



# Planejamento de Sistemas de Drenagem e Águas Pluviais em São Paulo

Luiz Fernando Orsini Yazaki  
26 de fevereiro de 2012

# Principal Instrumento de planejamento: Plano Municipal de Gestão de AP



- Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP)
  - Desenvolvimento institucional
  - Planejamento e gestão
  - Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

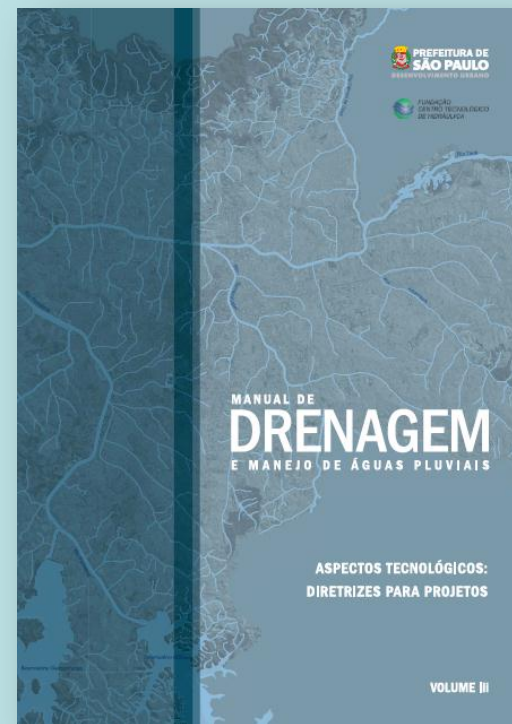
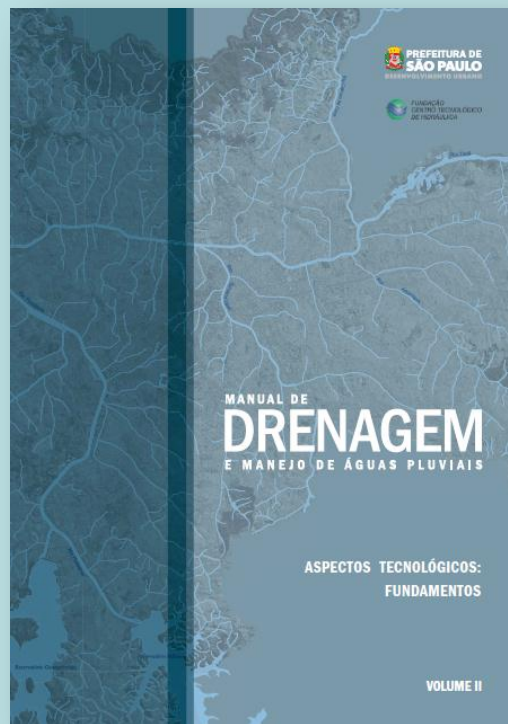
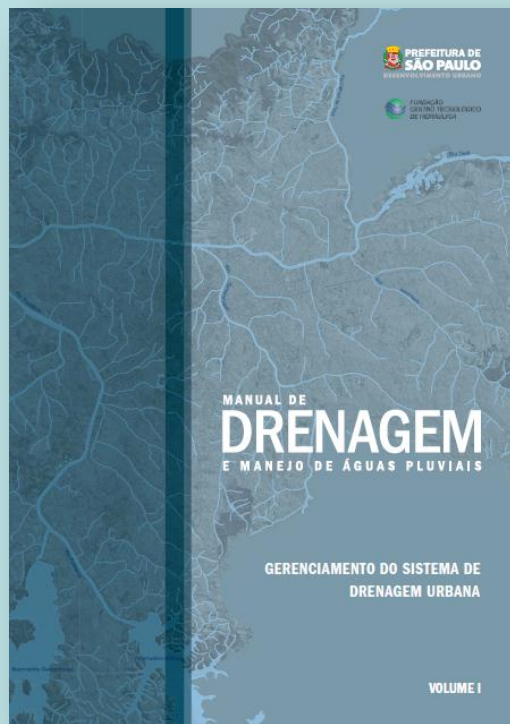
**disponível na SMDU**

**disponível em [aguaspluviais.inf.br](http://aguaspluviais.inf.br)**

**Versão ampliada disponível em maio/2015**

- Carta hidrográfica do município

# Manual de Drenagem



Gerenciamento

Aspectos Técnicos  
Fundamentos

Aspectos Técnicos  
Diretrizes para projetos

# Ações de Desenvolvimento Institucional, Planejamento e Gestão

8 volumes





# Destques do



## Desenvolvimento Institucional

- Relacionamento institucional com órgãos de outros entes da federação
- **Normatização para o controle do escoamento na fonte**
- **Zoneamento de inundação**
- Fontes de financiamento
- Revisão dos critérios hidrológicos
- Revitalização de corpos hídricos
- Wetlands construídas
- Projetos integrados de sistemas de águas pluviais e esgotos sanitários
- Comunicação social e educação ambiental
- Fichas de ações

## Planejamento e Gestão

- Indicadores de desempenho
- Cadastro da rede de águas pluviais
- Mapeamento e caracterização dos pontos críticos de inundação
- Regulamentação das regiões territoriais administrativas
- Plano de manutenção
- Plano de contingências
- Monitoramento
- Licenciamento ambiental
- Controle e fiscalização
- SISDREN
- Fichas de ações

- Quantidade
- Qualidade

## **CONTROLE DE ESCOAMENTO NA FONTE**

# CONTROLE DE QUANTIDADE

## ÁREA PRIVADA



25 L/s.ha

158 L/s.ha

## ÁREA PÚBLICA



158 L/s.ha

25 L/s.ha

$$MC \rightarrow Vol = f(158 - 25)$$

25 L/s.ha atendendo aos padrões de qualidade

CORPO HÍDRICO RECEPTOR

# CONTROLE DE QUALIDADE

## ÁREA PRIVADA



## ÁREA PÚBLICA



Cv

Ci

Ci

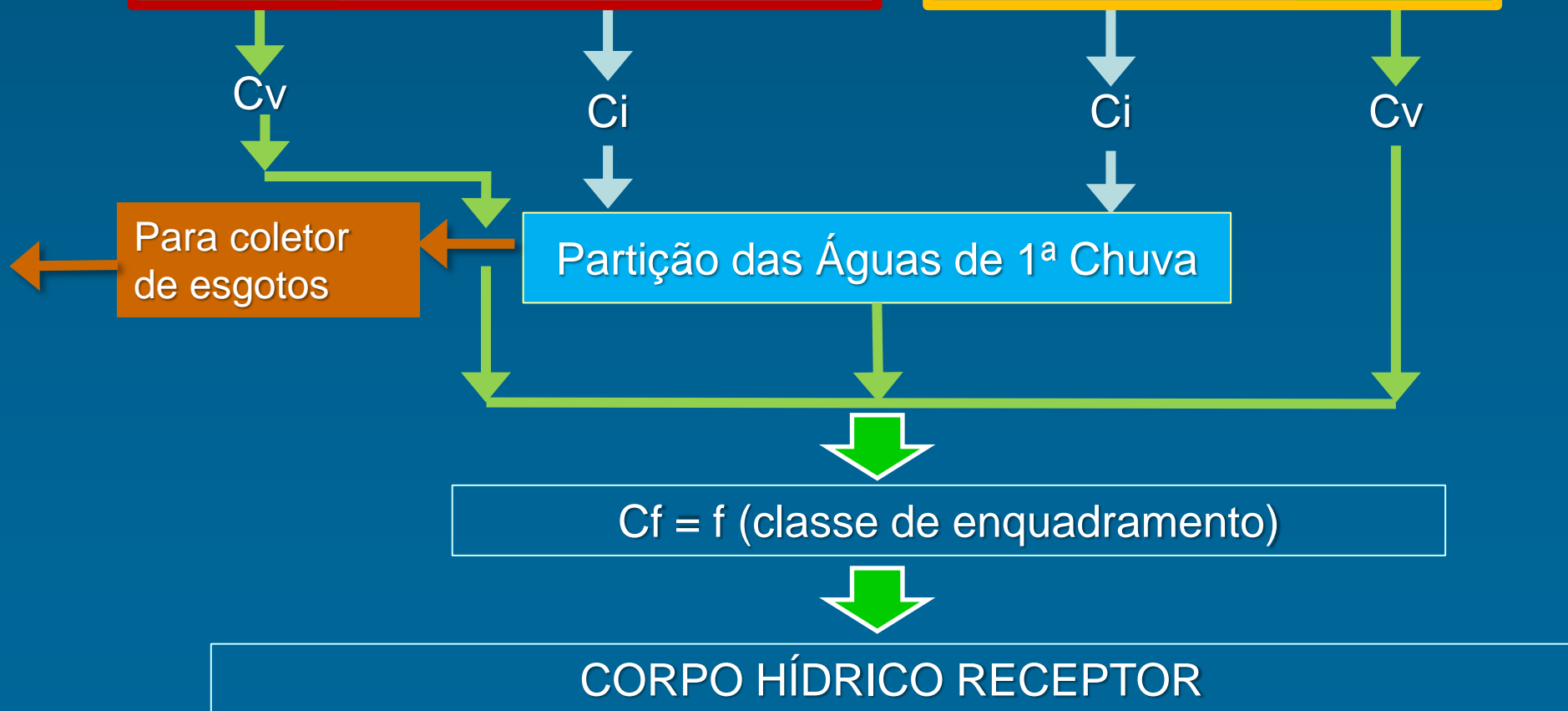
Cv

Para coletor  
de esgotos

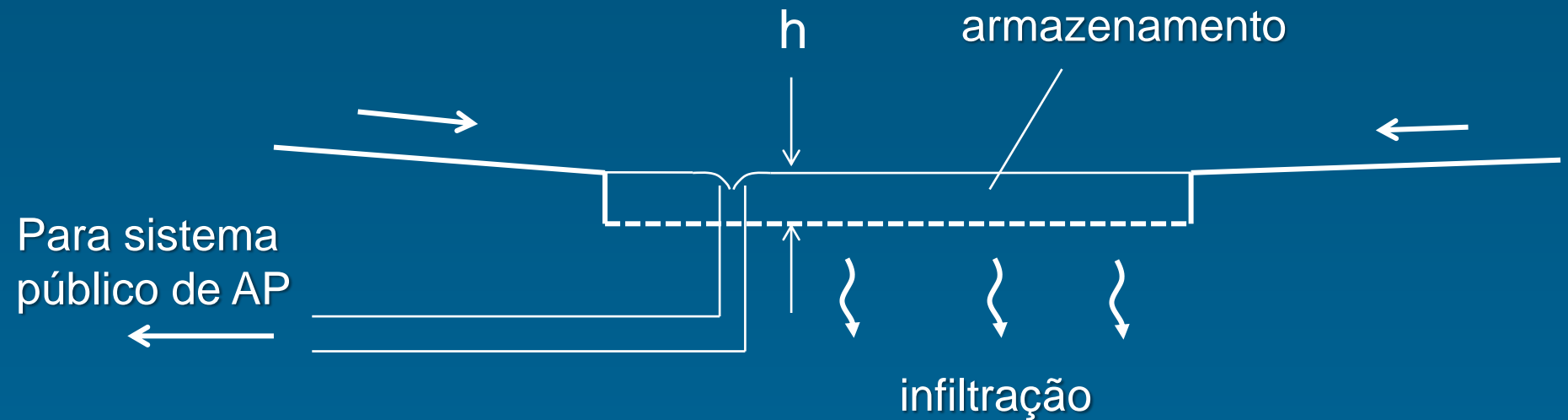
Partição das Águas de 1ª Chuva

Cf = f (classe de enquadramento)

