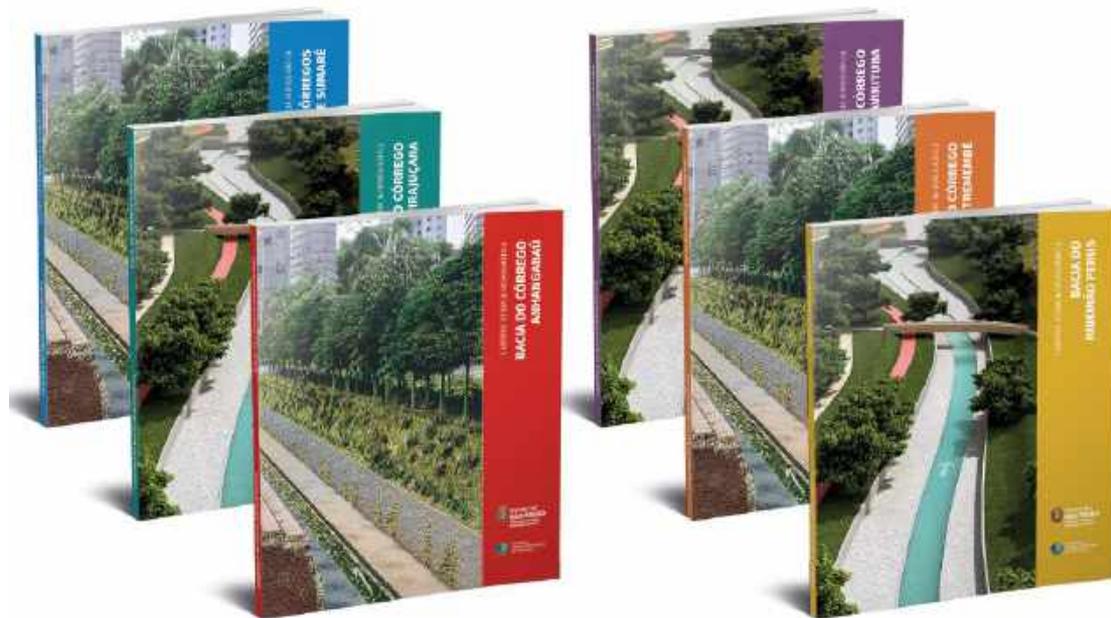




SAISP

SISTEMA DE ALERTA A
INUNDAÇÕES DE SÃO PAULO



Monitoramento e Planejamento da Drenagem Urbana na Cidade de São Paulo

1

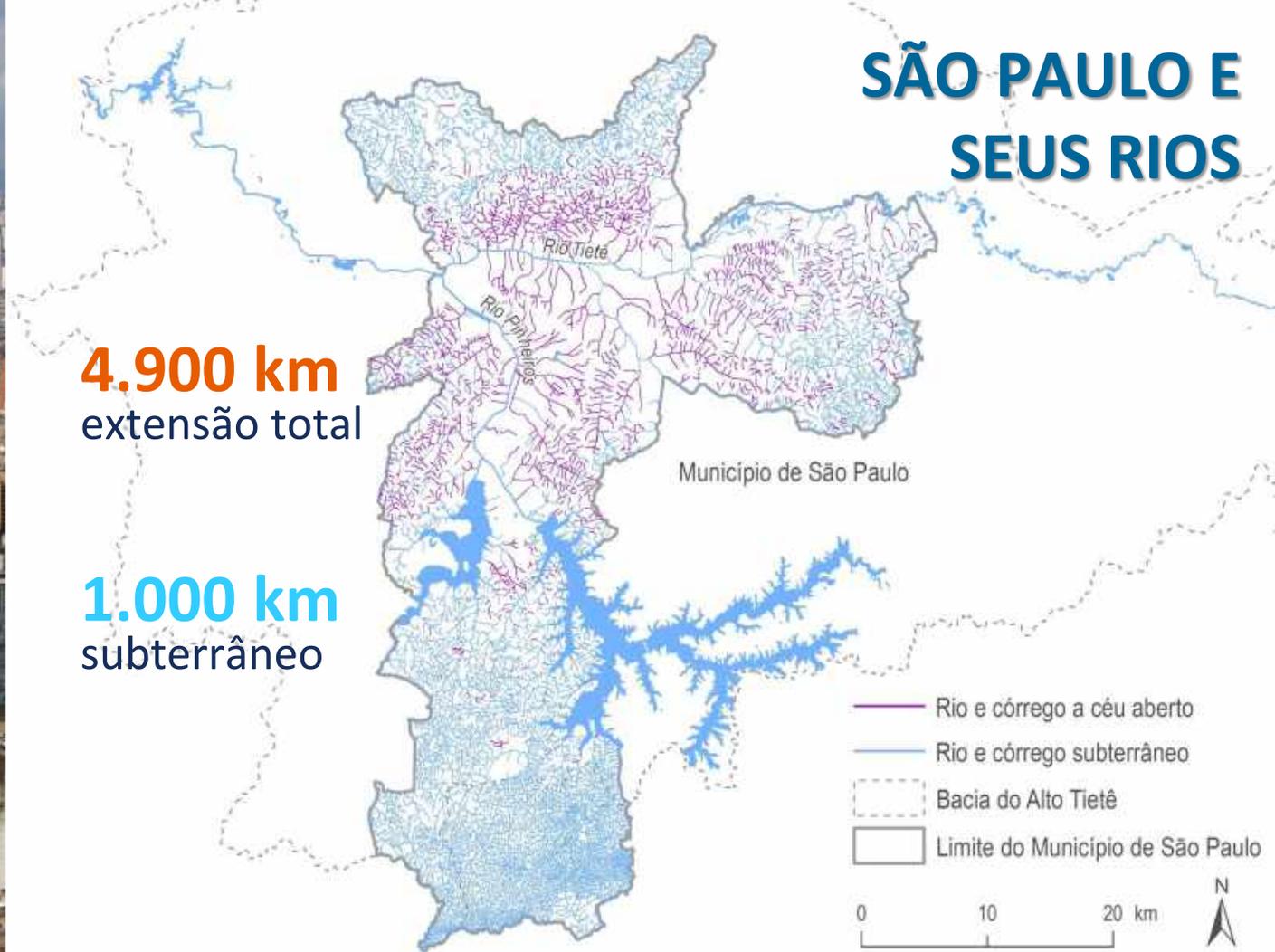
O MUNICÍPIO DE SÃO PAULO E O MONITORAMENTO DE SEUS RIOS



SÃO PAULO E SEUS RIOS

4.900 km
extensão total

1.000 km
subterrâneo



Foi implementado no ano de 1977, com o objetivo de monitoramento automático de chuvas e níveis dos principais rios da bacia do Alto Tietê.



Represa Guarapiranga – Janeiro 1976

Sistema de Alerta a Inundação de São Paulo

- Rede Telemétrica
- Radares Meteorológicos
- Modelo para previsão de inundação

- O monitoramento telemétrico teve início em 1977, sendo expandido continuamente e atualmente as principais redes de telemetria são:

- Alto Tietê
- Estações Meteorológicas – PMSP
- Reservatórios da SIURB

Total
153 estações

- Estações Convencionais:
 - Nível d'água nos canais
 - Precipitação

- Estações Meteorológicas:
 - Precipitação
 - Direção e velocidade do vento
 - Temperatura
 - Umidade relativa do ar
 - Pressão atmosférica

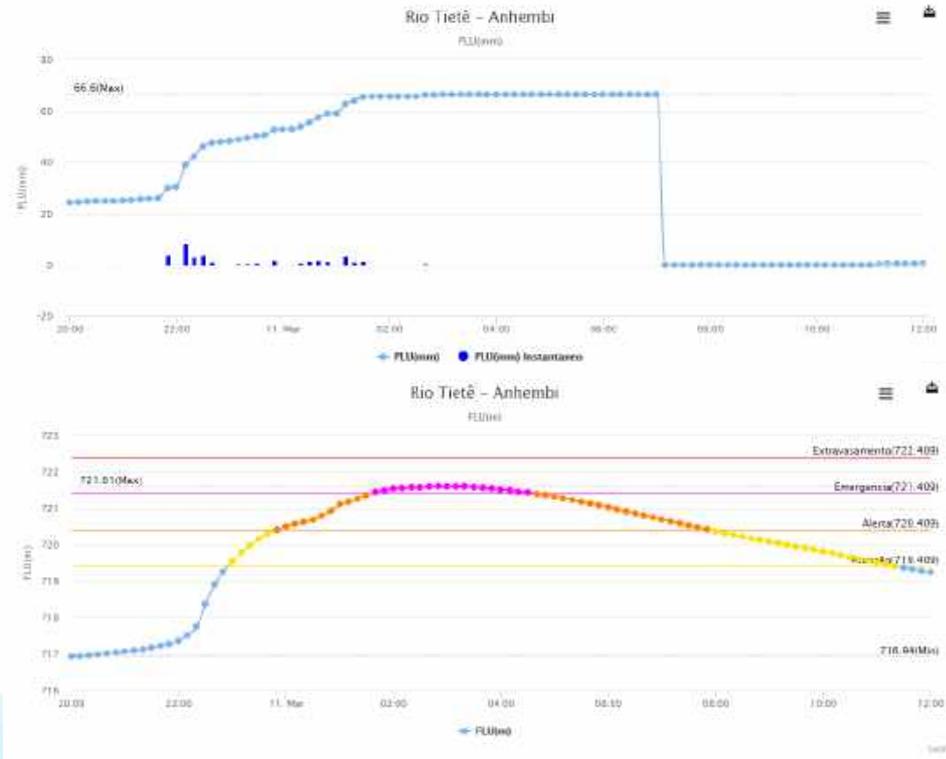


Estação Telemétrica Típica

- Precipitação
- Nível do rio
- Temperatura
- Umidade relativa
- Pressão atmosférica
- Velocidade e direção do vento

