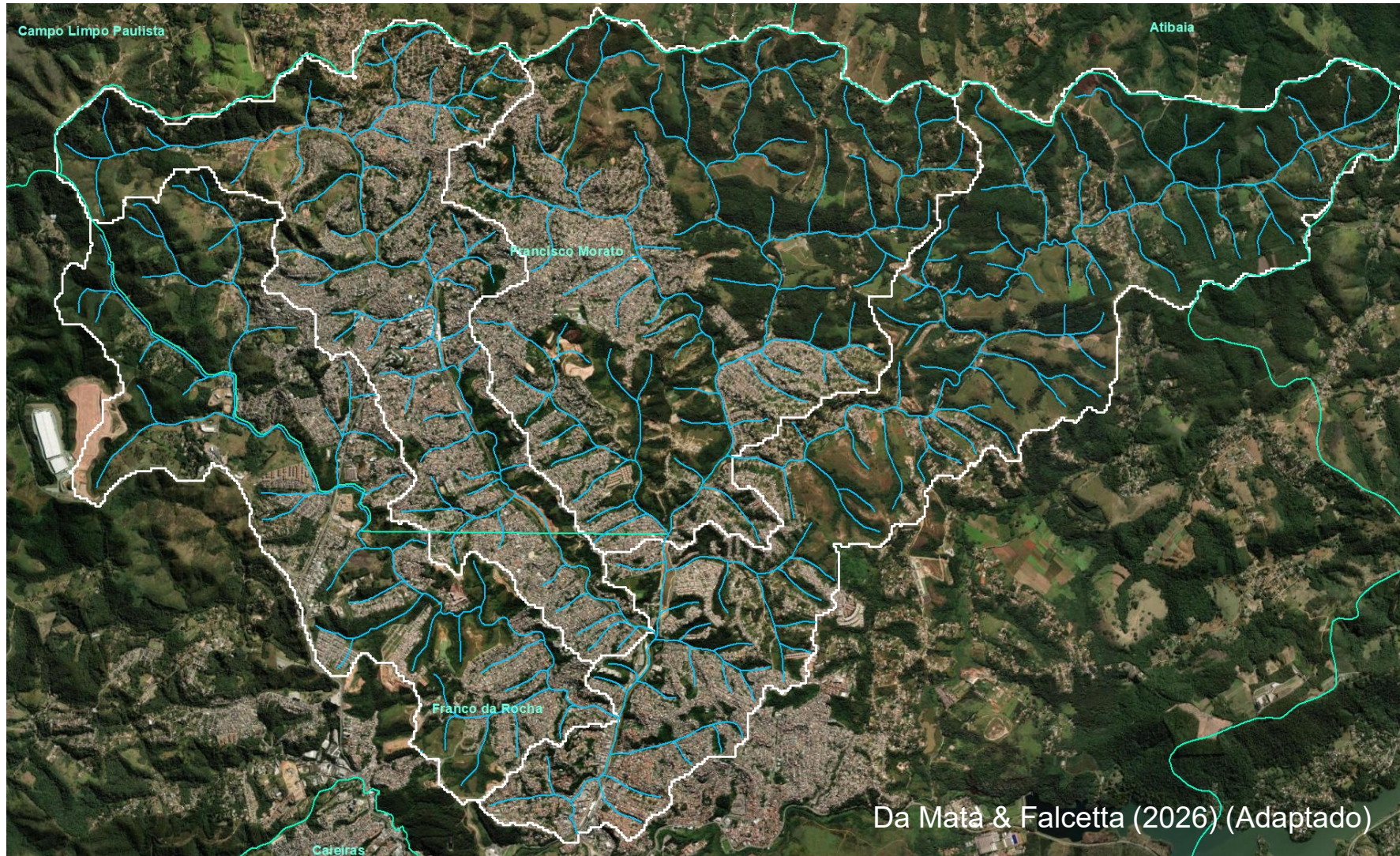
Bacia do ribeirão Lajeado – Itaim Paulista (São Paulo – SP)