CORPO HÍDRICO RECEPTOR



# Princípios do controle na fonte



Ex: Área total = 10.000 m<sup>2</sup>; área jardim = 2.000 m<sup>2</sup>;  $h_{\text{chuva}} = 30 \text{ mm}$

$$h = h_{\text{chuva}} \times \frac{A_t}{A_j} \Rightarrow h = 30 \text{ mm} \times \frac{10.000}{2.000} = 150 \text{ mm}$$



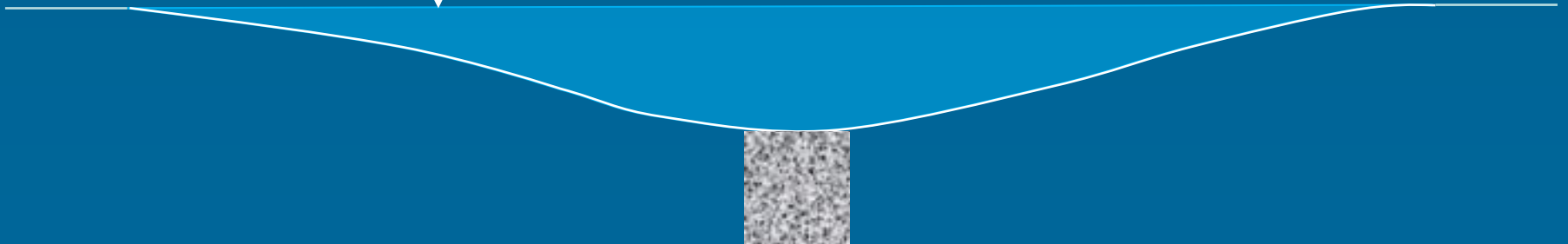
# Praça-reservatório



Bolonia, It, 2006



NA Máximo



# Opções para Estacionamentos



Filtro



Reservatório de detenção



# Opções para Estacionamentos

---

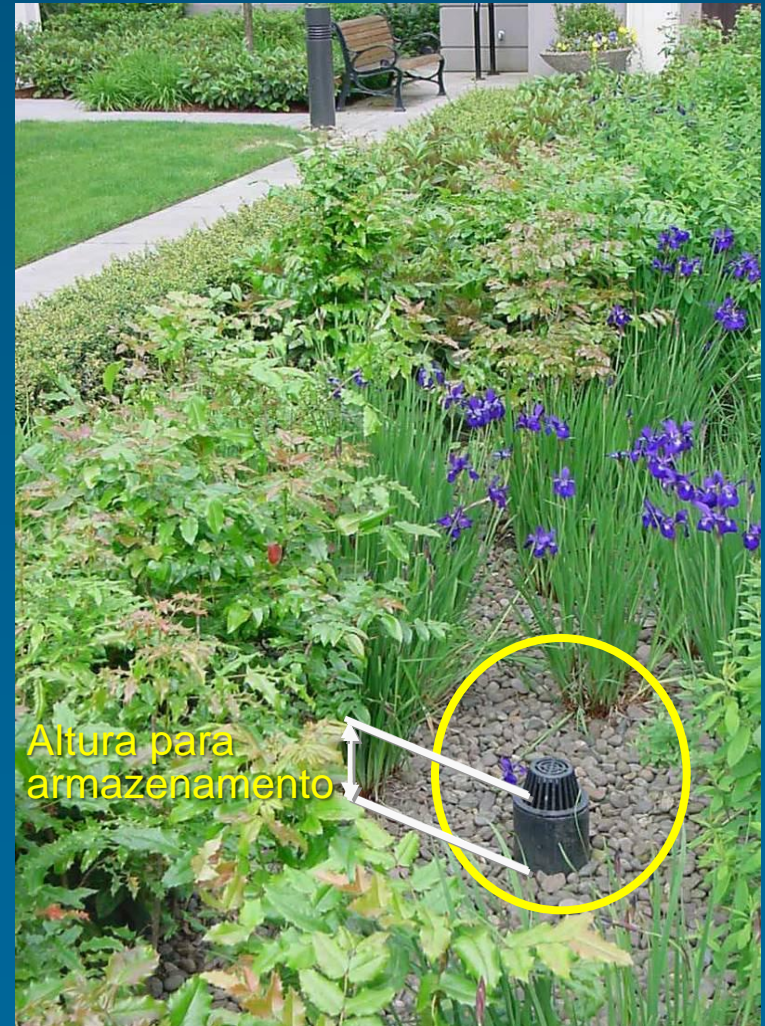


Portland, EUA

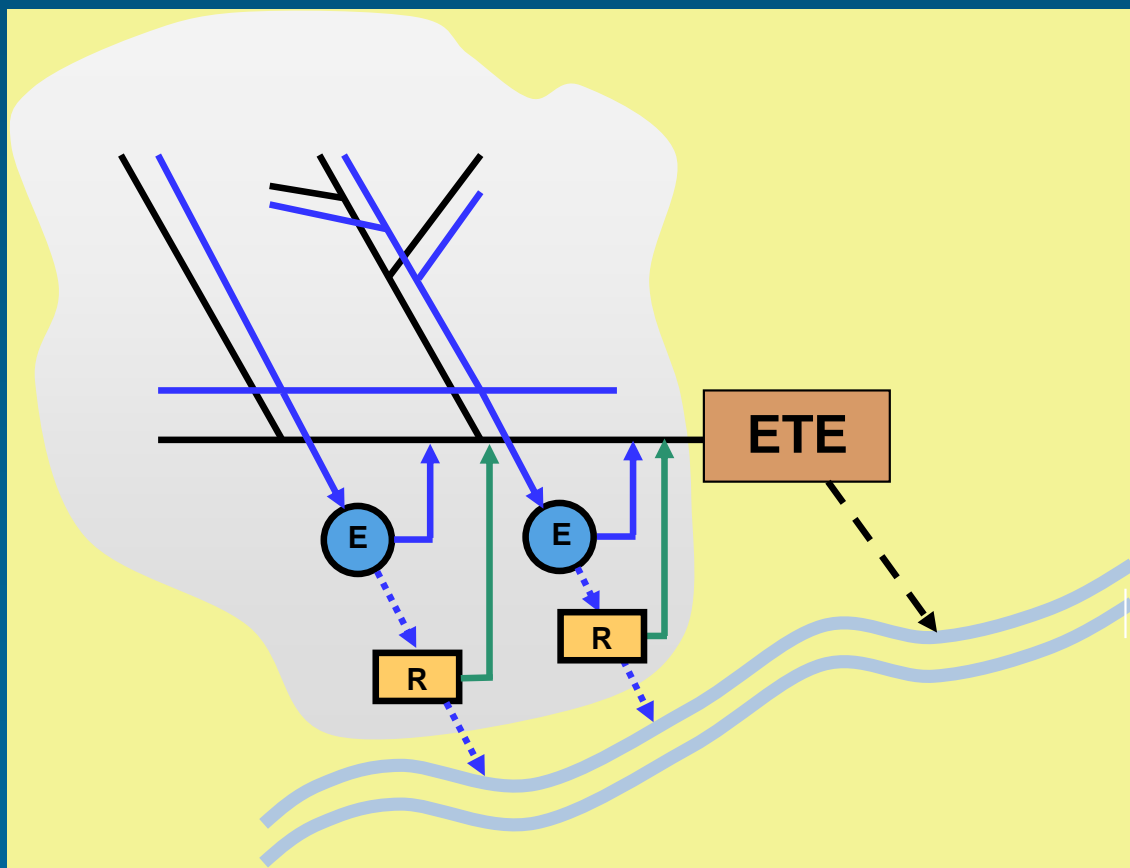




# Jardim com reservação e biorretenção



# Sistema separador de drenagem e esgotos com extravasor e reservatório



Lançamento no rio:

= Parcela diluída das  
águas de chuva

Para a ETE:

= Esgoto

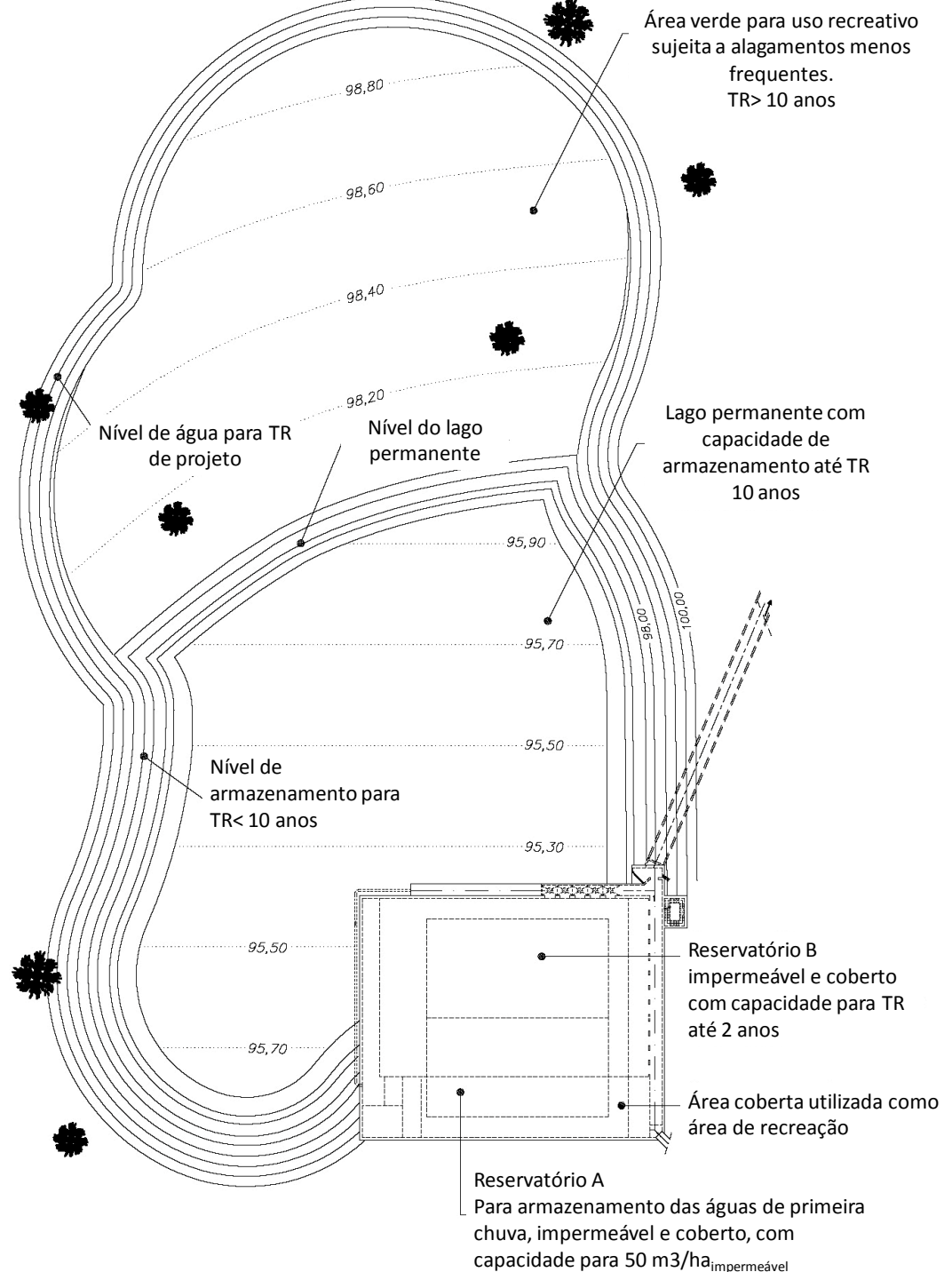
+ Vazão de base

+ Águas de 1ª chuva



## Reservatório de amortecimento com sistema de separação das águas de primeira chuva

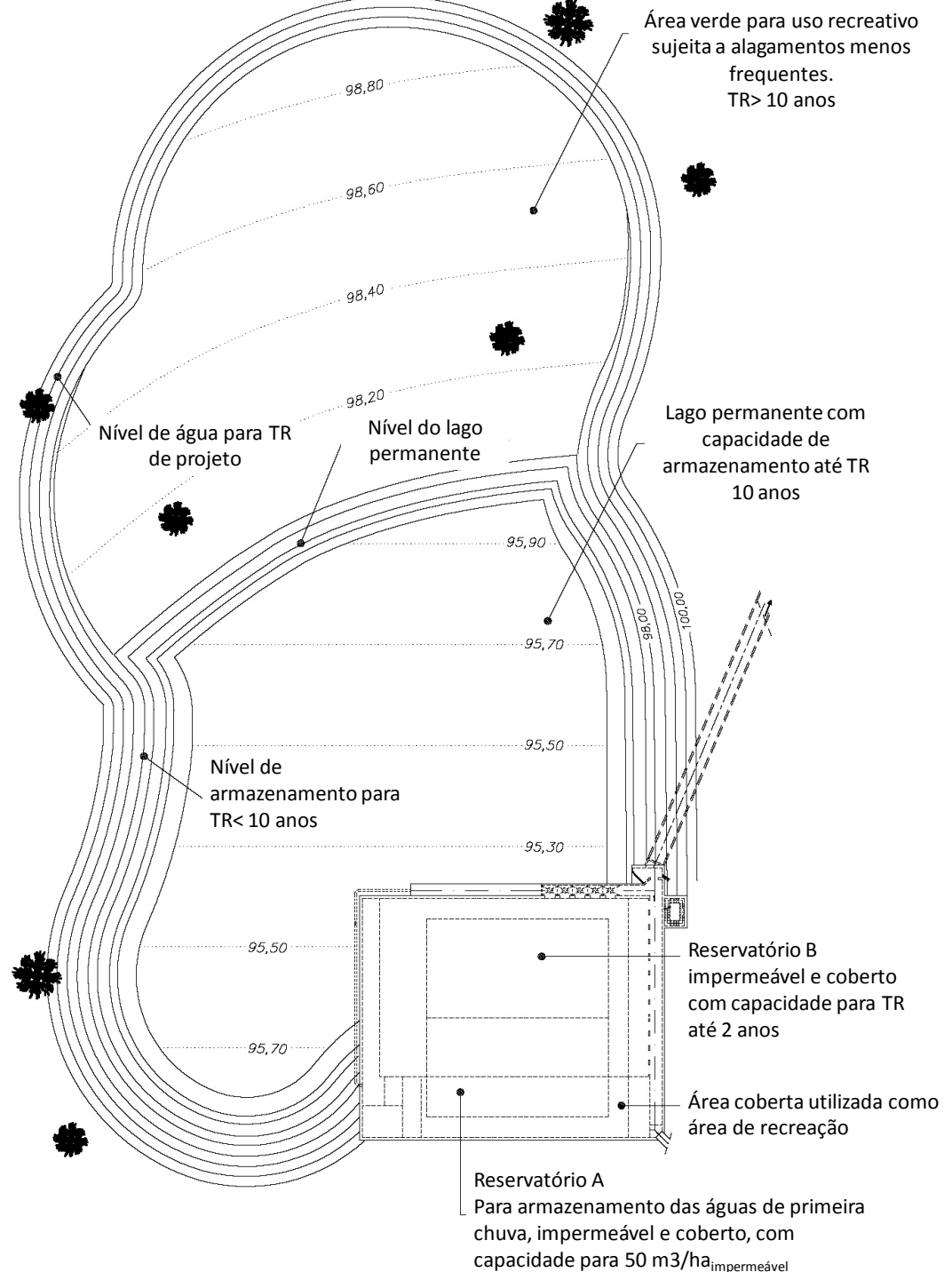
- Os primeiros 5 mm são reservados em um reservatório fechado e encaminhados para estação de tratamento.
- O volume correspondente a TR 2 anos é armazenado em reservatório fechado.
- O volume para TR até 10 anos ocupa uma parte aberta onde há uma lagoa permanente.
- Volume maior que TR 10 anos até TR 50 anos ocupa uma área verde, normalmente utilizada como área de lazer e contemplação.



# Reservatório de amortecimento com sistema de separação das águas de primeira chuva

## Volumes aproximados

- Volume total para amortecimento de cheias = 1.200 m<sup>3</sup>/ha (TR 100 anos).
- Vol. para controle da poluição difusa = 25 a 50m<sup>3</sup>/ha de área impermeável.
- Exemplo:
- Área da bacia = 1 ha
- Impermeabilização = 85%
- Vol. total do reservatório = 1.200 m<sup>3</sup>
- Vol. do reserv. de água de 1<sup>a</sup> chuva = 21 a 42 m<sup>3</sup>