Rede Telemétrica – Disponibilização de dados

Rio Tietê – Anhembi



10/03/2016

11/03/2016

Rio Tietê – 10/03/2016

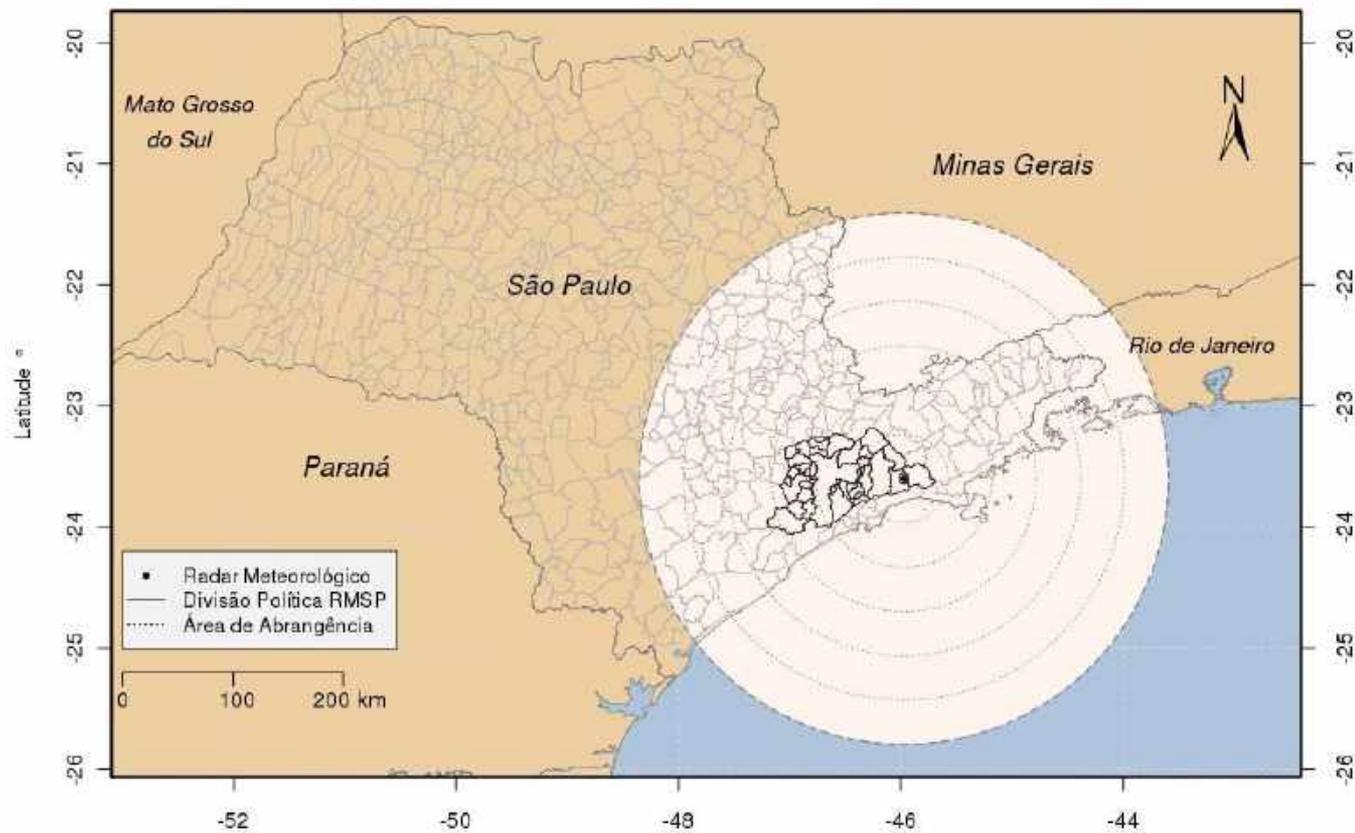




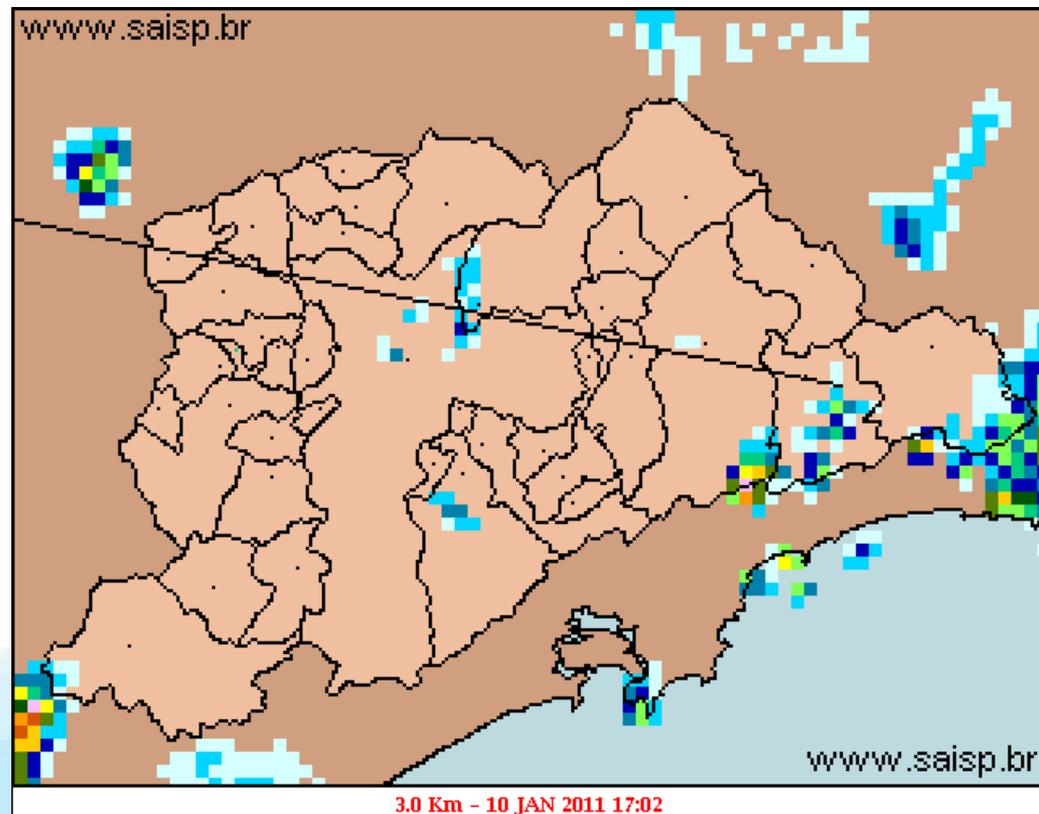
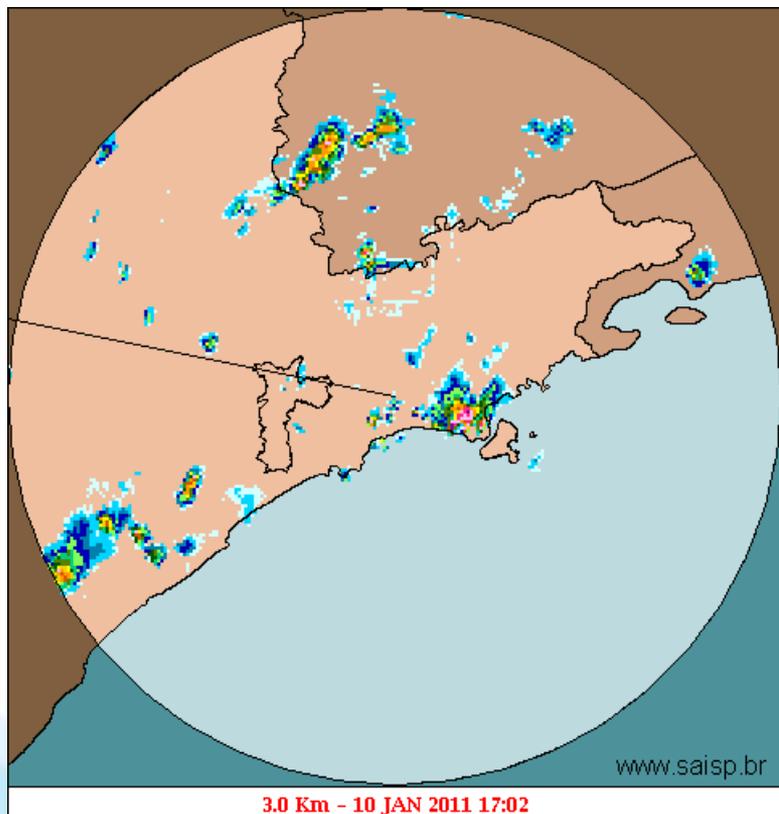
- Radar Banda S
 - Doppler, dupla Polarização (SPOL)
 - Raio de cobertura: 240 Km
 - Resolução de 500x500 m
 - Imagem da chuva a cada 5 minutos
- Instalado no ano de 1988, na Barragem de Ponte Nova (divisa dos municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim), na cabeceira do Rio Tietê.