IPT (2022)

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

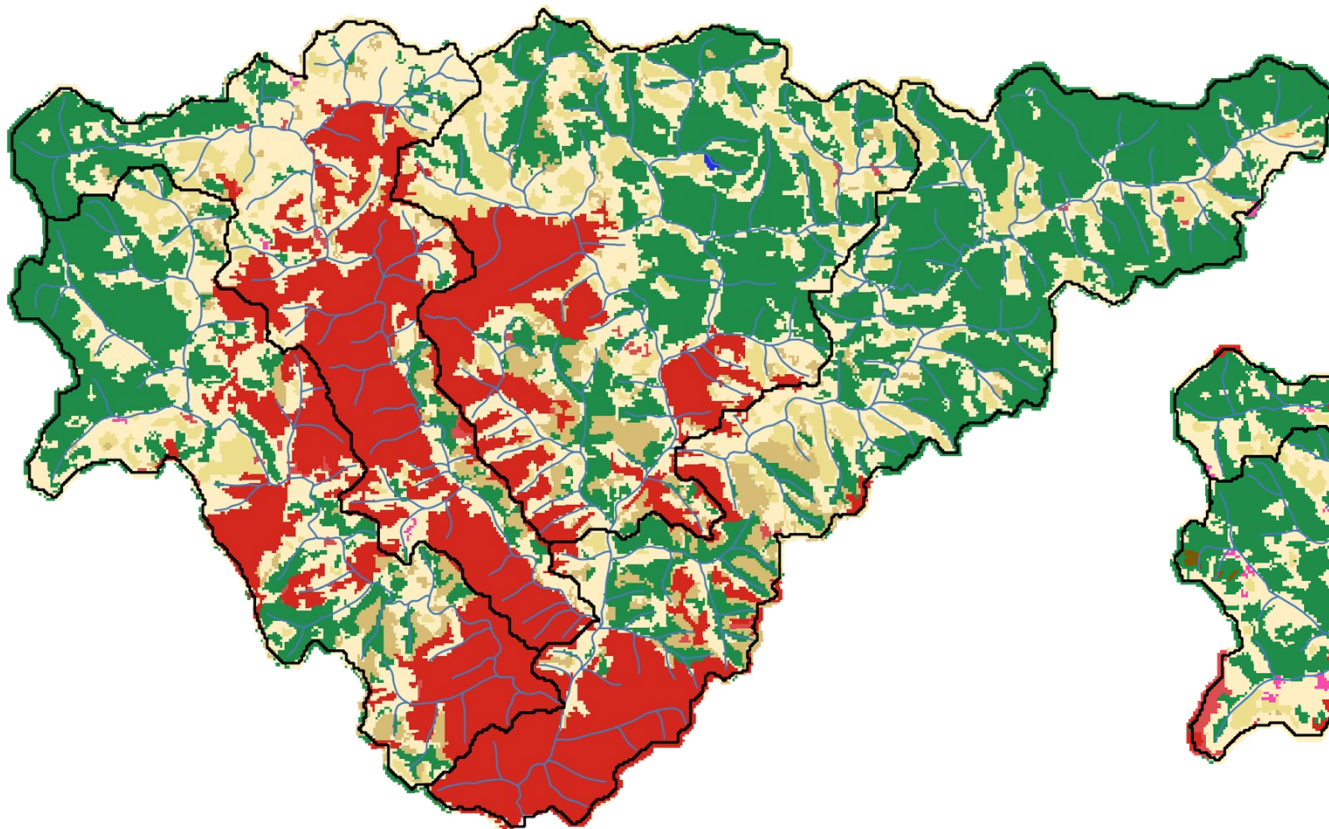
Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



Da Matà & Falcetta (2026) (Adaptado)

Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP

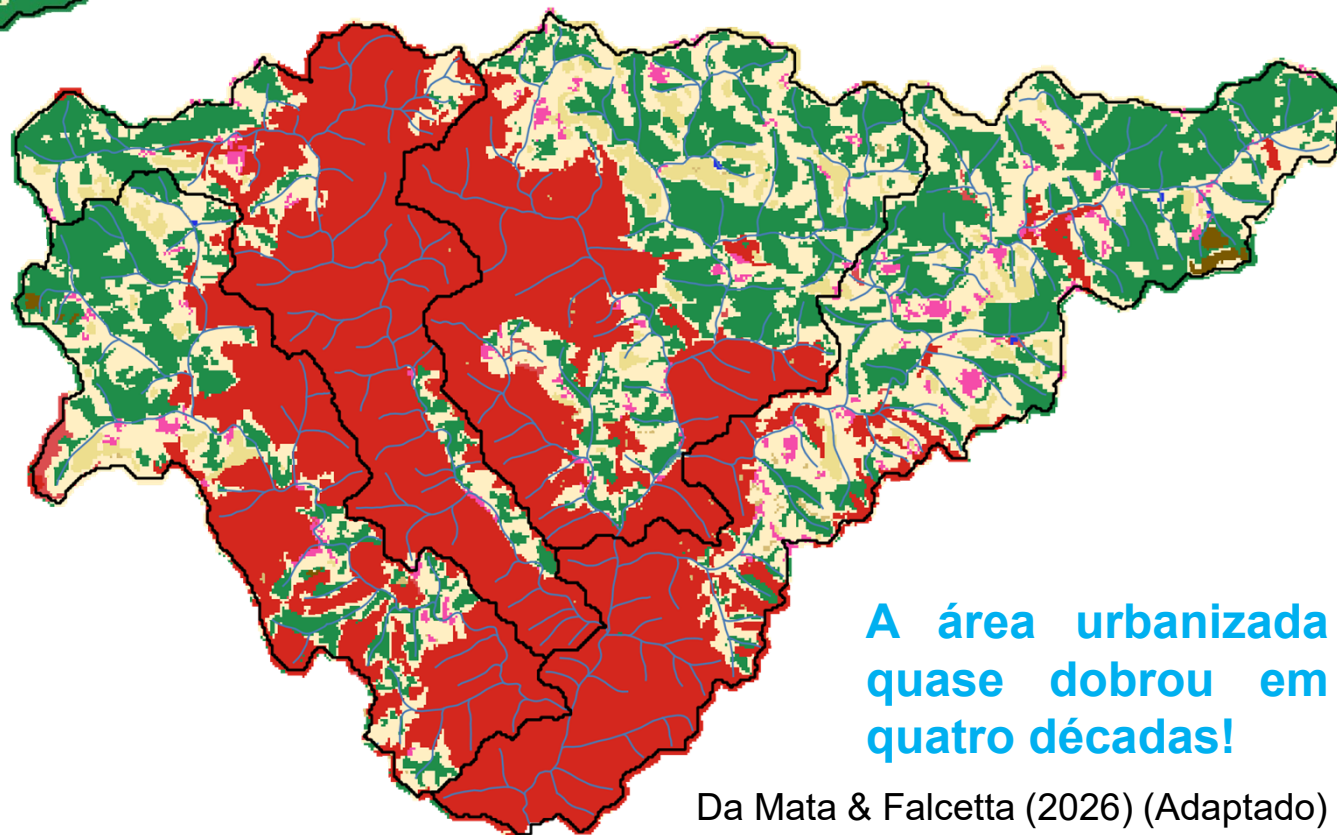


Ocupação do solo em 1985 (Mapbiomas)

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%)