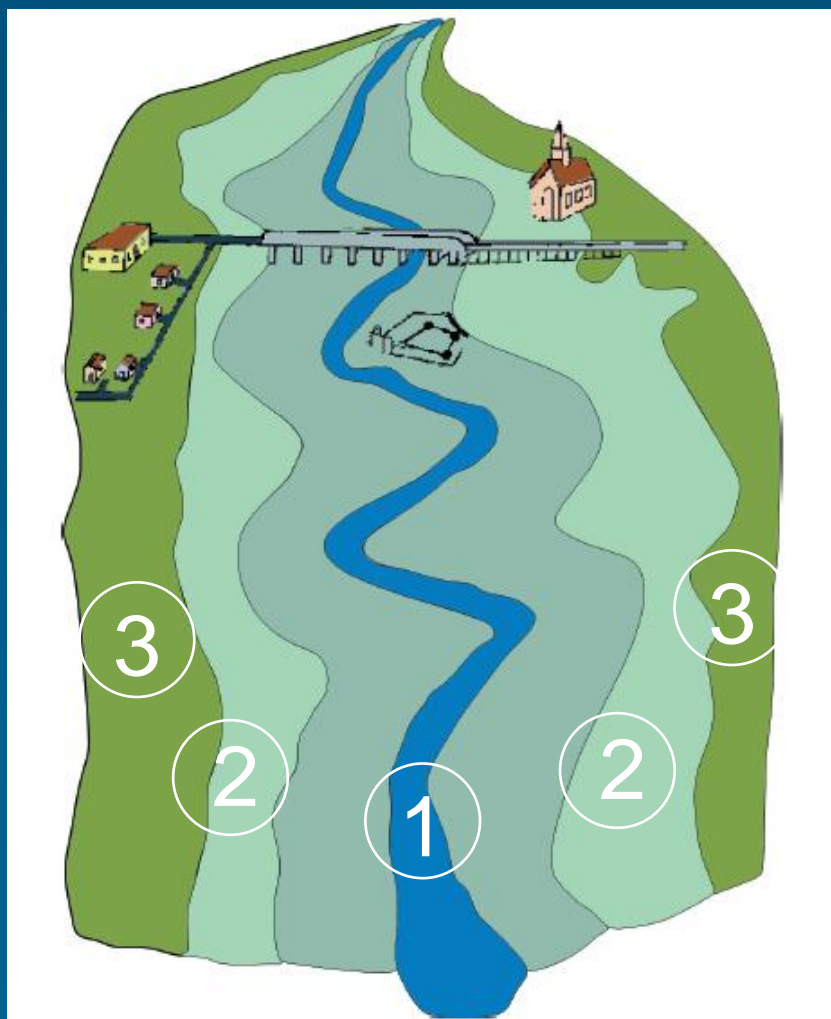




# **ZONEAMENTO DE INUNDAÇÃO**



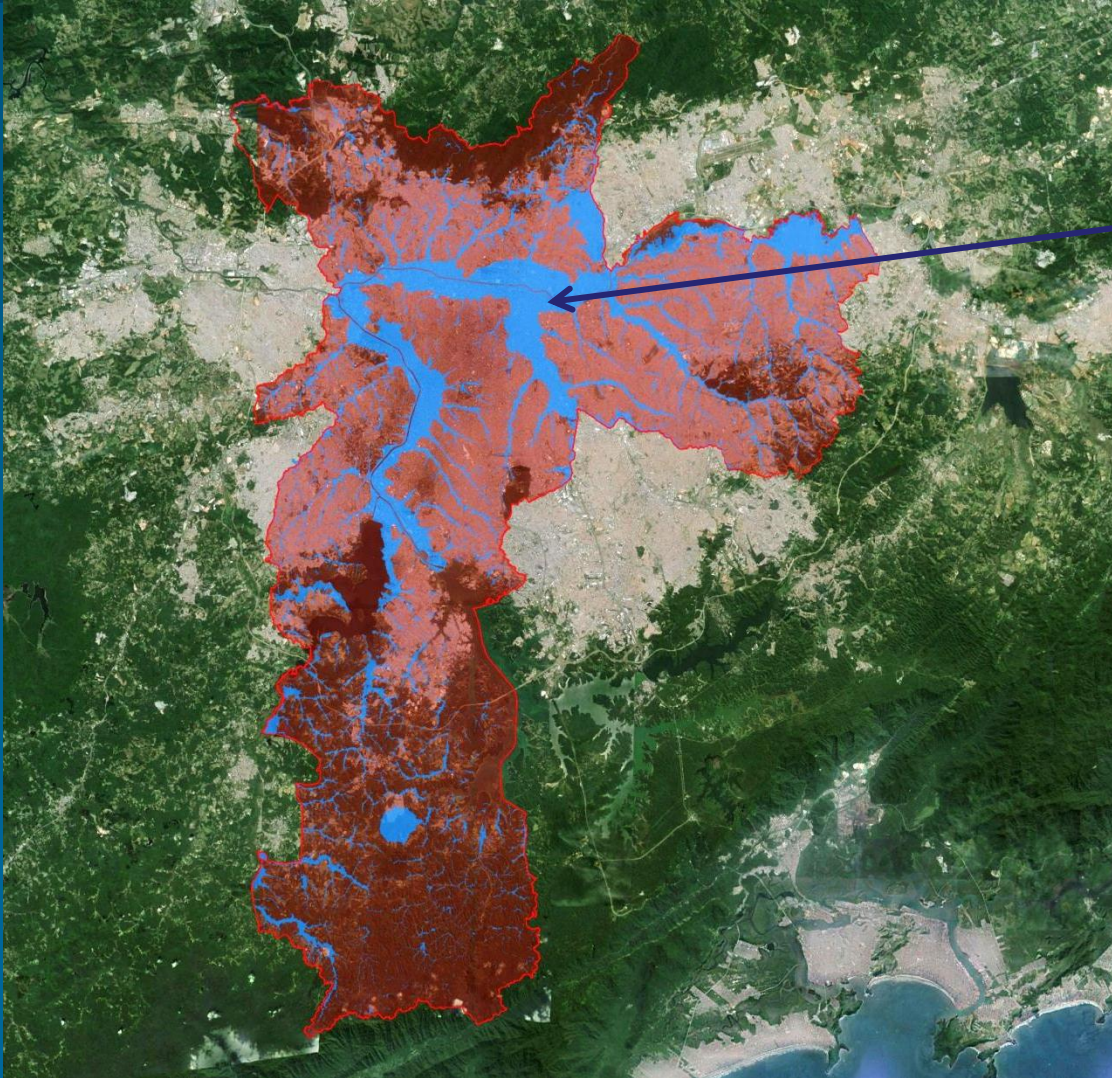
# Zoneamento de Áreas de Inundação



- 1 Ocupação Proibida ou convivência com cheias de alta frequência
- 2 Ocupação Restrita ou convivência com cheias de menor frequência
- 3 Ocupação Livre



# Áreas sujeitas a inundações naturais



Planície aluvial

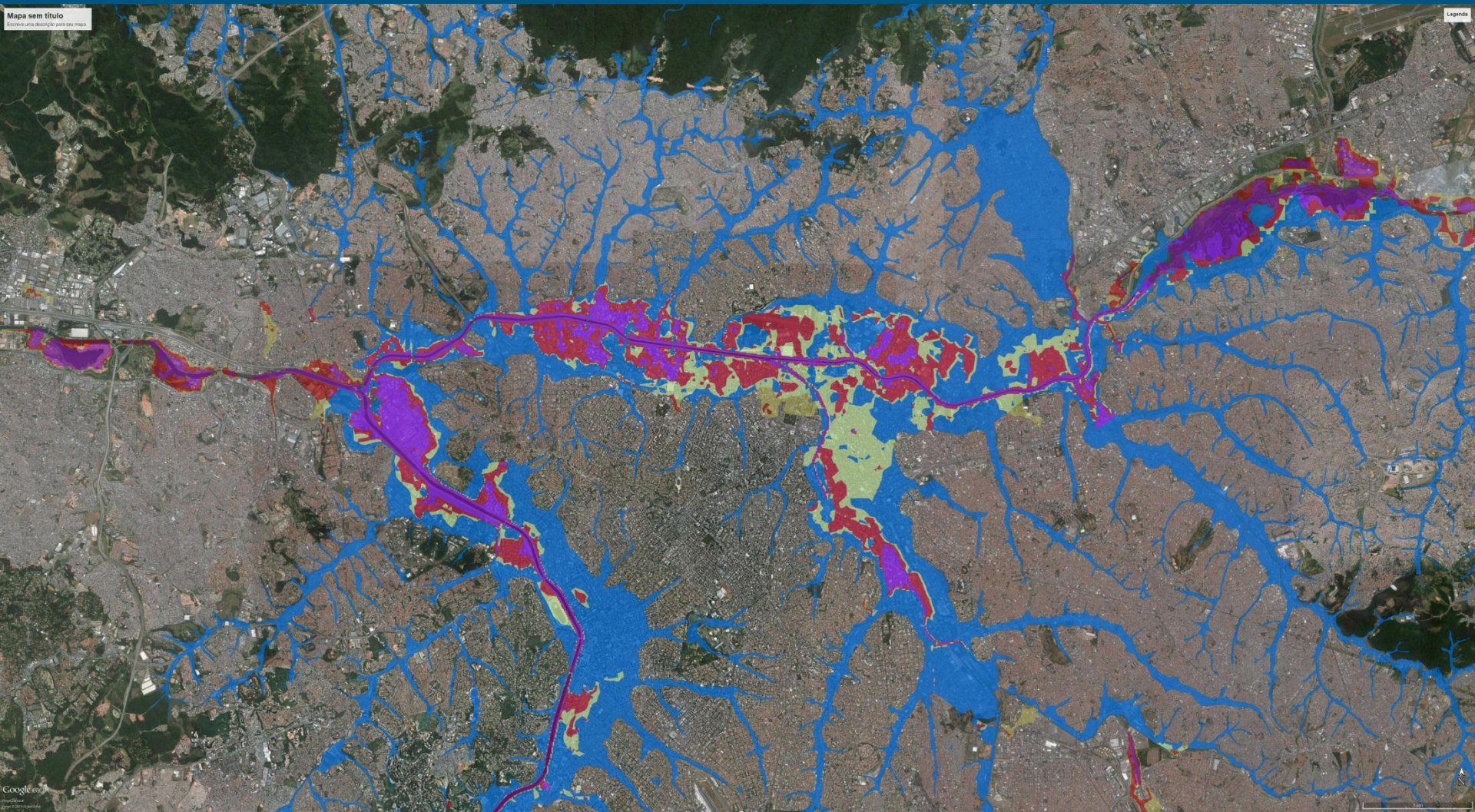


# Planície aluvial





# Planície aluvial com manchas de inundação do PDMAT 3

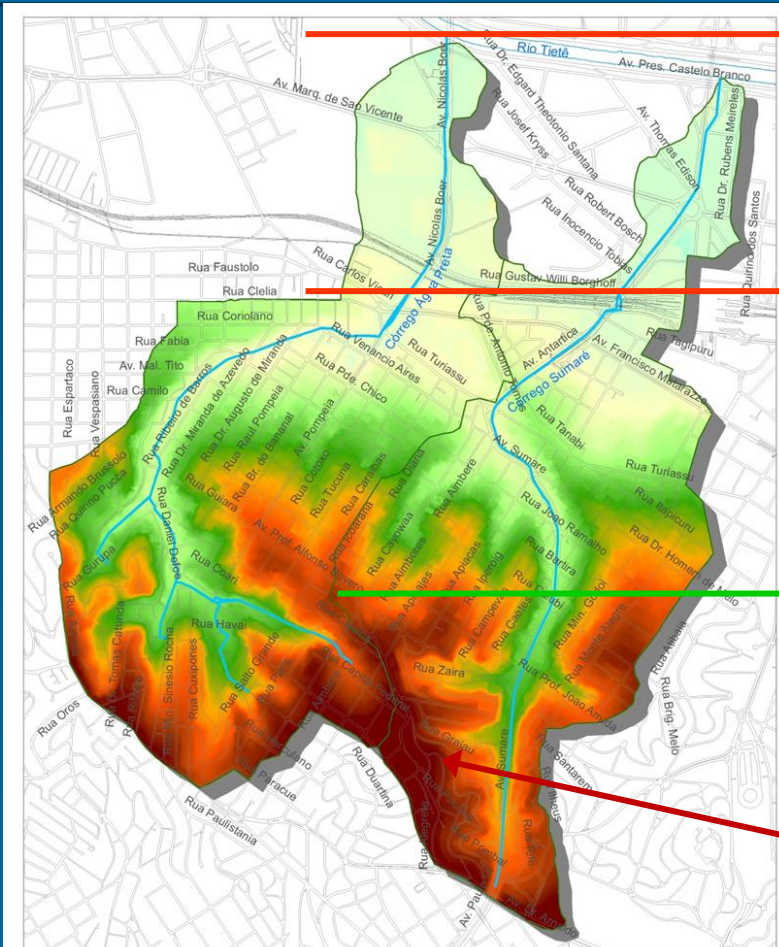








# Exemplo: Água Preta - Sumaré



Planície aluvial

Zona propícia à infiltração e armazenamento

Zona alta

## Legenda

- Rede de Drenagem Atual
- Limite da Bacia
- Viário
- Linha Férrea

## Elevação (m)



Fonte: Mapa Digital da Cidade (MDC), GeoCONVIAS e Projetos MAUBER-COM e Planservi





# Solução Proposta



Obras de 1ª Etapa

- Rede de reservatórios lineares - Etapa 2
- ▲ Reservatório de detenção - Etapa 2
- ▲ Reservatório de detenção - Etapa 3

## Legenda

- Rede de Drenagem Atual
- Obras de Etapa 1
- Limite da Bacia
- Viário
- Linha Férrea
- Rede de reservatórios lineares - Etapa 2
- ▲ Reservatório de detenção - Etapa 2
- ▲ Reservatório de detenção - Etapa 3

Fonte: Mapa Digital da Cidade (MDC), GeoCONVIAS e Projetos MAUBER-COM e Planservi

N  
0 0,25 0,5 km

# Solução para planícies de inundação

Ao invés de apenas ampliar o sistema de drenagem, é possível também criar espaços públicos