Radar Meteorológico

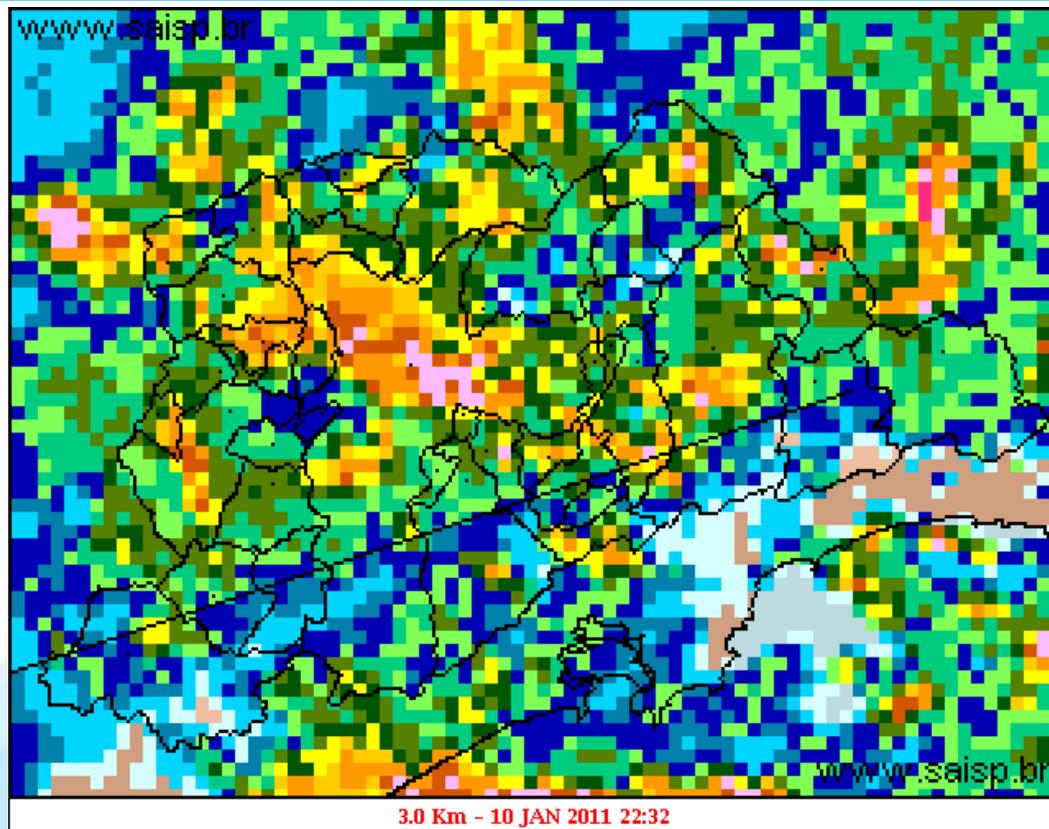
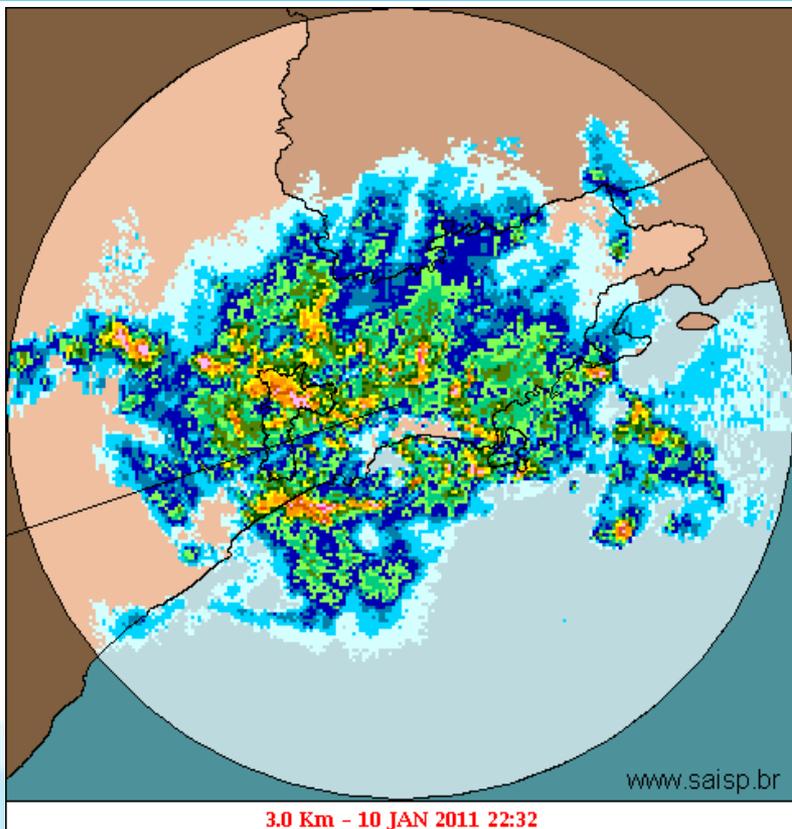
Área de Cobertura do Radar Meteorológico de São Paulo



Radar Meteorológico – Evento de Chuva



Radar Meteorológico – Evento de Chuva

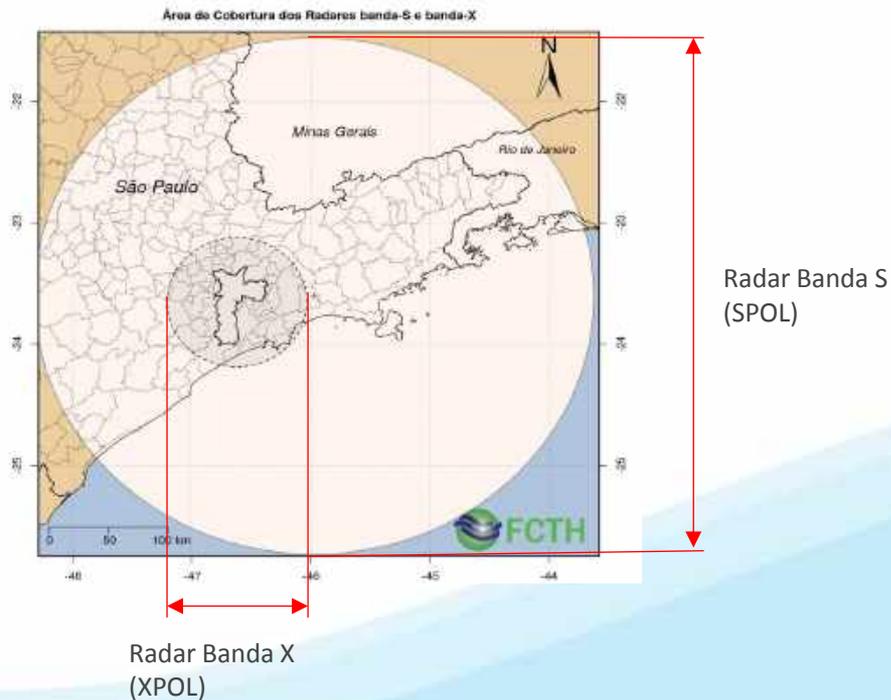


Radar Meteorológico – Banda X



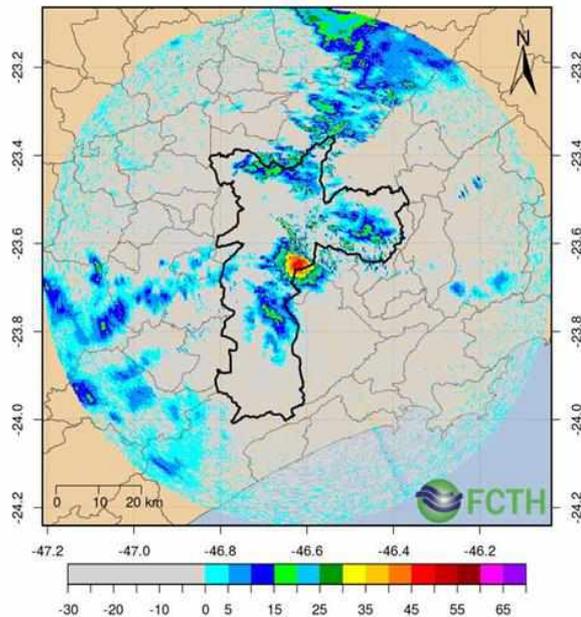
- Radar Banda X
 - Doppler, dupla Polarização (XPOL)
 - Raio de cobertura: 60 Km
 - Resolução: 100x100 m
- Instalado no Parque Cientec (Zona Sul do município de SP)
 - Com alta sensibilidade e resolução espacial e temporal (zoom do Banda S)

Área de Cobertura do radar

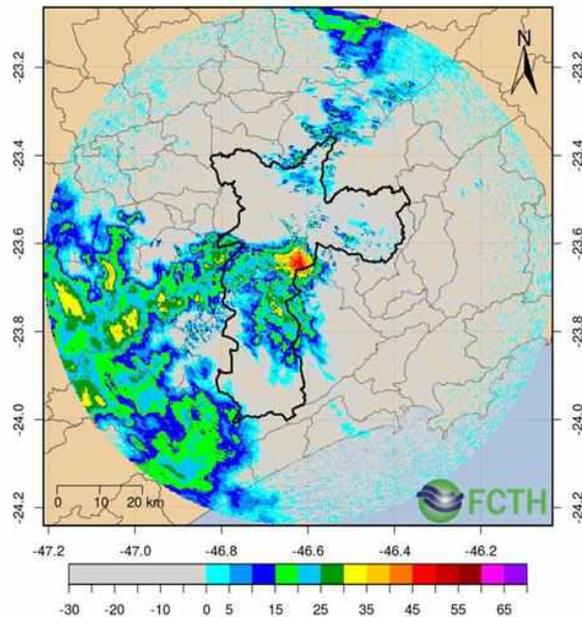


Radar Meteorológico

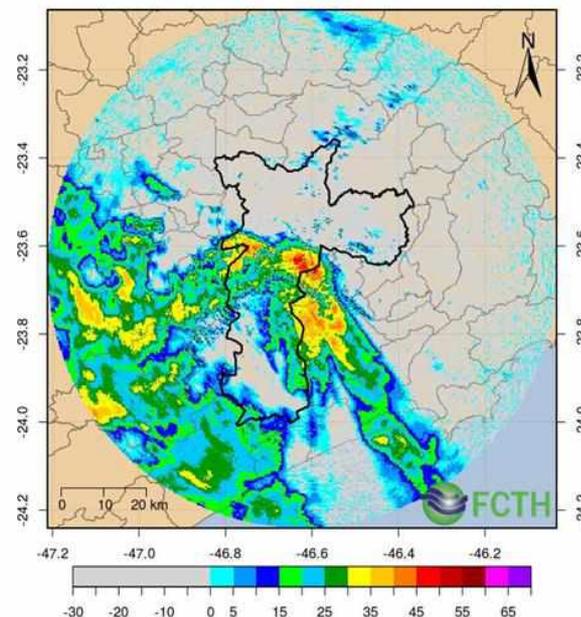
PPI [dBZ] - 2016-06-06T18:54:02ZUTC | Elev: 1°



PPI [dBZ] - 2016-06-06T18:56:02ZUTC | Elev: 1°



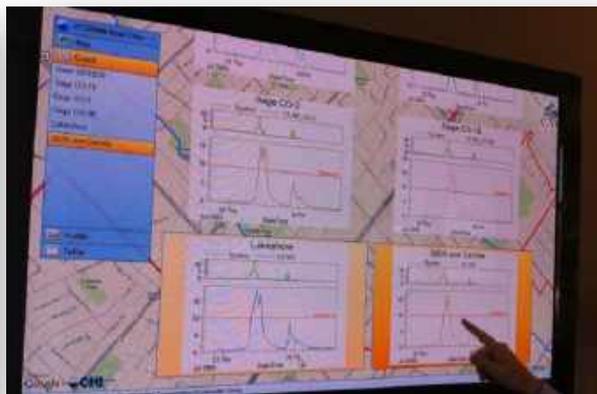
PPI [dBZ] - 2016-06-06T18:58:02ZUTC | Elev: 1°



MODELO PARA PREVISÃO DE INUNDAÇÃO

PCSWMM (EPA e CHI)

Meios de Disponibilização



- Acesso imediato às informações necessárias para tomada de decisão
 - Animações espaciais
 - Gráficos
 - Perfis
 - Tabelas
 - Informações customizadas
 - Atualização constante