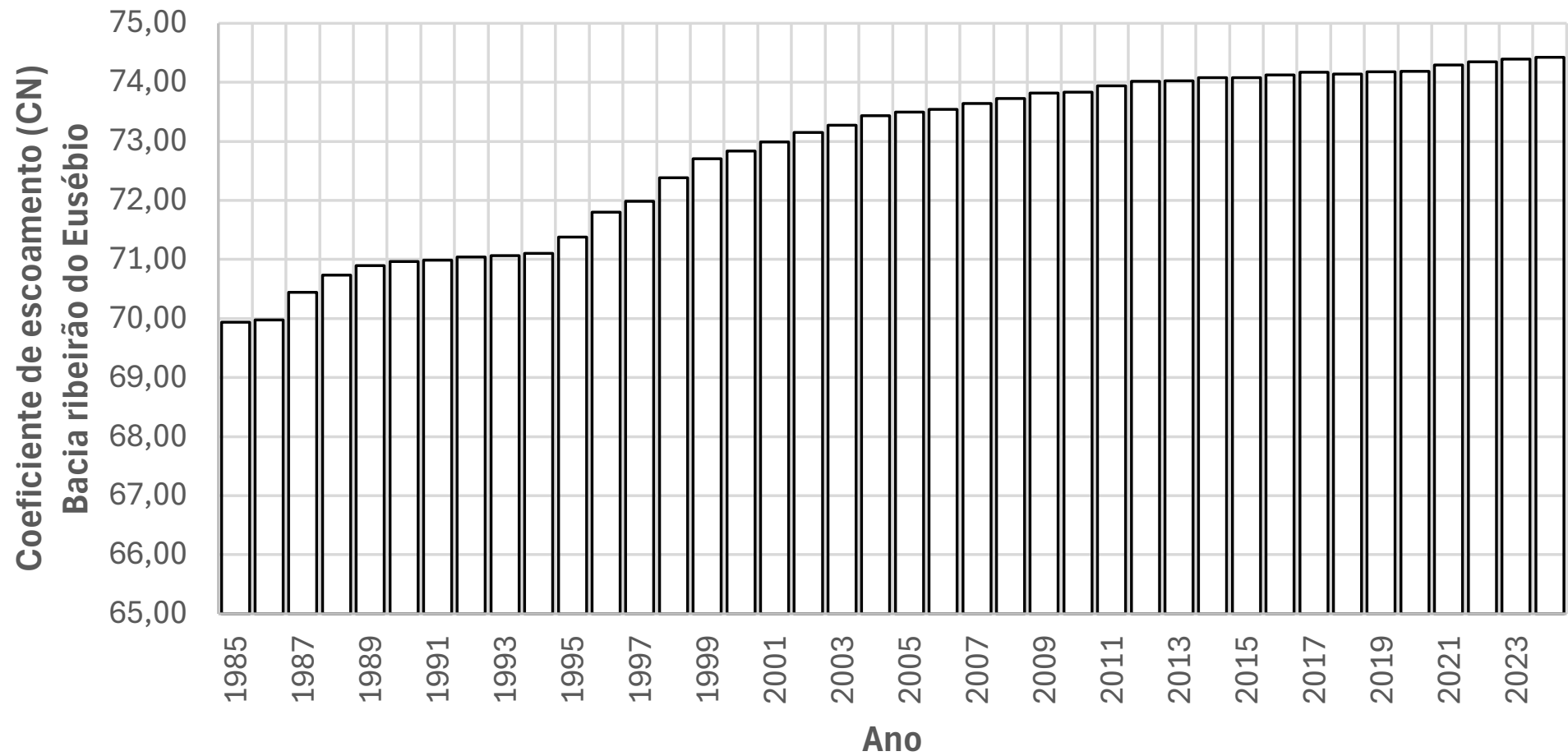


**A área urbanizada
quase dobrou em
quatro décadas!**

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...