**90% do tempo**



**10% do tempo**

# Reservatório de amortecimento a céu aberto

## Tempo seco

---



Consorzio di bonifica Dese Sile, Veneto, Itália, 2007



# Reservatório de amortecimento a céu aberto

## Chuva TR 2 anos

---



Consorzio di bonifica Dese Sile, Veneto, Itália, 2007

# Reservatório de amortecimento a céu aberto

## Chuva TR 25 anos

---



Consorzio di bonifica Dese Sile, Veneto, Itália, 2007

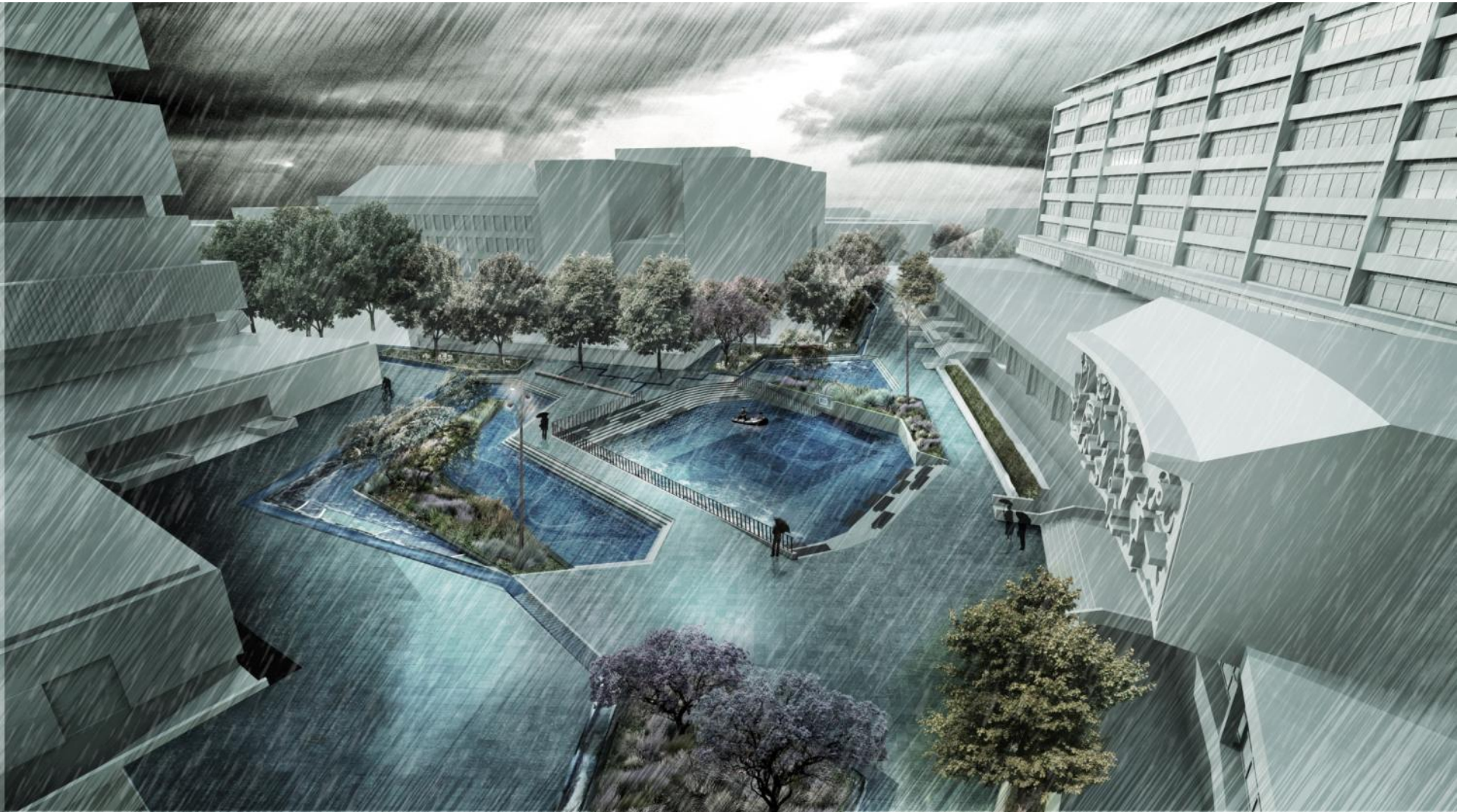


## Praça de água em tempo seco





## Praça da água durante chuva intensa





## Praça da água logo após a chuva



# Edificação projetada para áreas inundáveis

---





# Edificação projetada para áreas inundáveis

---

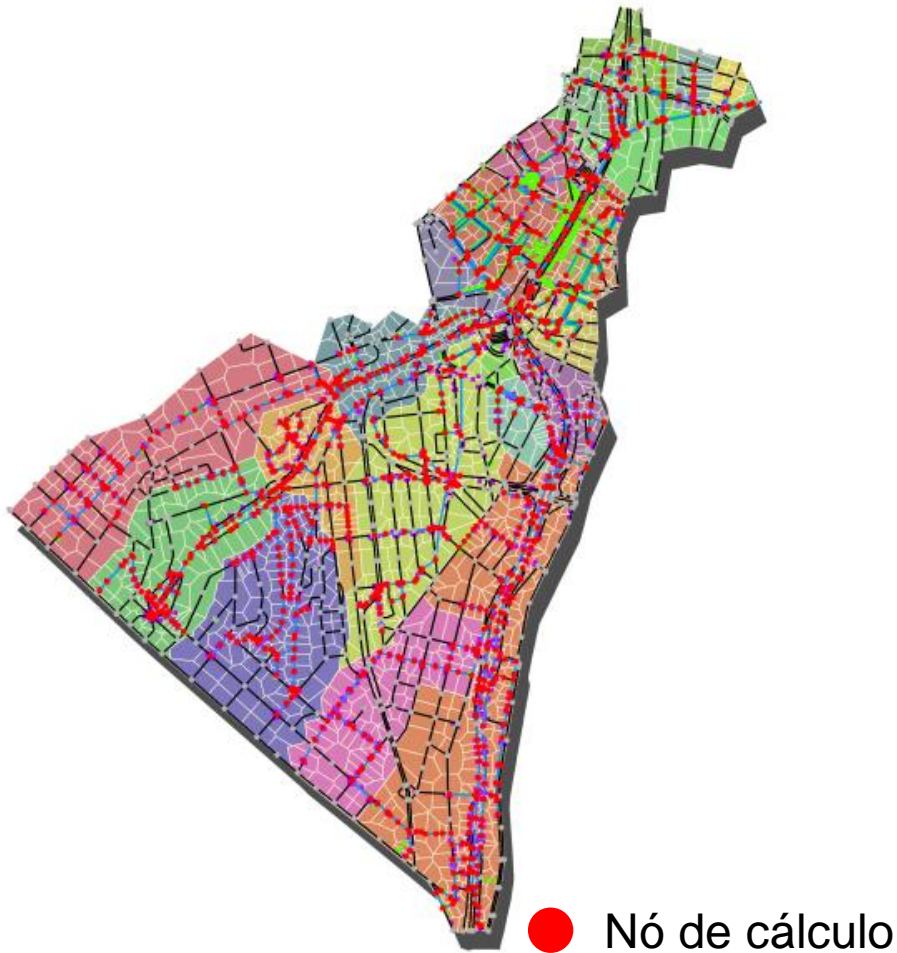


Exemplo de aplicação: bacia do Anhangabaú

# **FERRAMENTA DE TRABALHO**

# **MODELO MATEMÁTICO**

# Ferramenta de cálculo modelo matemático PC-SWMM



- Simula a rede subterrânea (galerias) junto com a superficial (ruas)
- Pode representar as manchas de inundação (2D) para a situação atual e para diversas alternativas



# Calibração do modelo matemático



Evento de 14/02/2013

- Duração: 3,2h
- Volume: 19,4mm à 46mm
- Período de Retorno: 1,6 anos
- Intensidade Máxima: 30mm/h à 81mm/h

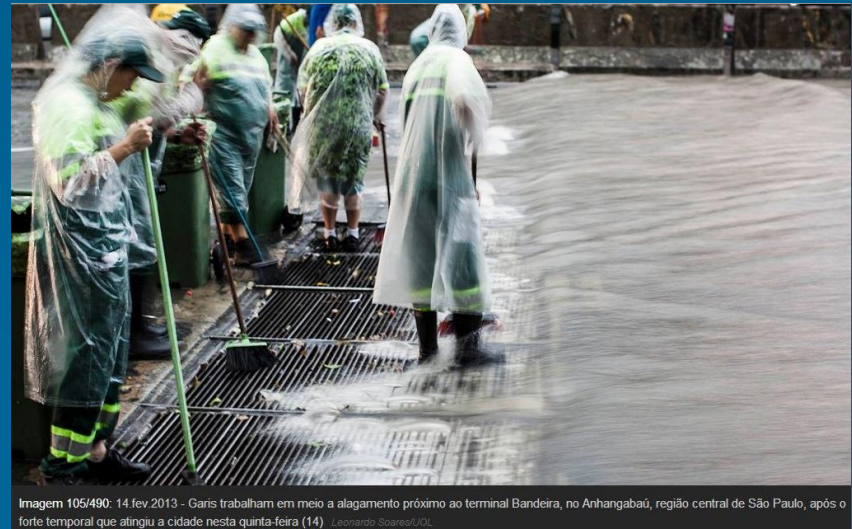
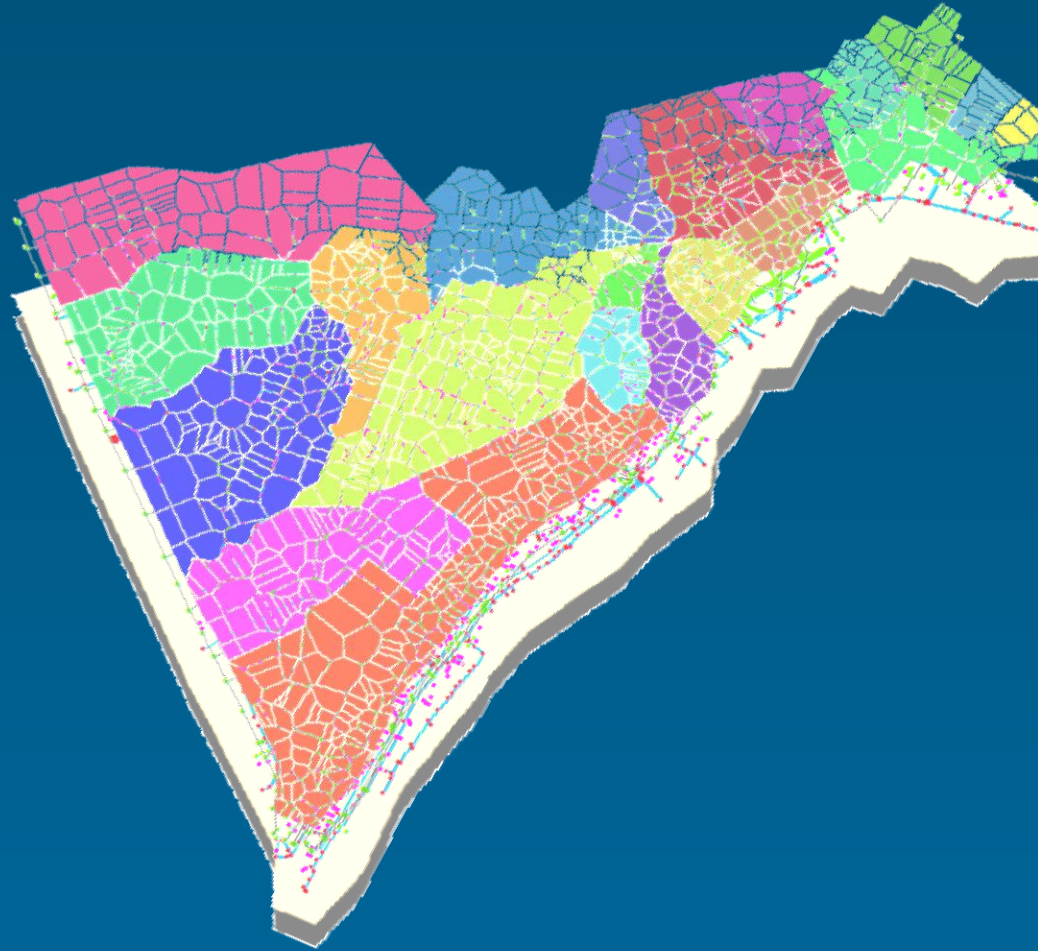