Manchas de inundação



Manchas de inundação



Manchas de inundação



Manchas de inundação



Manchas de inundação



Manchas de inundação



Sistema de Alerta a Escorregamento

SAISP

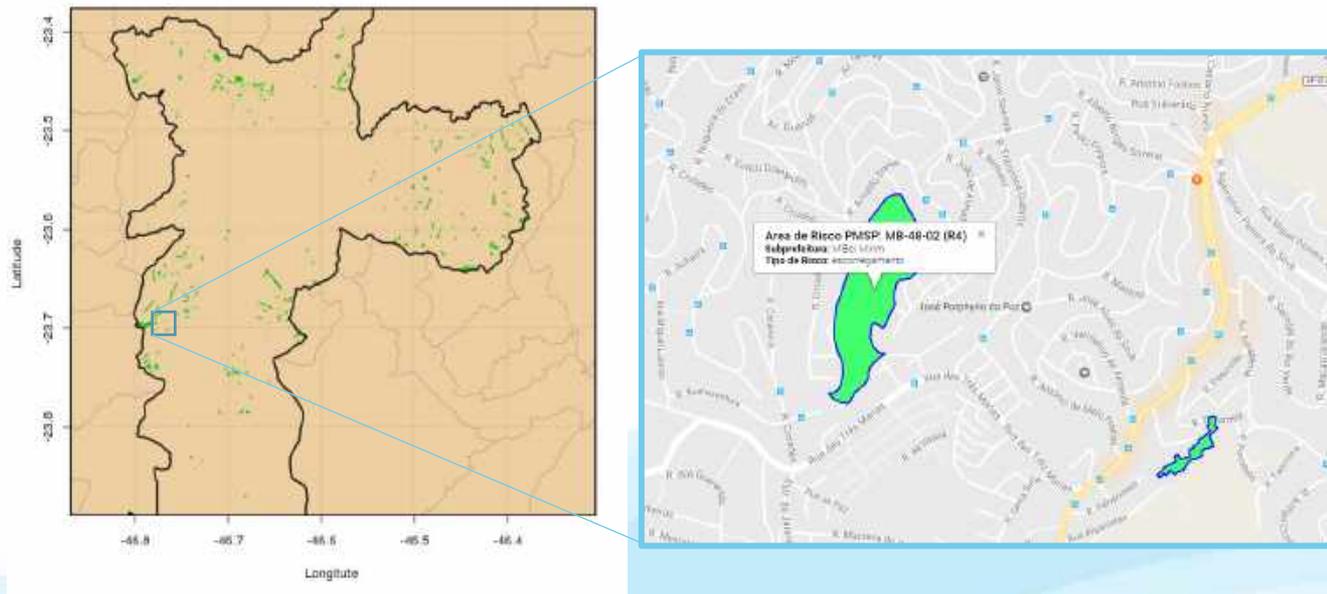
Sistema de Alerta a Escorregamento

- Município de São Paulo com 407 áreas de risco ao deslizamento. (*)
- Mapeamento de áreas de risco – Categorias:
 - R1 baixo
 - R2 médio
 - R3 alto
 - R4 muito alto
- Emissão de alertas para as áreas R3 e R4.
- Chuva acumulada nas últimas 72 horas
- Áreas de risco podem ser visualizadas no Google Maps / StreetView

(*) Mapeamento das áreas de risco da capital paulista, realizado em 2010 pela Prefeitura Municipal de São Paulo em parceria com o IPT



Áreas de risco em São Paulo



Centro de Gerenciamento de Emergência - CGE



- Monitorar as condições atmosféricas que afetam diretamente a Capital paulista.
- No período chuvoso:
 - Minimizar os efeitos danosos das chuvas, através de acionamentos aos órgãos de gestão de risco;
- No período seco:
 - Observar e relatar incidências de baixas temperaturas (ações sociais);
 - Acompanhar baixos índices de umidade relativa do ar (problemas respiratórios)



Meteorologistas

Engenheiros

Técnicos em Meteorologia

Técnicos especialistas em
Análise de Risco

Assessoria de Imprensa



Defesa Civil Municipal

CET

COBOM

Comunidades

Gabinete do Prefeito

Imprensa

Secretarias

- Alertas do CGE para a Companhia de Engenharia de Tráfego – CET
 - Chuva
 - Escorregamento
 - Alagamento - Interdição de vias



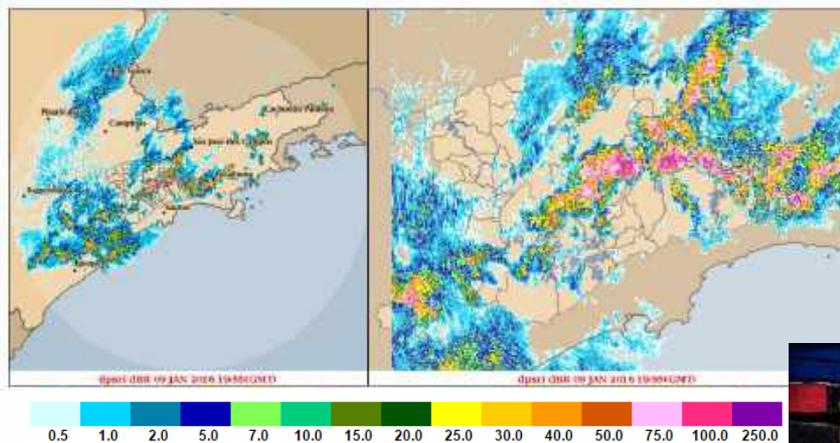
Escorregamento - Pirituba



Interdição da via

CGE - Eventos ocorridos

Alagamento



Zona Leste
Janeiro/2016



Fonte: Folha de São Paulo

CGE - Eventos ocorridos

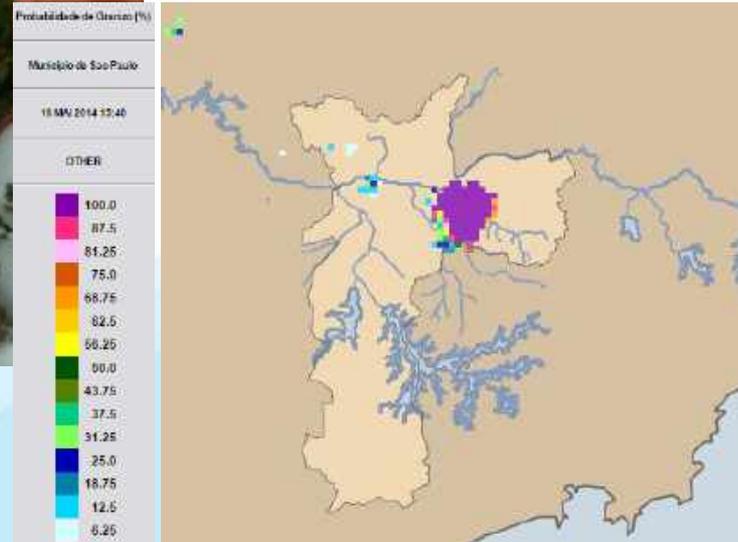
Quedas de Granizo



Bairro da Mooca

Fonte:
<http://g1.globo.com>

Maio/2014



Alagamentos intransitáveis / transbordamentos

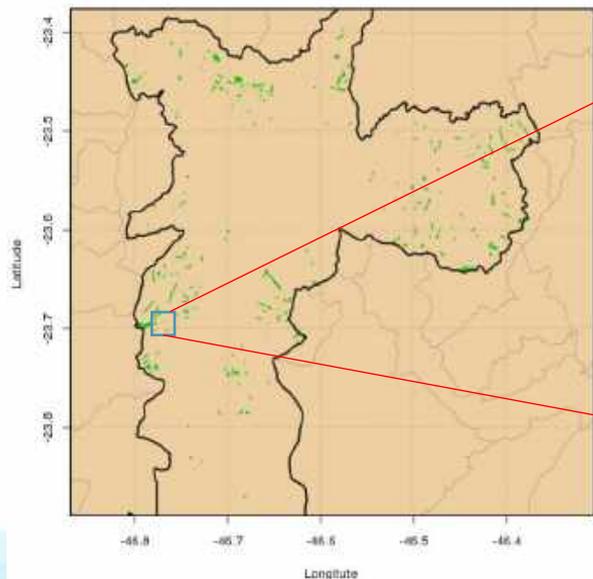


Fonte:
Google Street View



Fonte:
<http://g1.globo.com>

Áreas de risco em São Paulo



Deslizamento – Jardim Ângela

19/01/2017



2

O PLANEJAMENTO DA DRENAGEM URBANA NA PMSP **OS CADERNOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

CADERNOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

OBJETIVO

Fornecer subsídios para o planejamento e a gestão de bacias hidrográficas do Município de São Paulo, com ênfase no controle de cheias.