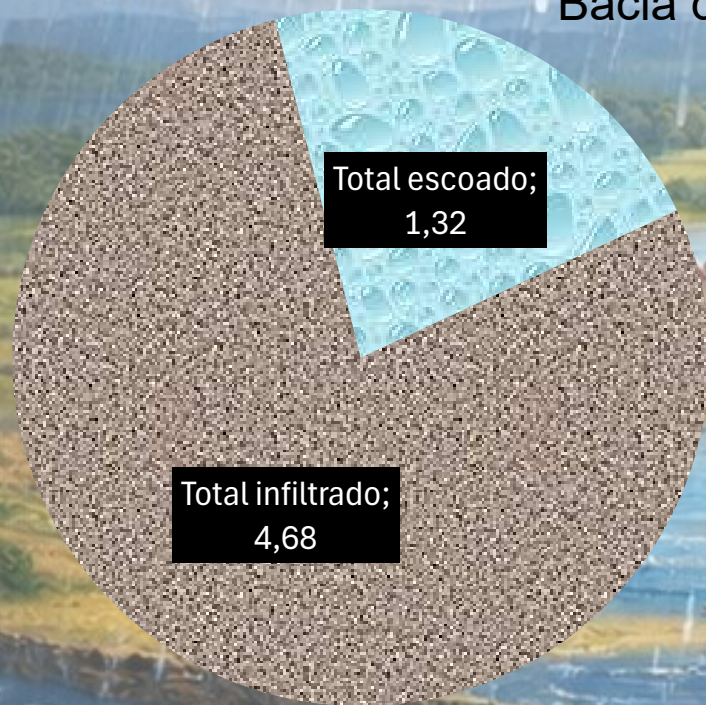
Uma parte infiltra, outra parte esco.

Da Mata & Falcetta (2026) (Adaptado)



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

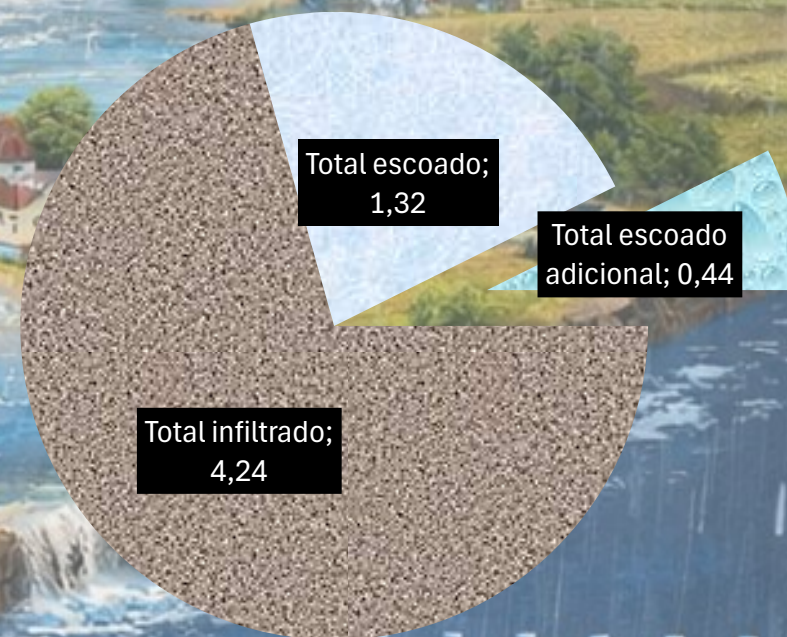
Bacia do ribeirão Eusébio – Franco da Rocha – SP