Imagem 105/490: 14.fev.2013 - Garis trabalham em meio a alagamento próximo ao terminal Bandeira, no Anhangabaú, região central de São Paulo, após o forte temporal que atingiu a cidade nesta quinta-feira (14) Leonardo Soares/UOL



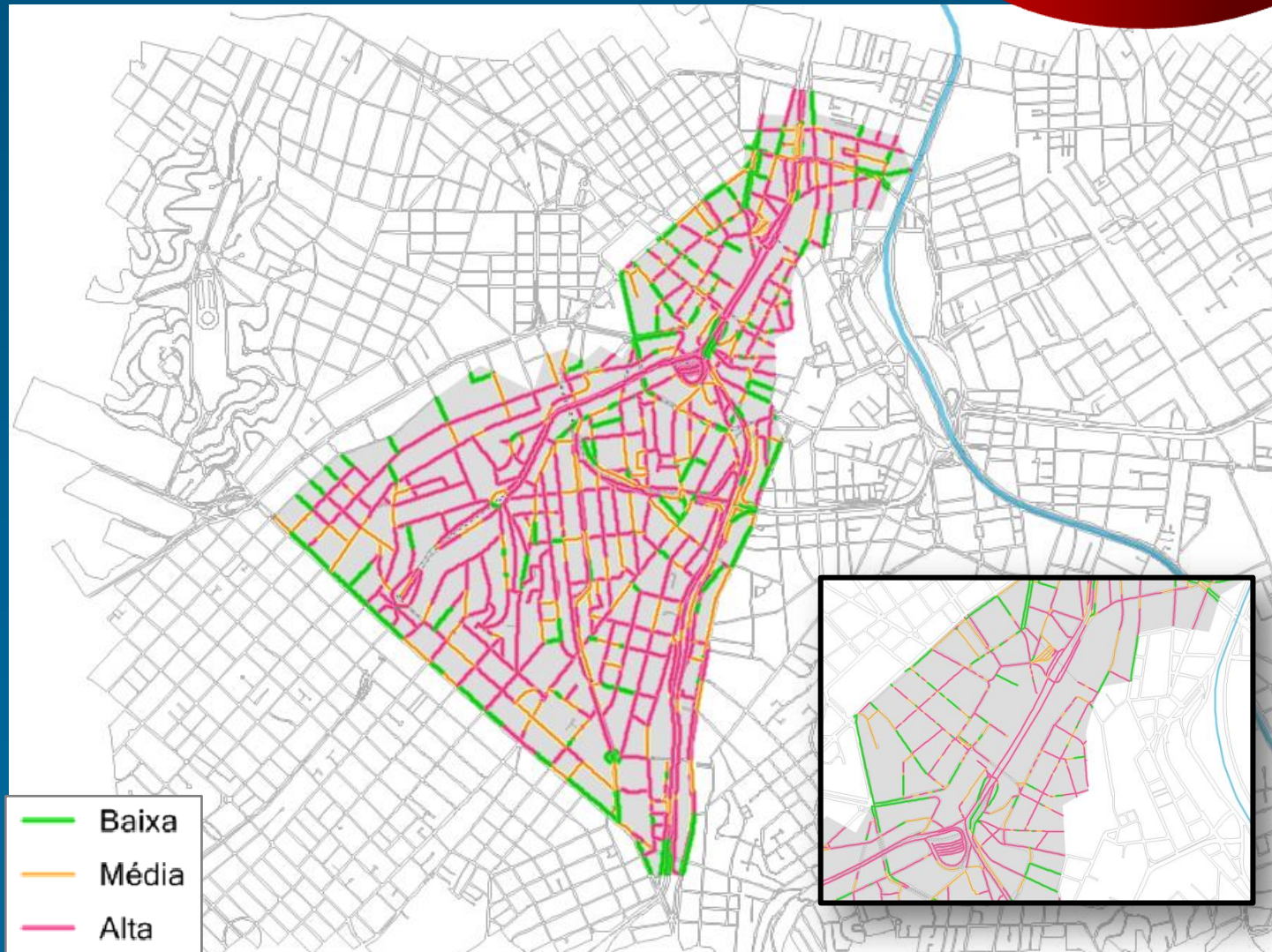
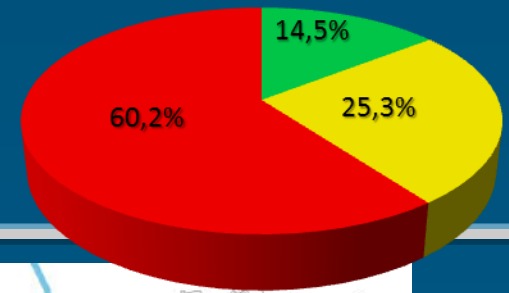
Sete de dados financeiros  
1.369 pontos de dados  
6023 pontos de dados



Camadas de Modelagem

# Periculosidade - TR 25 anos

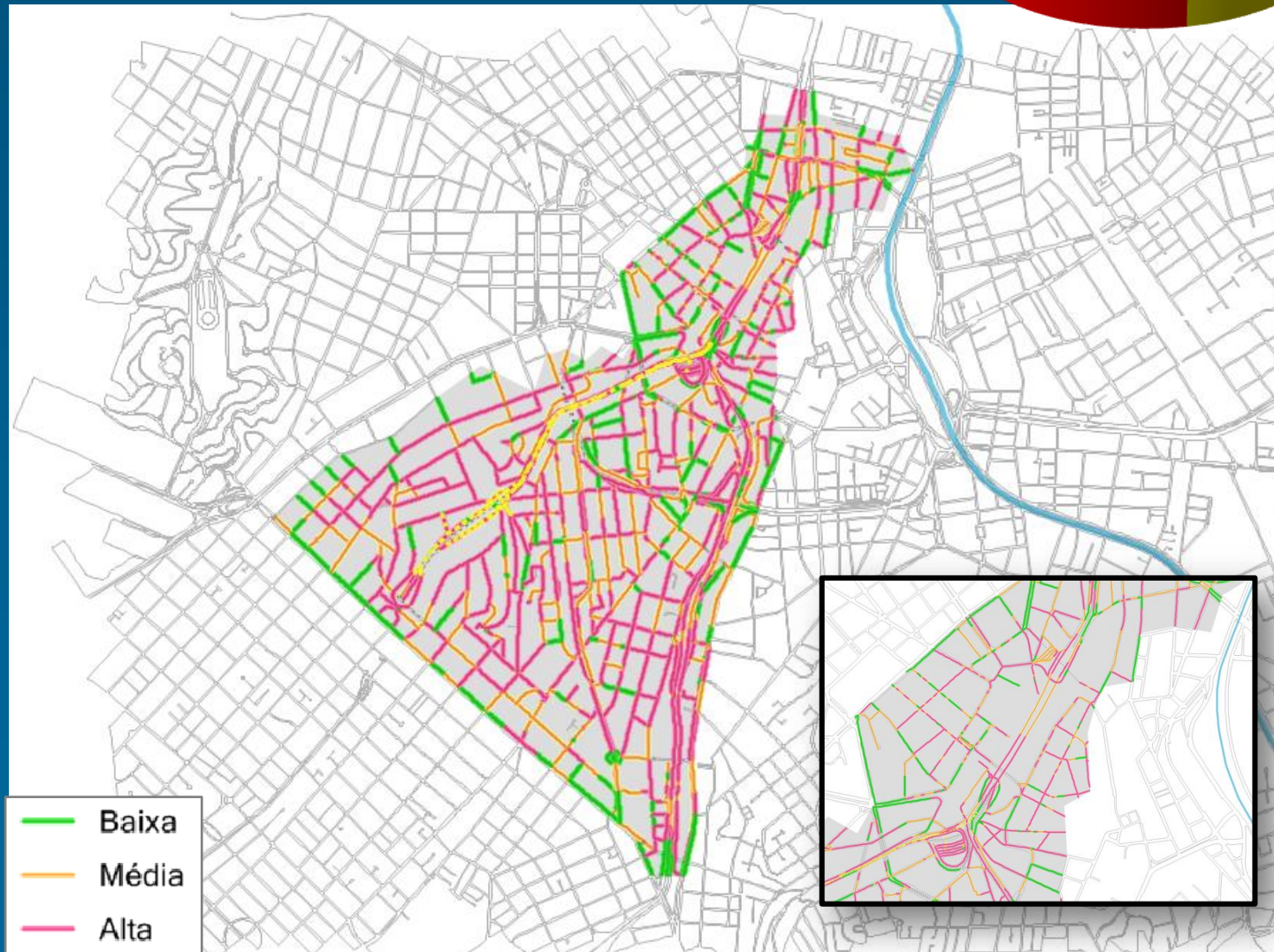
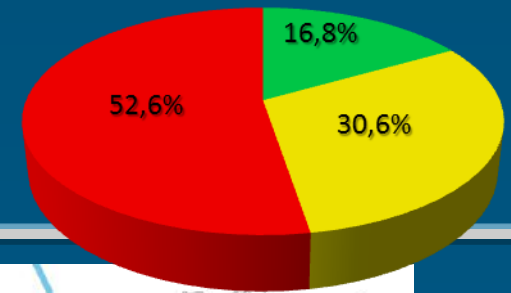
## Situação Atual