ORIGEM

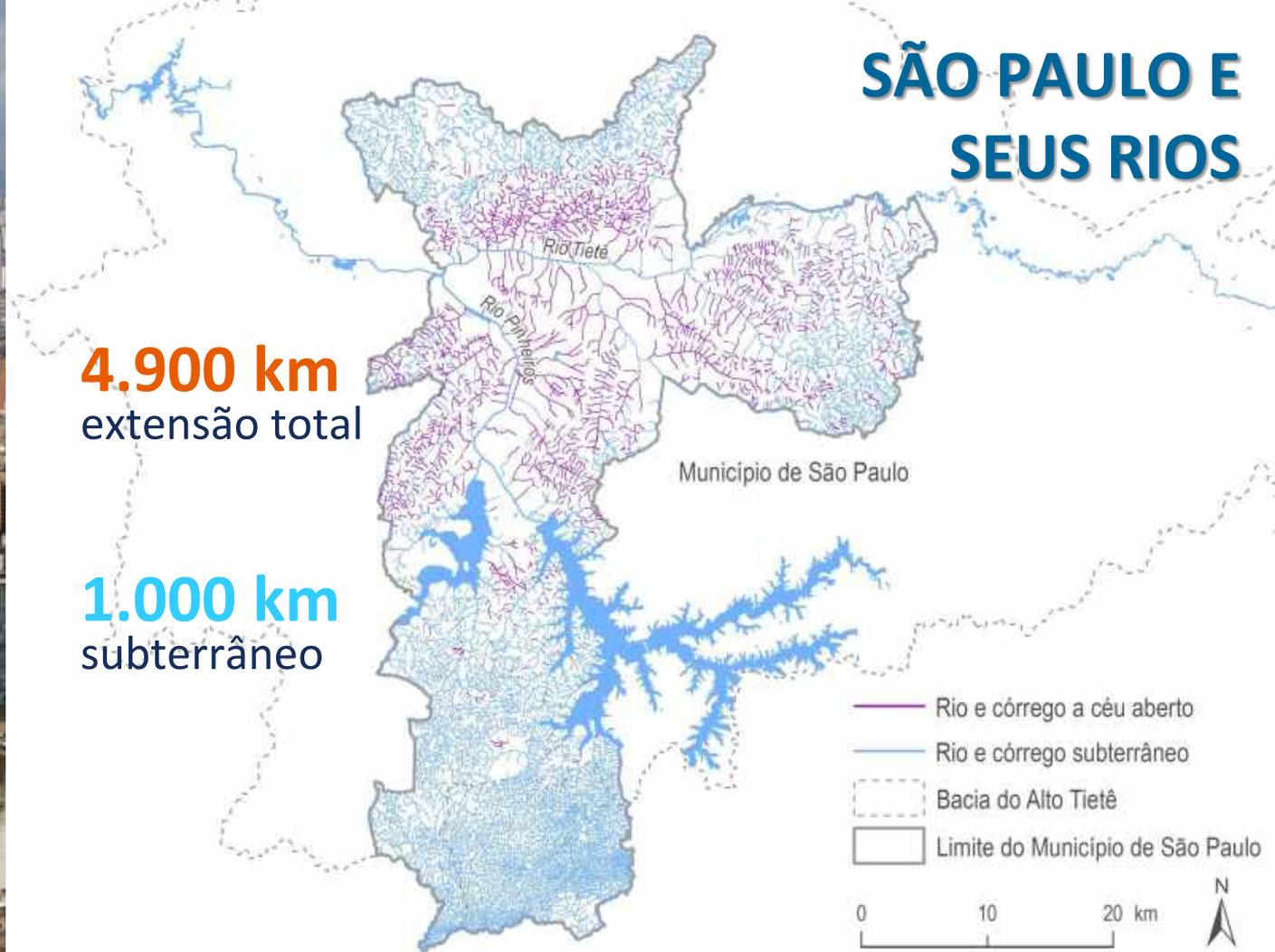
Desenvolvidos para compor o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de São Paulo, definindo para as bacias hidrográficas do Município medidas de controle de cheias em função do risco hidrológico.



SÃO PAULO E SEUS RIOS

4.900 km
extensão total

1.000 km
subterrâneo



Mapeamento de Inundações no Município de São Paulo

Chuvas frequentes
(Tr 5 anos)

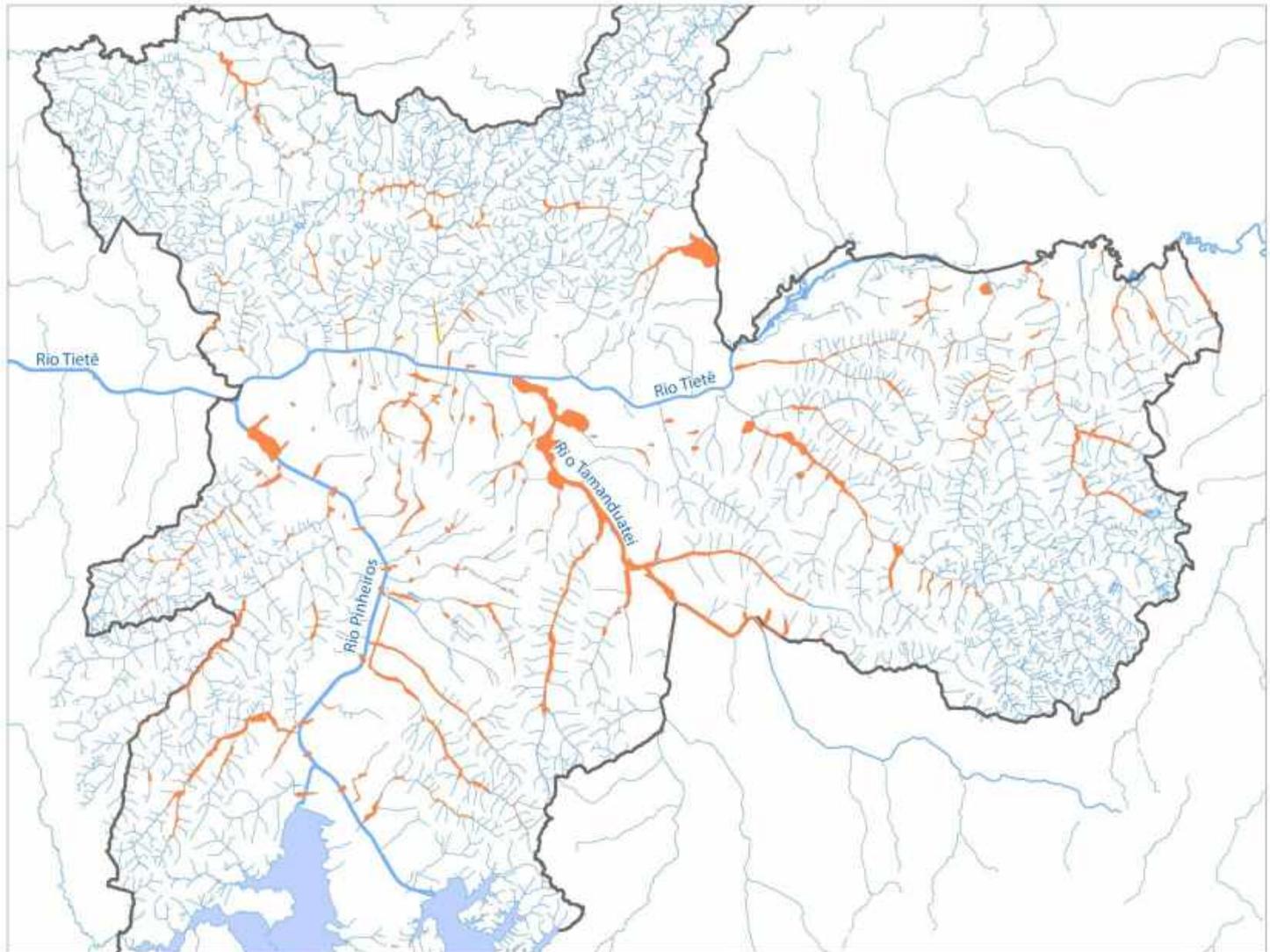
Legenda

-  Hidrografia
-  Município de São Paulo
-  Área de inundação



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

0 2,5 5 10 km



PRODUTOS PRINCIPAIS

DIAGNÓSTICO

Caracterização física e urbanística
Mapeamento de inundação
Áreas críticas

ALTERNATIVAS

Medidas estruturais sustentáveis
Etapas de implantação
Custos

AÇÕES COMPLEMENTARES

Zoneamento de uso em áreas inundáveis
Medidas de controle na fonte



Enfoque técnico para formulação das alternativas de controle de cheias

Diretrizes

Risco hidrológico de 100 anos, 4 etapas de implantação: TR 2, 10, 25 e 100 anos.

Medidas estruturais

Reforço de galeria, canalizações, reservatórios de armazenamento, polderes, parques lineares, com ou sem reservação, abertura de canais, revitalização de cursos d'água.

Medidas não estruturais

Compatibilização do PDE com a drenagem urbana, mapeamento das áreas de inundação, convivência com as cheias e sistema de alerta a inundação.

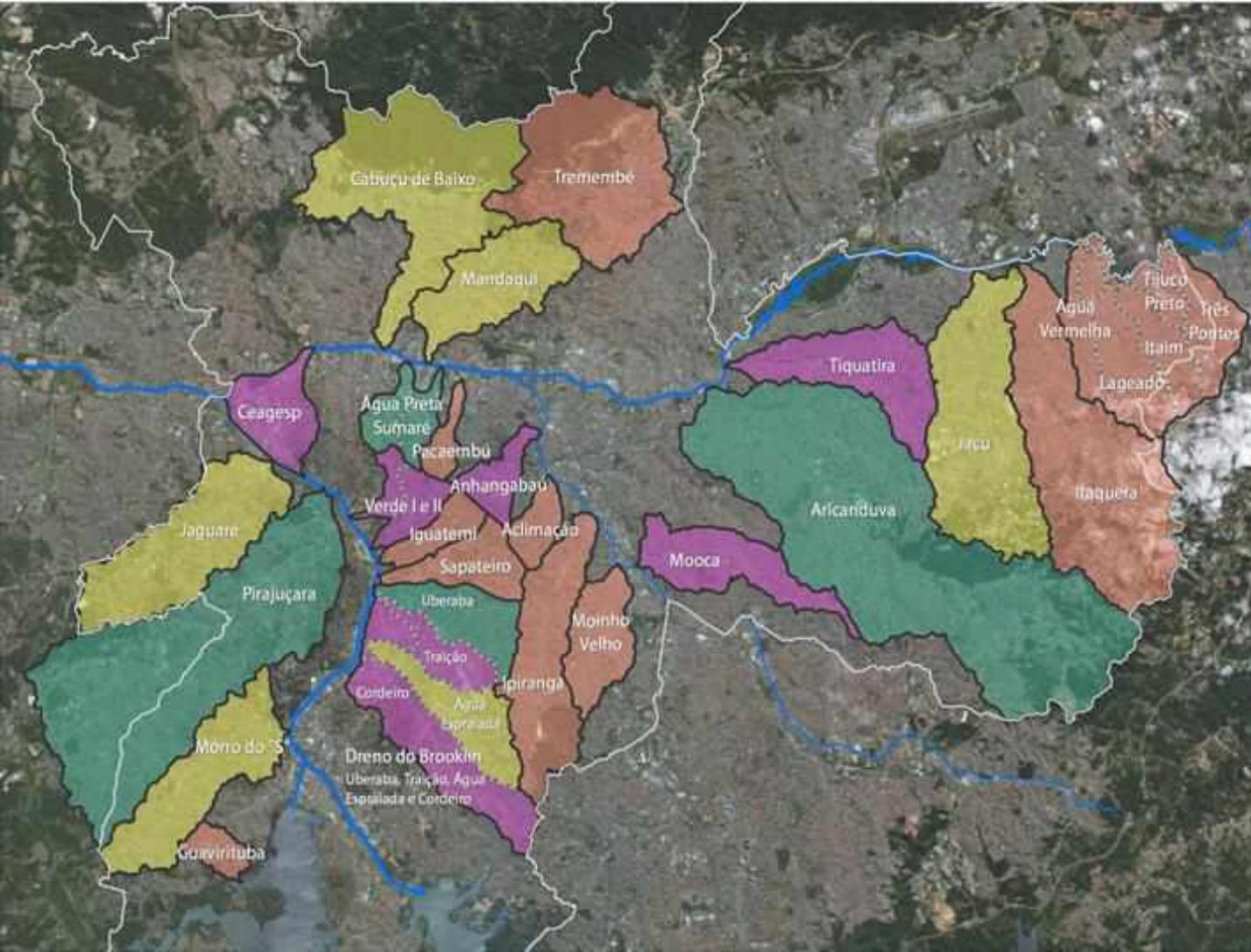
Cadernos de Bacia Hidrográfica - bacias estudadas e em estudo