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

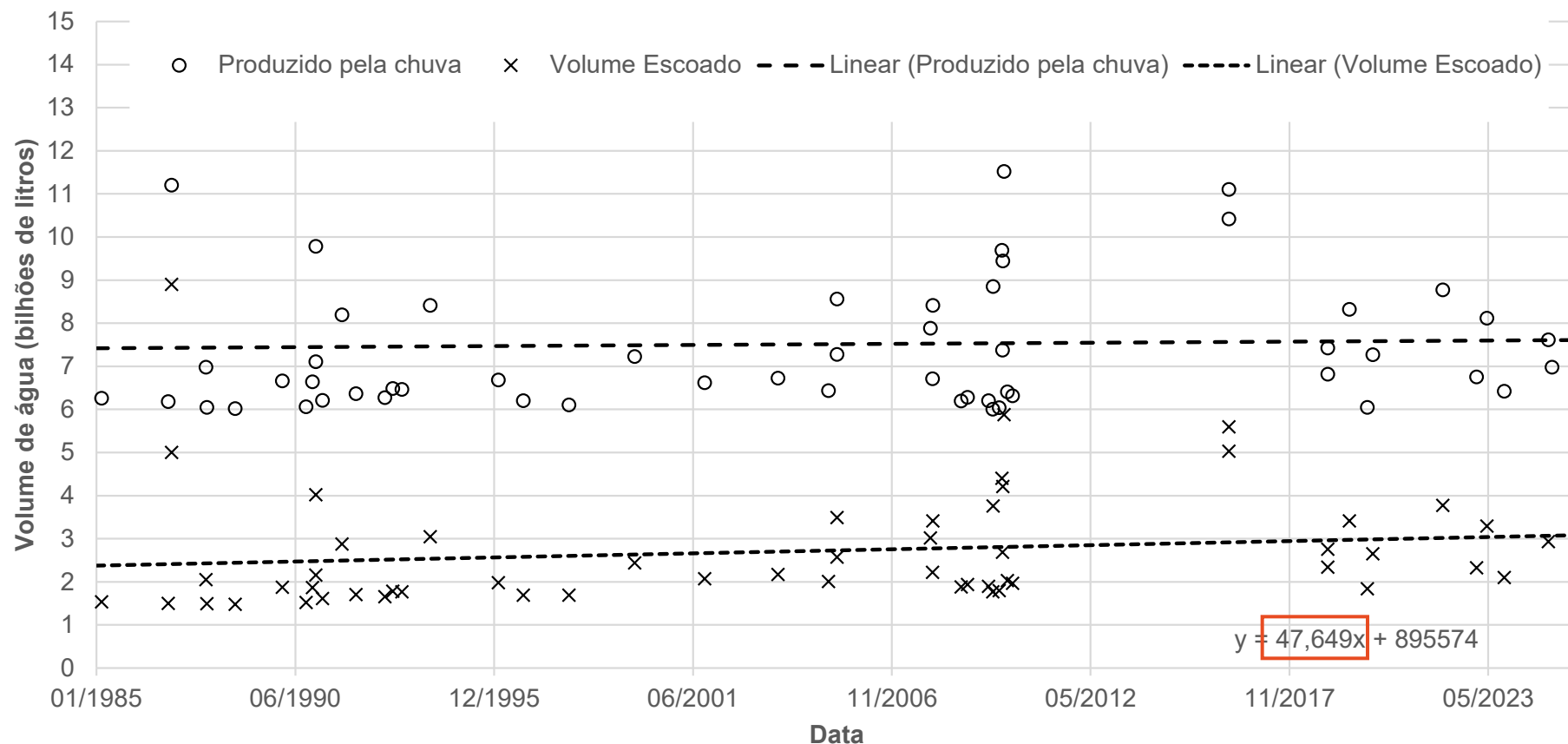


2024 (Área urbanizada: 44,5%)