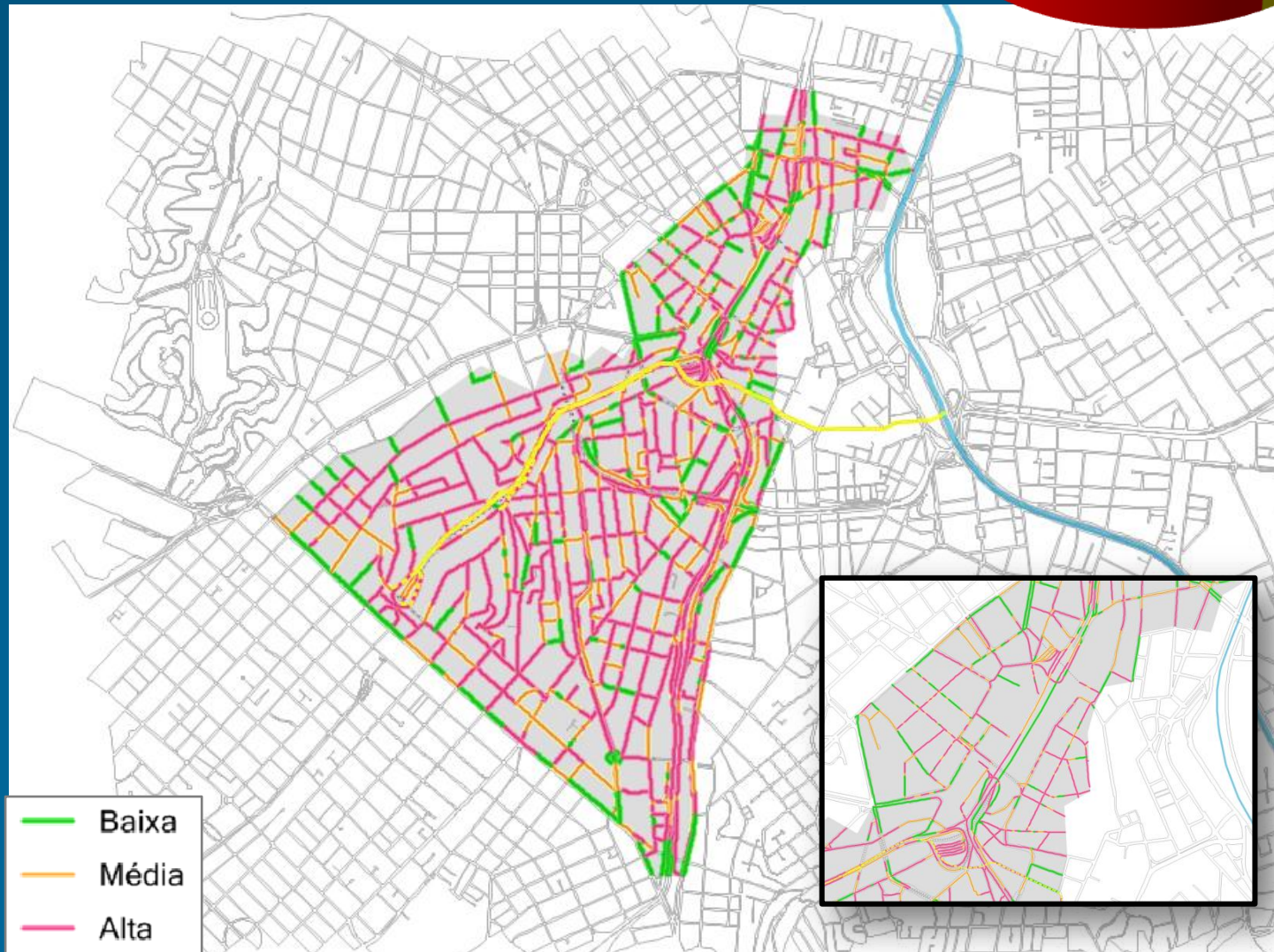
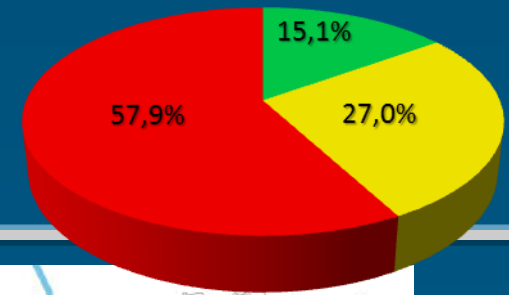
# Periculosidade - TR 25 anos

## Alternativa A



# Periculosidade - TR 25 anos

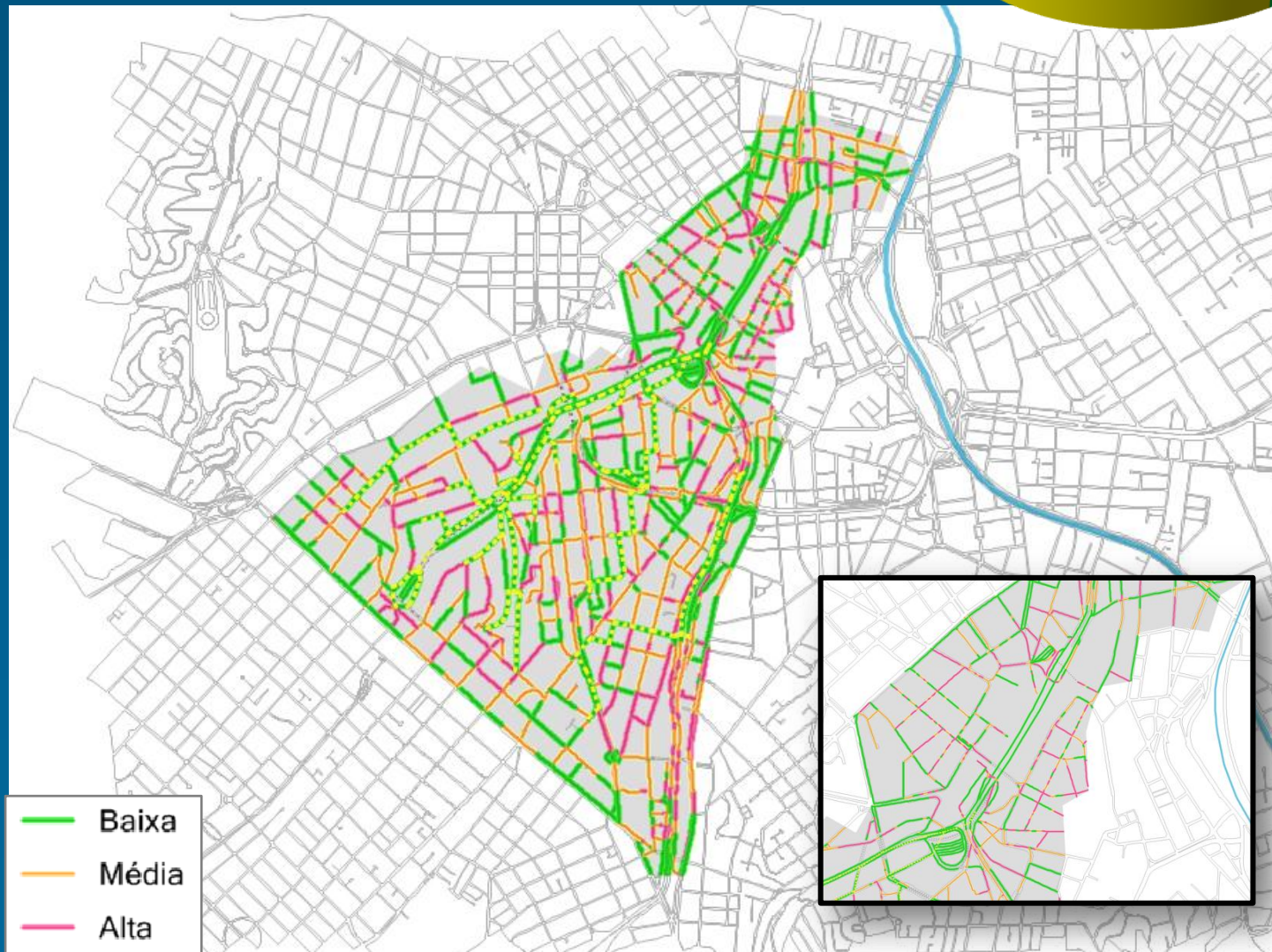
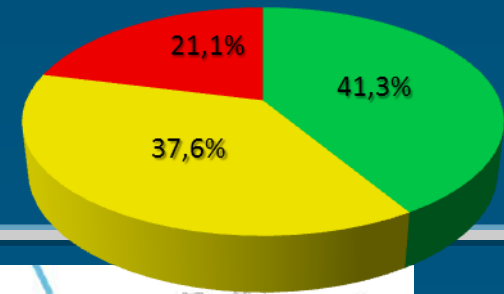
## Alternativa B