Convenção

☐ Município de São Paulo

Programação

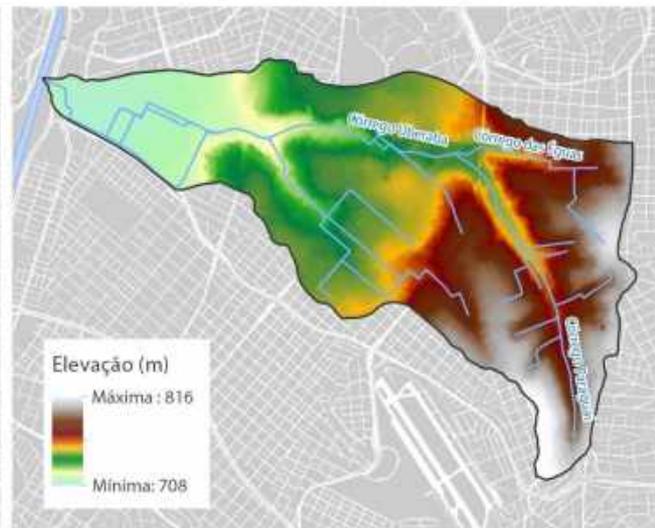
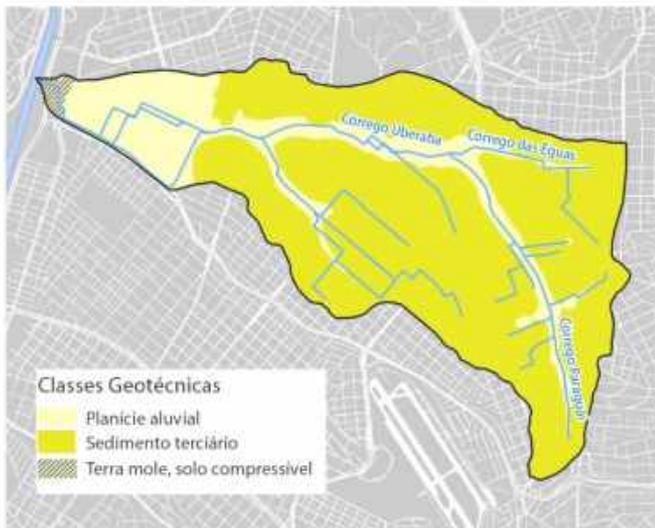
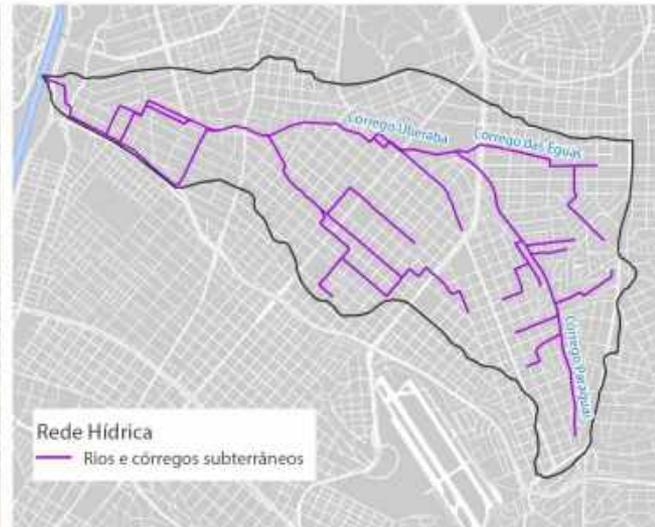
- Realizado
- Finalizado
- Em elaboração
- Programado



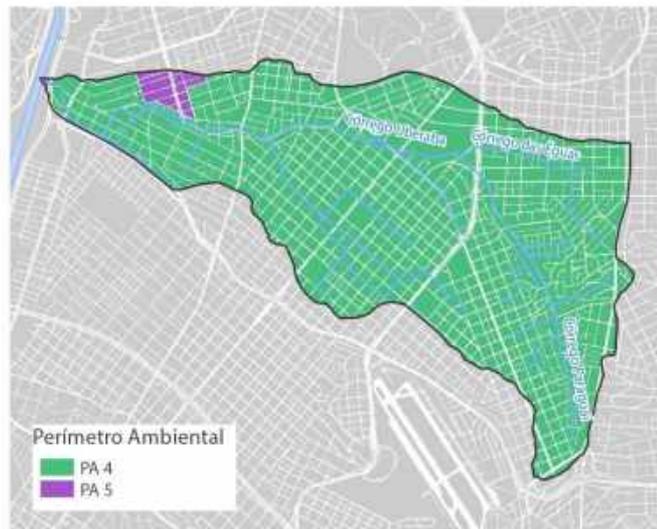
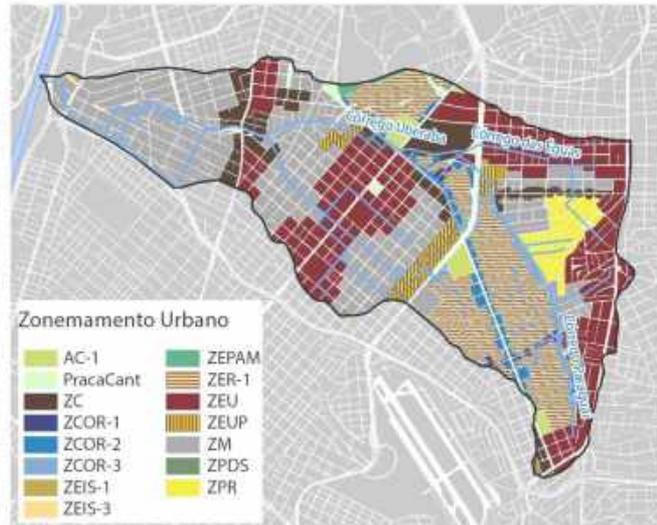
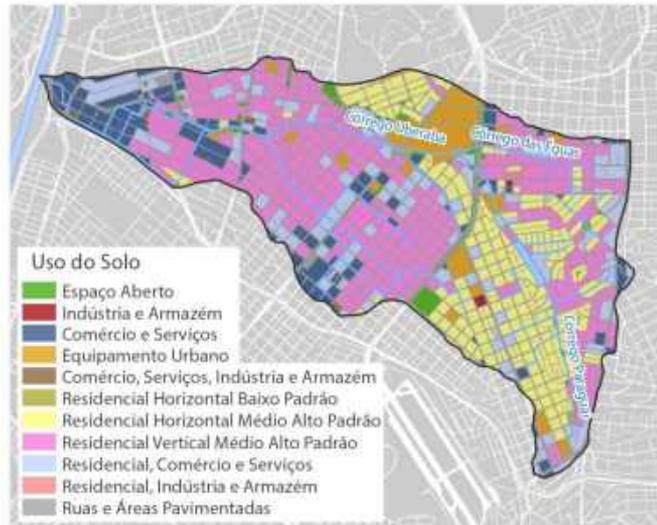


A BACIA DO CÓRREGO UBERABA

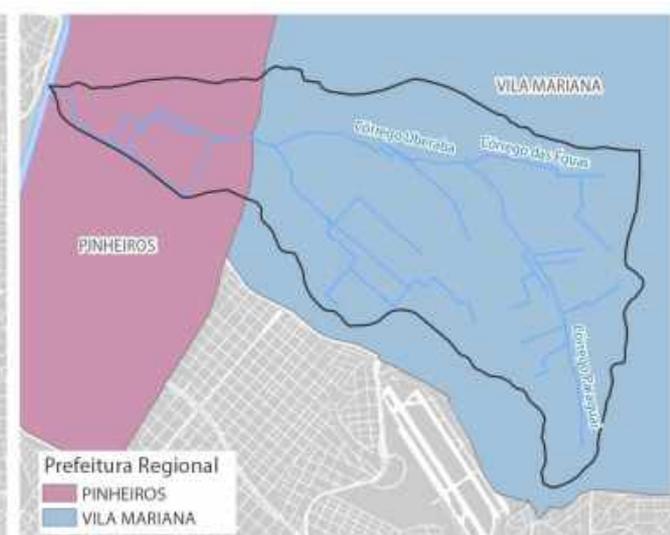
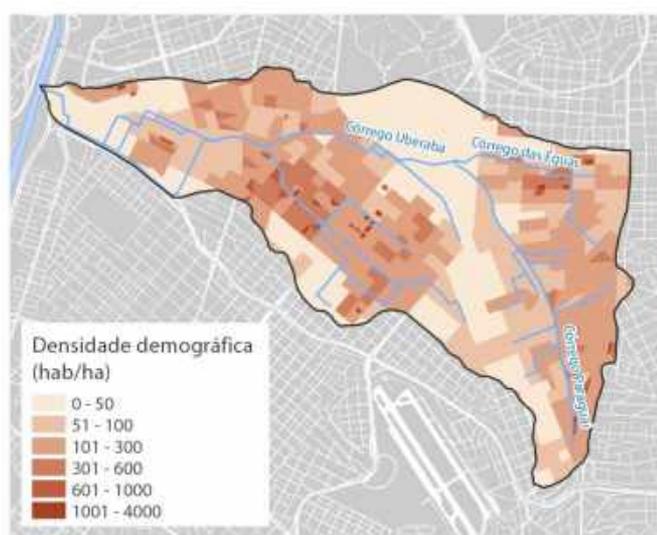
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