* 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.**

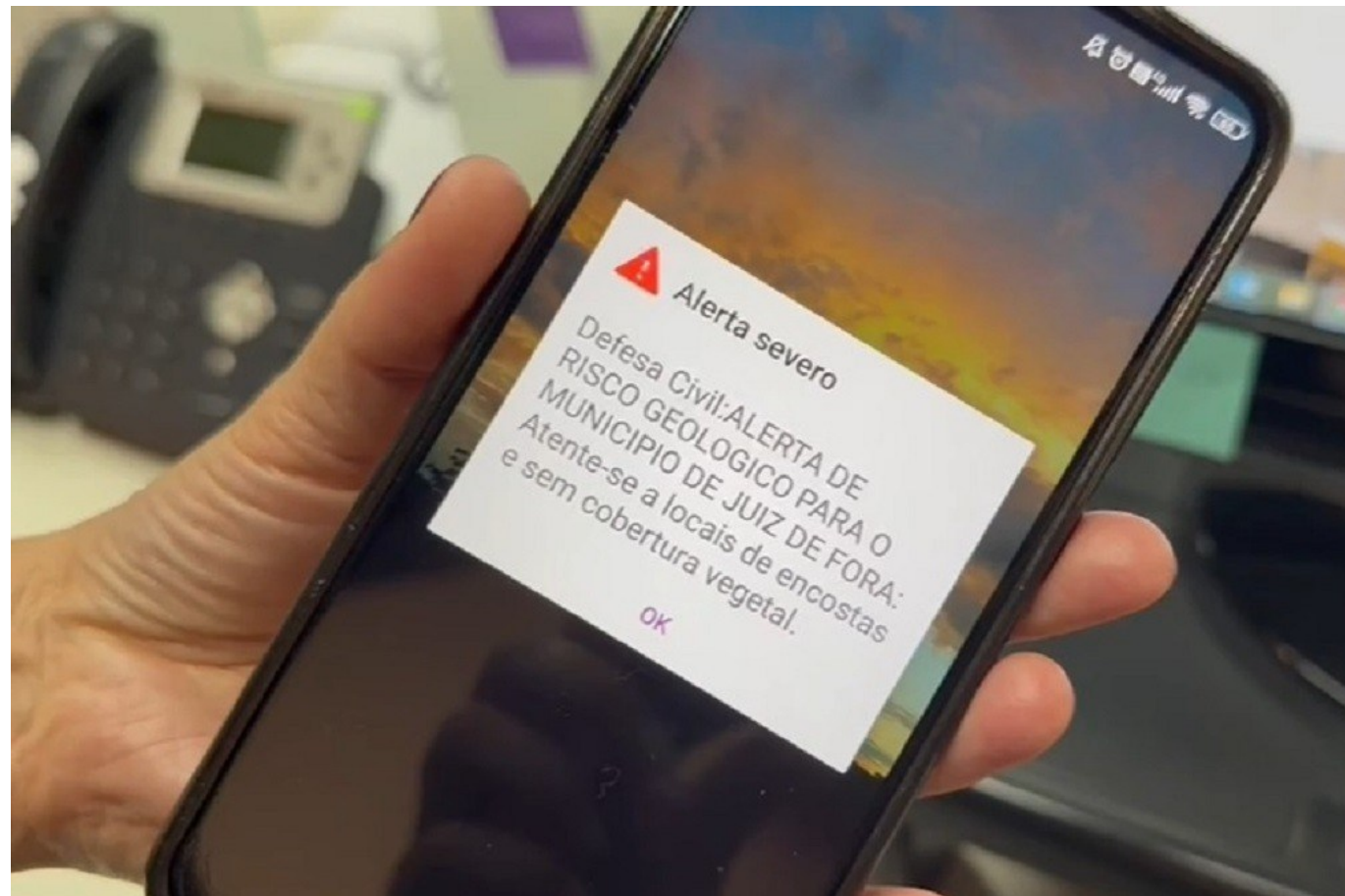
Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

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.**



Como tornar nossas cidades mais resilientes a inundações?

Parêntese: chuva de 08/03/2026
no Ipiranga

Acumulado de chuva medido:
106 mm entre 16h e 17h.

Piscinão R2-Aliomar
Baleeiro/Deputado Jooji Hato
com capacidade de 200 milhões
de litros transbordou.

Estimativa é que o volume
precipitado tenha sido o dobro da
capacidade.



Extremos Climáticos e Cidades Resilientes

*Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias
hidrográficas*



Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas

Técnicas de drenagem urbana precisam **resgatar a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas**. Cidades “esponja”.