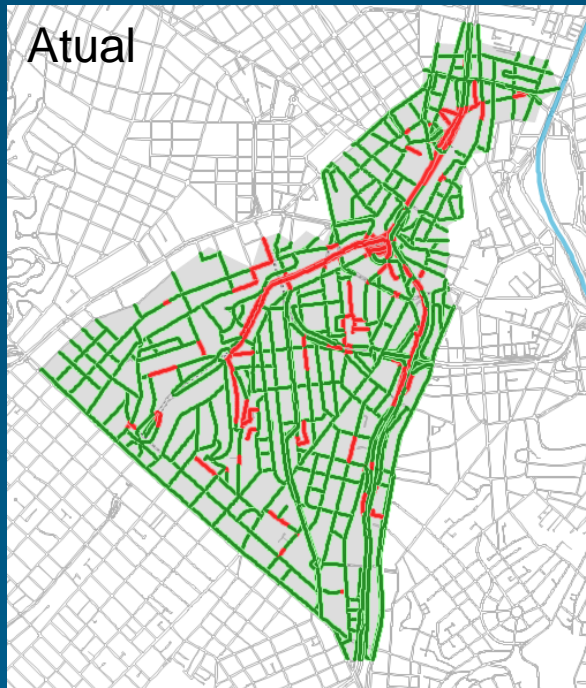
# Periculosidade - TR 25 anos

## Alternativa C

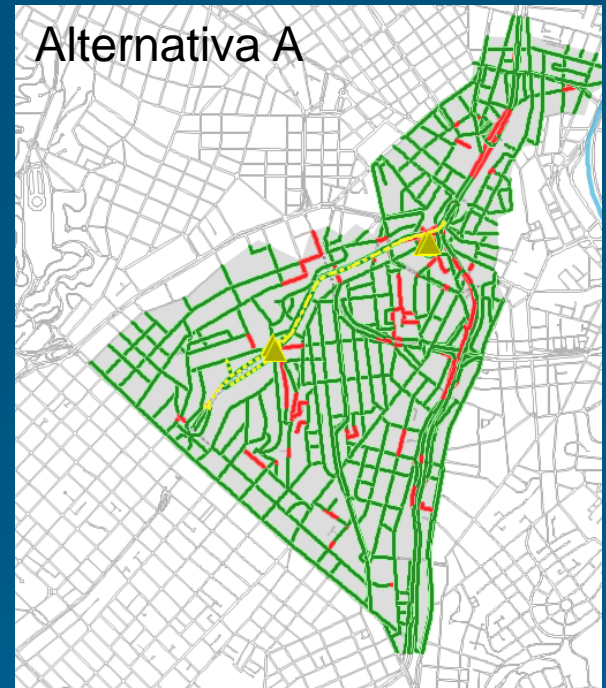


# Níveis de inundação no viário

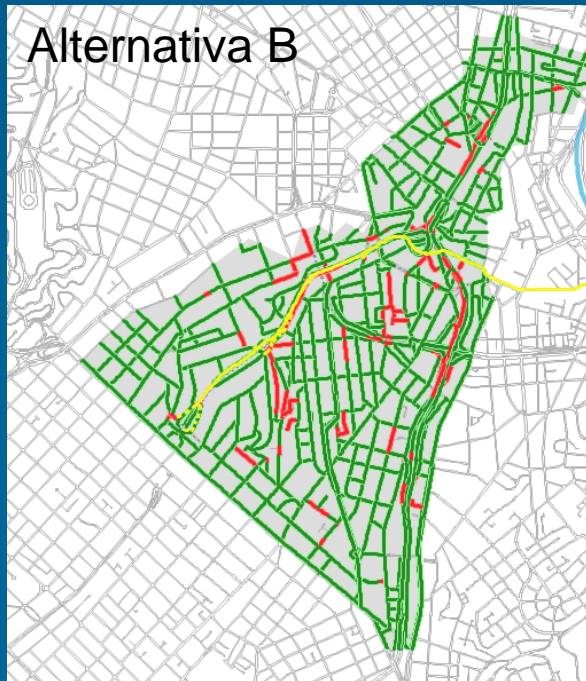
Atual



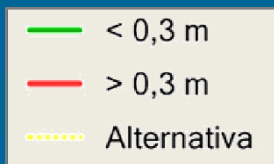
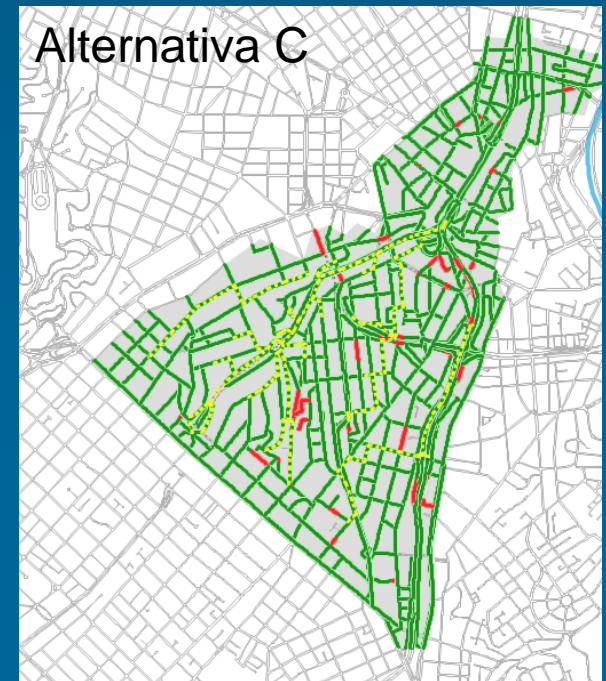
Alternativa A



Alternativa B



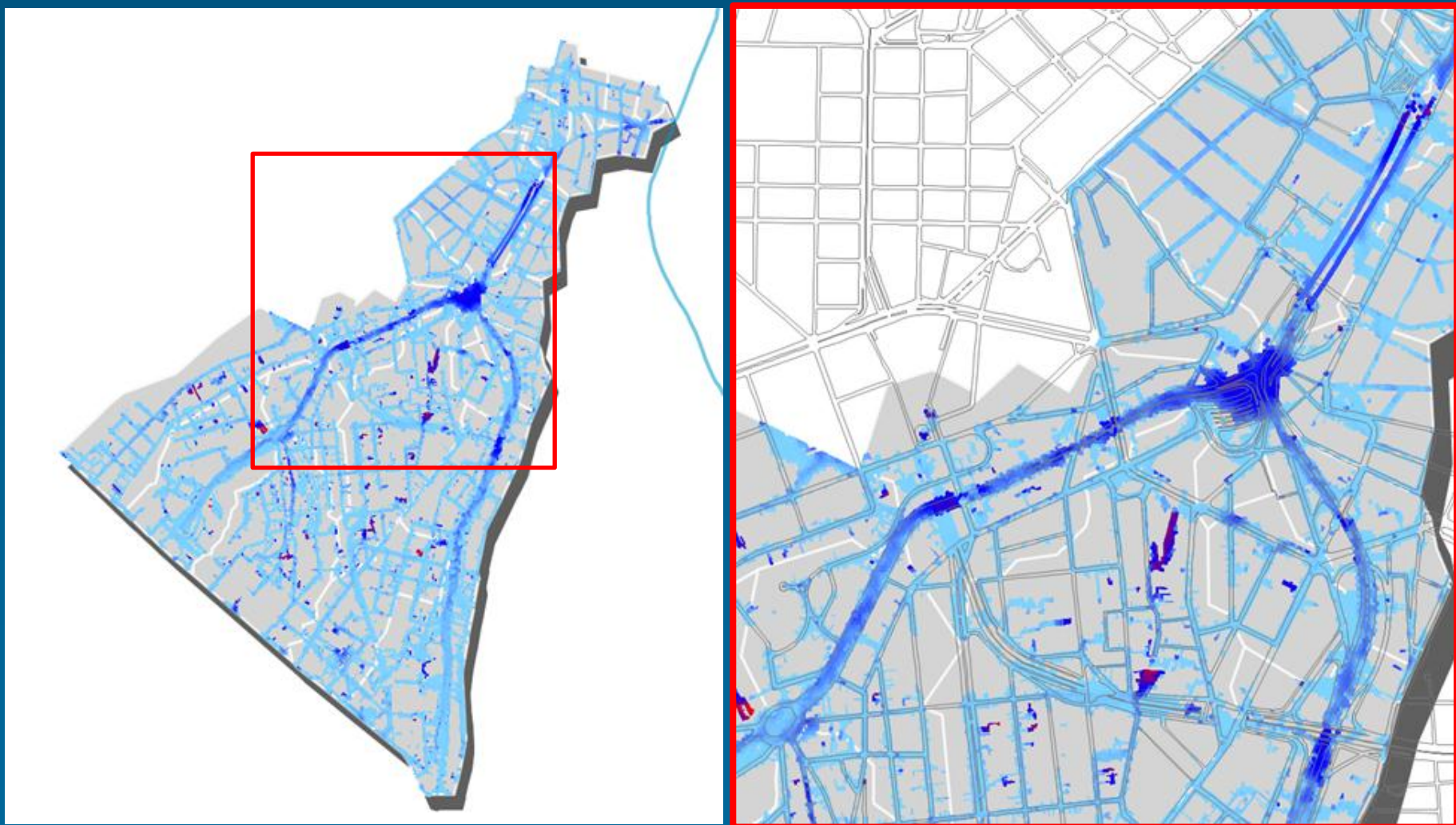
Alternativa C



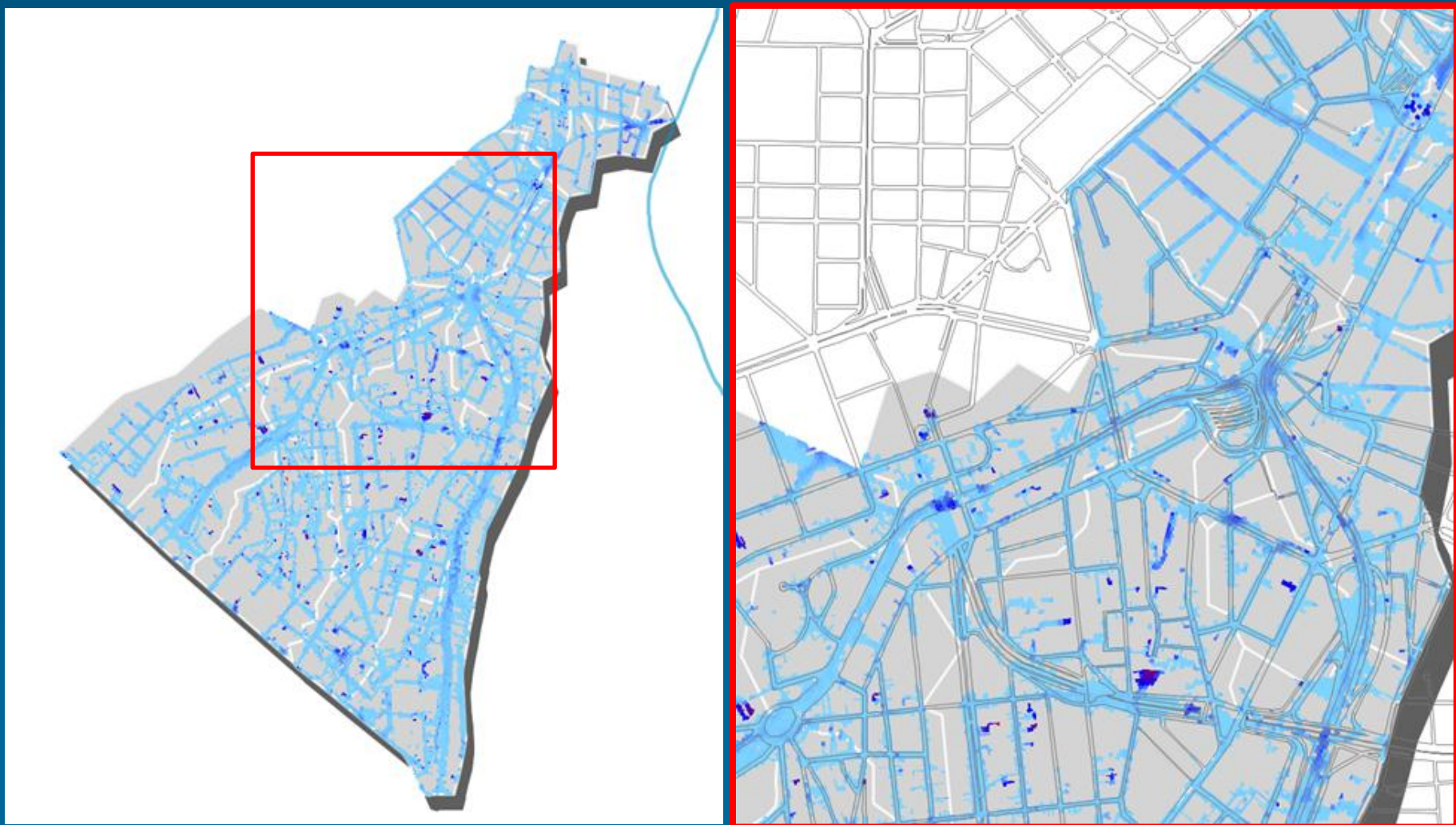


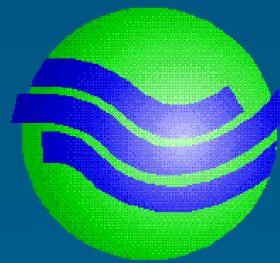
# Linhas de Inundação

## Situação Atual – TR 100 anos



# Linhas de Inundação Alternativa C – TR 100 anos





FCTH

[luizorsini@fcth.br](mailto:luizorsini@fcth.br)