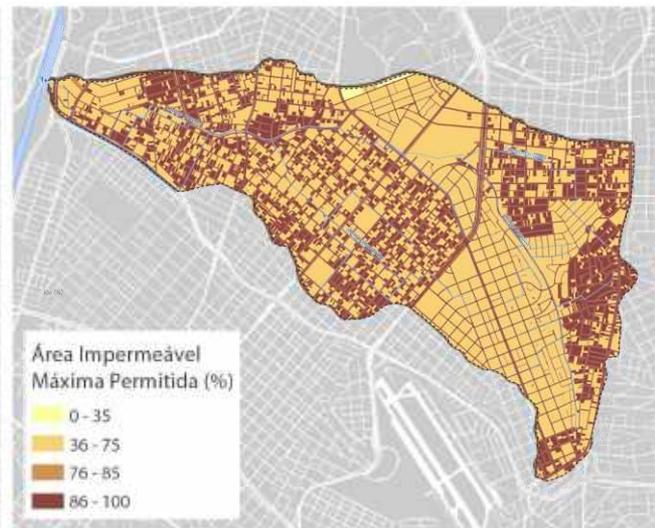
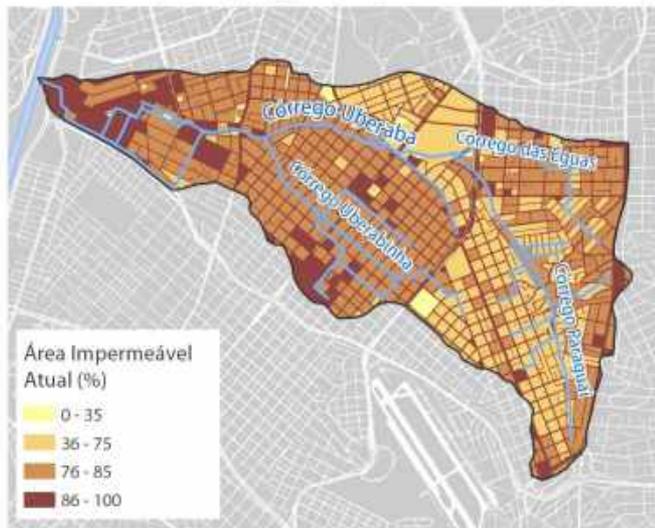
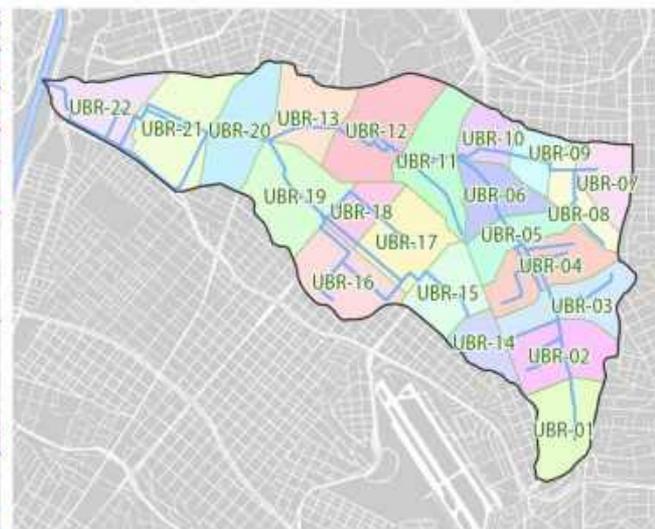
PADRÃO URBANÍSTICO



PADRÃO URBANÍSTICO

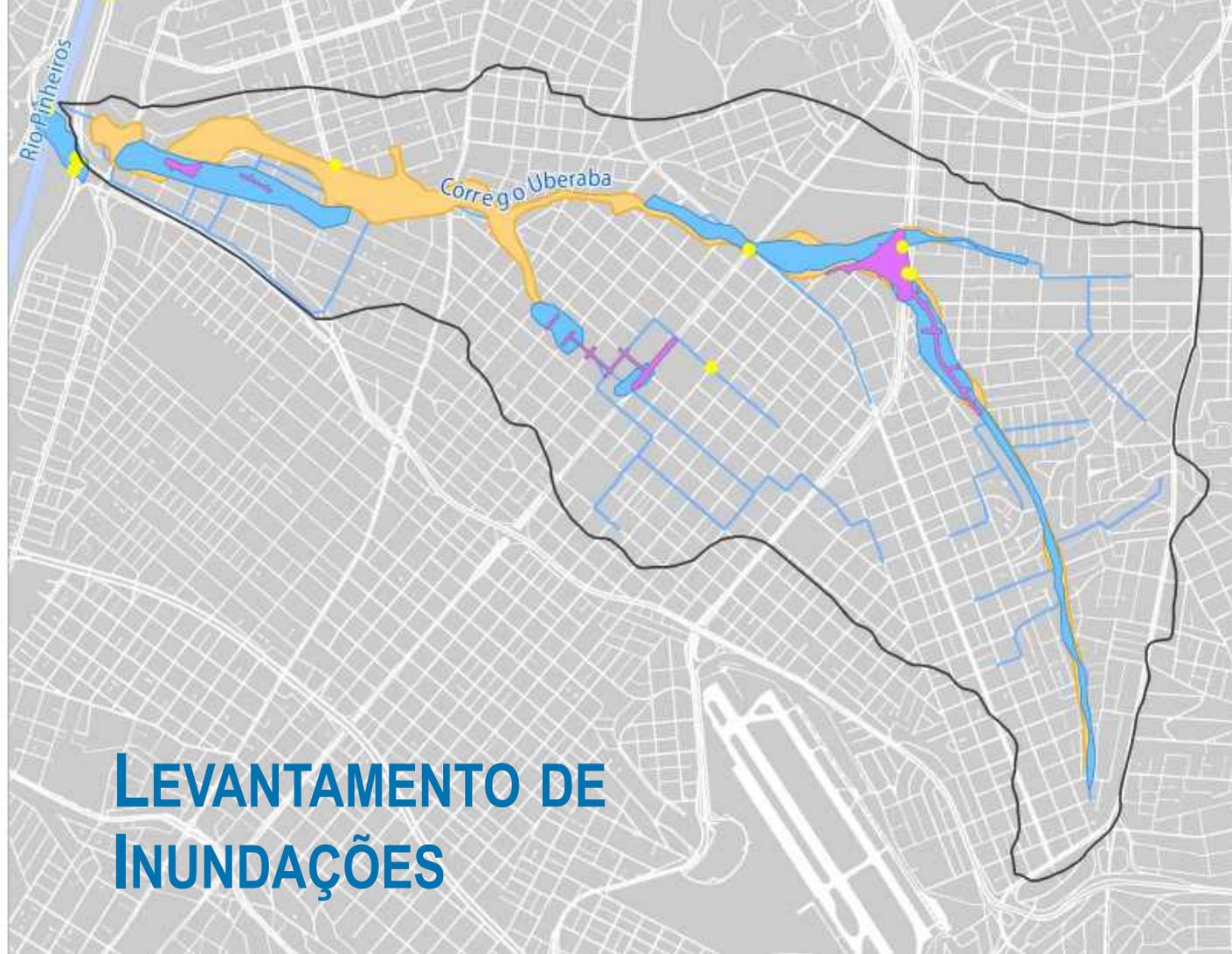


CRITÉRIOS PARA O ESTUDO





DIAGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES



Convenção

— Rede Hídrica

□ Bacia do Uberaba

■ Quadra Viária

Levantamento de inundações

● Pontos de Alagamento
CET/CGE (2016 -2017)

■ Áreas de Inundação - SAISP

■ Histórico - SIURB

■ Áreas de Inundação - Enger

LEVANTAMENTO DE INUNDAÇÕES



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

0 200 400 800
m





Convenção

— Rede Hídrica

□ Bacia do Uberaba

■ Quadra Viária

Mapeamento de inundações

TR

2

5

10

25

100

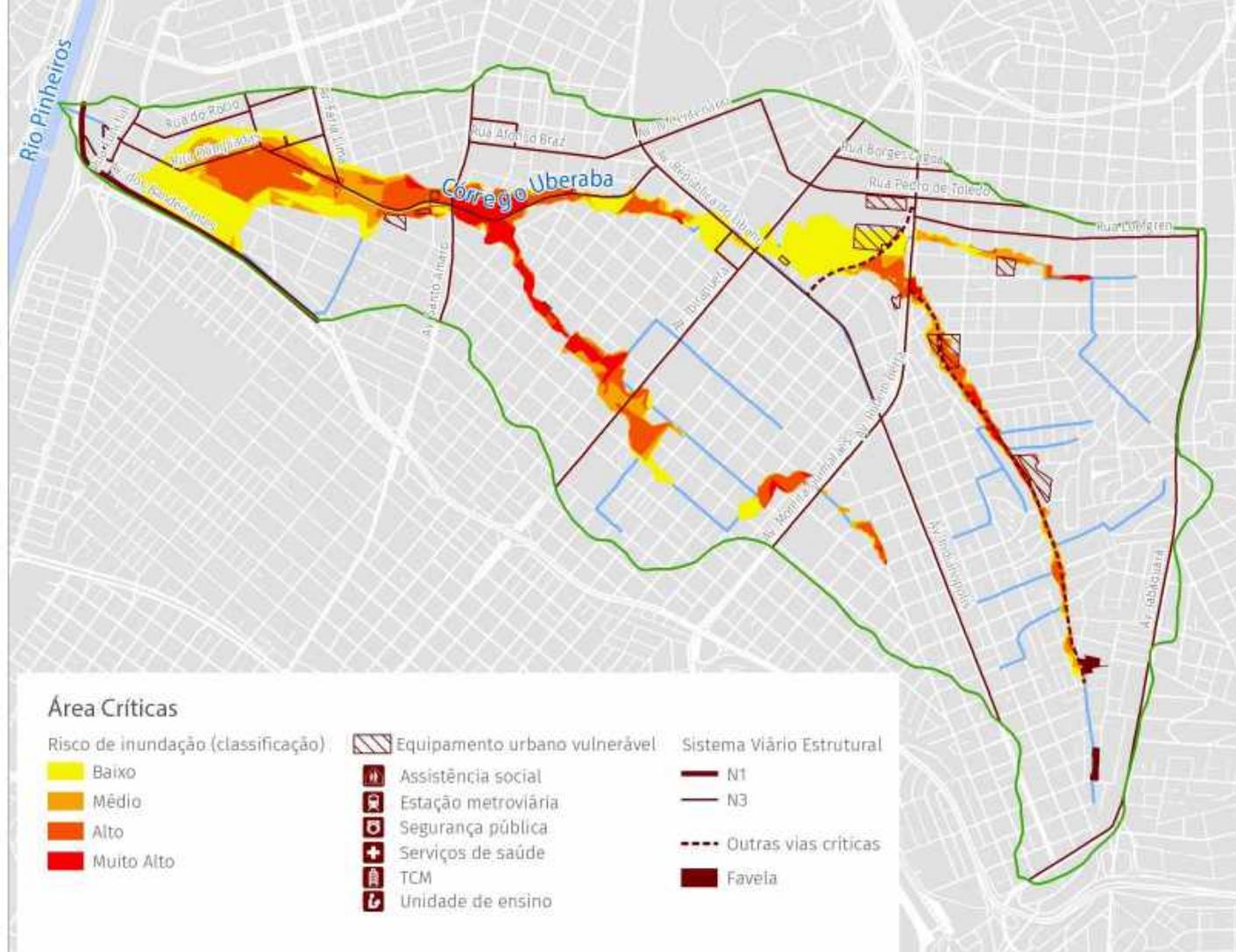
MAPEAMENTO DE INUNDAÇÕES



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

0 200 400 800
m





Convenção

- Rede Hídrica
- Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

ÁREAS CRÍTICAS NA BACIA DO UBERABA

Área Críticas

- | | | |
|--|---|--|
| Risco de inundação (classificação) | Equipamento urbano vulnerável | Sistema Viário Estrutural |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Baixo ■ Médio ■ Alto ■ Muito Alto | <ul style="list-style-type: none"> ■ Assistência social ■ Estação metroviária ■ Segurança pública ■ Serviços de saúde ■ TCM ■ Unidade de ensino | <ul style="list-style-type: none"> — N1 — N3 --- Outras vias críticas ■ Favela |