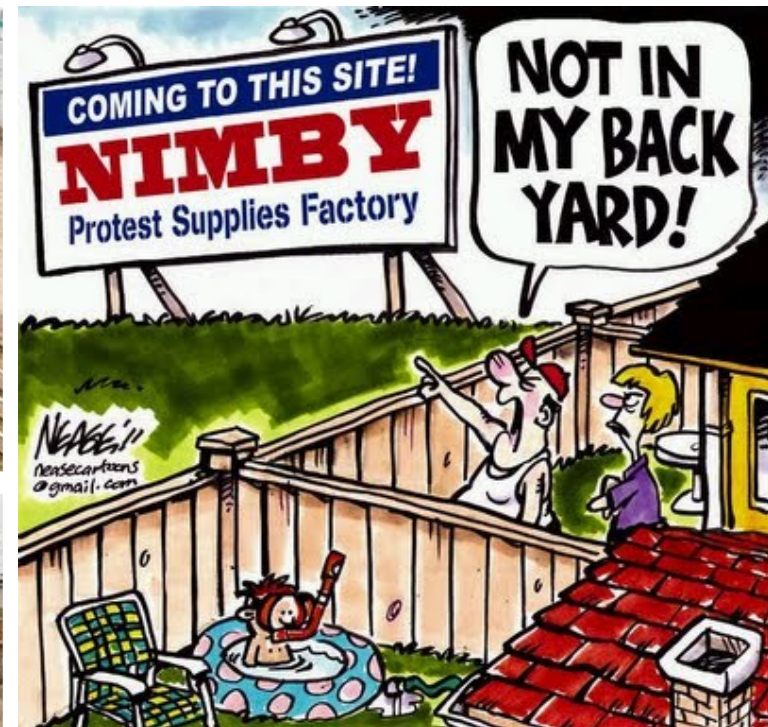
Como fazer isso? Duas abordagens:

Infraestrutura cinza: reservatórios de retenção de água (piscinões)

Infraestrutura verde ou soluções baseadas na natureza: pavimentos e telhados permeáveis, aumento das áreas com capacidade maior de infiltração, renaturalização de áreas de várzea (rios e córregos), parques lineares, jardins de chuva etc.

Desafio a ser encarado com a participação da sociedade e do poder público: população como agente transformadora do paradigma atual. Objetivo é **conviver** com as cheias urbanas sem que haja prejuízo para a cidade e seus residentes.

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas



Os piscinões são sujeitos ao efeito do “nimbismo”.

A solução é boa, mas “não no meu quintal!”

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas

Renaturalização de rios e córregos



Madrid, rio Manzanares

Madrid destrói avenida em marginal para construir parque linear de 42 km.

Antes: 200 mil carros/dia

Depois: onze áreas de lazer infantis, seis áreas de lazer para jovens e adultos, trinta quilômetros de ciclovias, 253 mil metros quadrados de áreas livres, 33 mil novas árvores e 429 hectares de zonas verdes.

A obra levou 4 anos (de 2007 a 2011)

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas

Parques lineares

Soluções que **ajudam a iniciar o processo de renaturalização** ou coíbem a completa tomada do curso d'água pela cidade.

São possíveis em áreas onde o tecido urbano ainda não incorporou o córrego para si.

O **custo é menor**, os **ganhos são significativos**: há uma redução no aporte de sedimentos pelo curso d'água, uma melhora na qualidade da água e a quantidade de lixo diminui significativamente.

Chaves para o sucesso: a medida funciona melhor em cursos d'água de pequeno a médio porte, **a população precisa estar envolvida desde a concepção do projeto**.

A população que participa entende a utilidade do projeto e passa a defendê-lo.

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas



Ribeirão das Pedras , Campinas (Antes e Depois)

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas

Parques lineares Tiquatira e Itaquera, na cidade de São Paulo



Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas

Jardins de chuva

Menores mas **não por isso menos importantes**, jardins de chuva podem ajudar a resgatar a capacidade de infiltração das bacias hidrográficas.

Podem ser idealizados pelo **poder público** ou organizados por cooperativas de moradores, associações de bairros, ONGs...

Eventualmente, os governos podem **incentivar empreendedores imobiliários a implantarem jardins de chuva em seus loteamentos**.

Uma solução simples que ajuda a melhorar a qualidade da água e aumenta a capacidade de infiltração das áreas impermeáveis nas avenidas de fundo de vale, por exemplo.

Resgatando a capacidade natural de controle de cheias das bacias hidrográficas



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!

Evento de inauguração: 19/05/2026 – No IPT

**Obrigado pela
oportunidade!**

Vamos juntos :)

falcetta@ipt.br