ALTERNATIVAS



Convenção

- Baía do Uberaba
- Quadra Viária

Estudos e Projetos Existentes

Hidrostudio

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria

SIURB/FCTH

- Túnel de derivação
- Aumento de seção

MHS

- ▲ Reservatório

PROJETOS EXISTENTES

PONTO DE PARTIDA PARA FORMULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS



Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica



Convenção

- Rede Hídrica
- Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Etapa	Custo estimado (milhões R\$)
1ª Etapa	391
2ª Etapa	256
3ª Etapa	217
Total	863

Alternativa 1

1ª Etapa

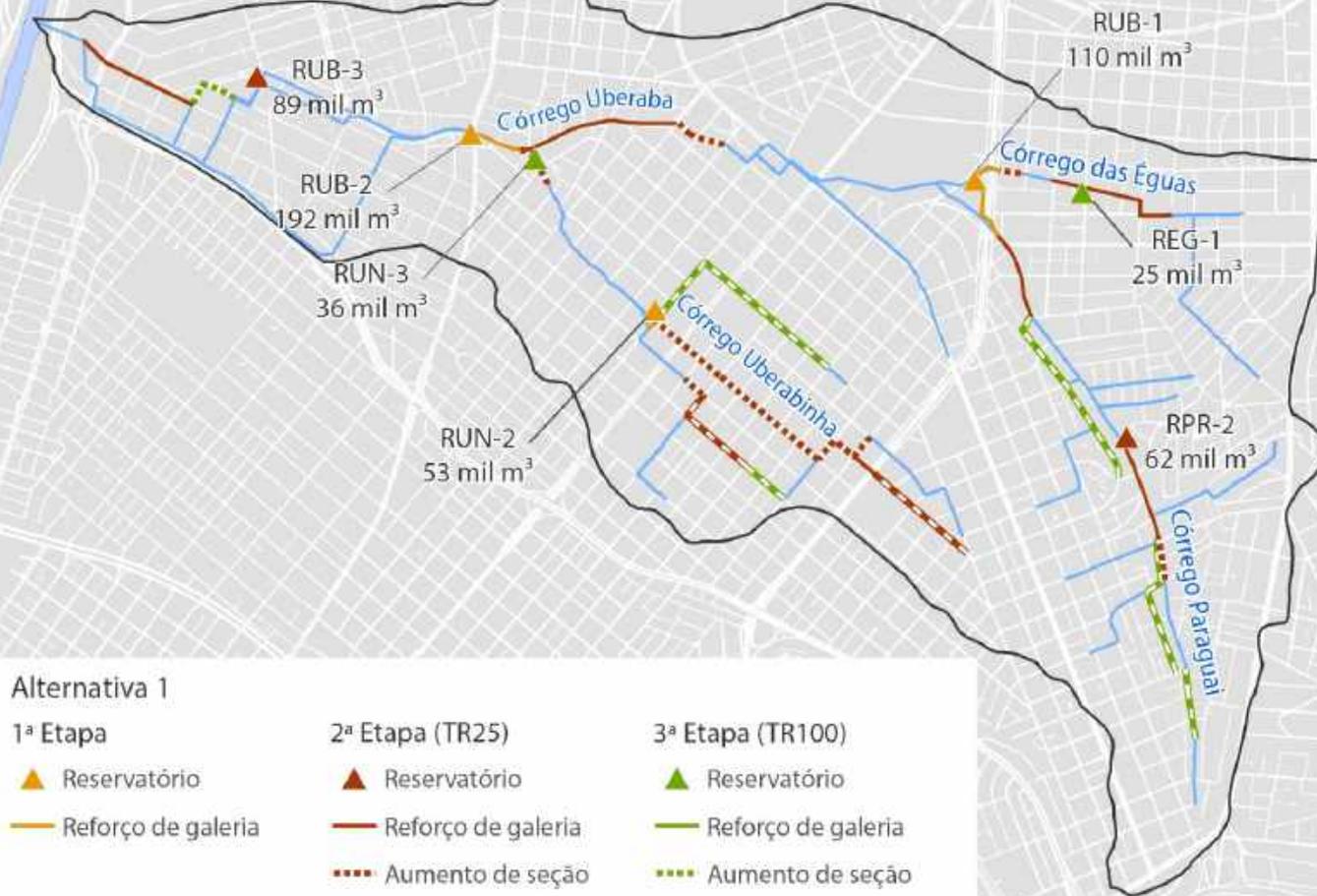
- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria

2ª Etapa (TR25)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- ⋯ Aumento de seção
- Galeria-reservatório

3ª Etapa (TR100)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- ⋯ Aumento de seção
- Galeria-reservatório

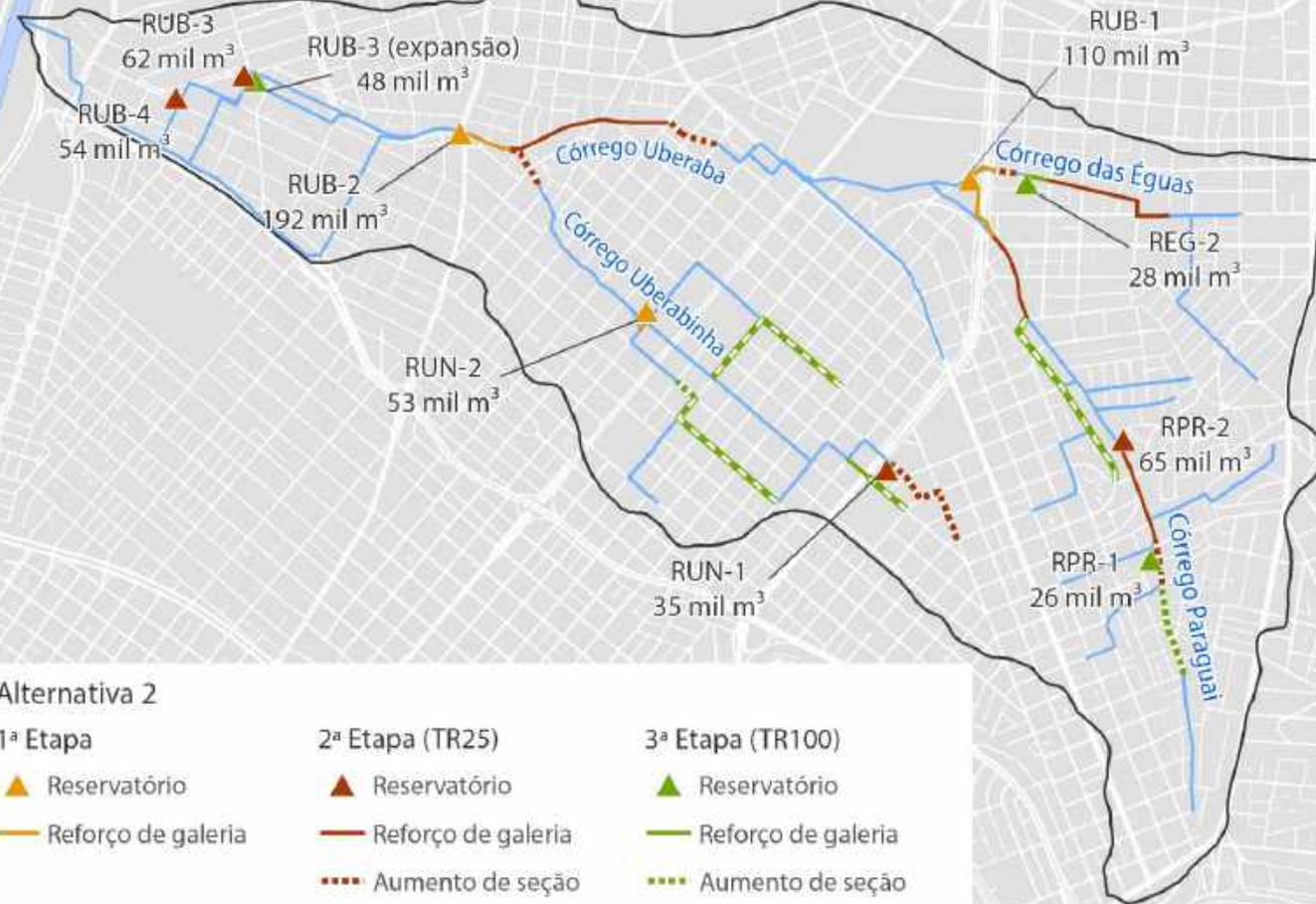


Fundação
Centro Tecnológico
da Hidráulica



Convenção

- Rede Hídrica
- Bacia do Uberaba
- Quadra Viária



Etapa	Custo estimado (milhões R\$)
1ª Etapa	391
2ª Etapa	249
3ª Etapa	260
Total	899

Alternativa 2

1ª Etapa

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria

2ª Etapa (TR25)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- ⋯ Aumento de seção
- ▲- Galeria-reservatório

3ª Etapa (TR100)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- ⋯ Aumento de seção
- ▲- Galeria-reservatório





Convenção

- Rede Hídrica
- Bacia do Uberaba
- Quadra Viária

Etapa	Custo estimado (milhões R\$)
1ª Etapa	391
2ª Etapa	477
3ª Etapa	173
Total	1.040

Alternativa 3

1ª Etapa

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria

2ª Etapa (TR25)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- - - Aumento de seção
- = Abertura de canal
- ▨ Parque linear

3ª Etapa (TR100)

- ▲ Reservatório
- Reforço de galeria
- - - Aumento de seção
- = Galeria-reservatório





COMPORTAMENTO DO SISTEMA NAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

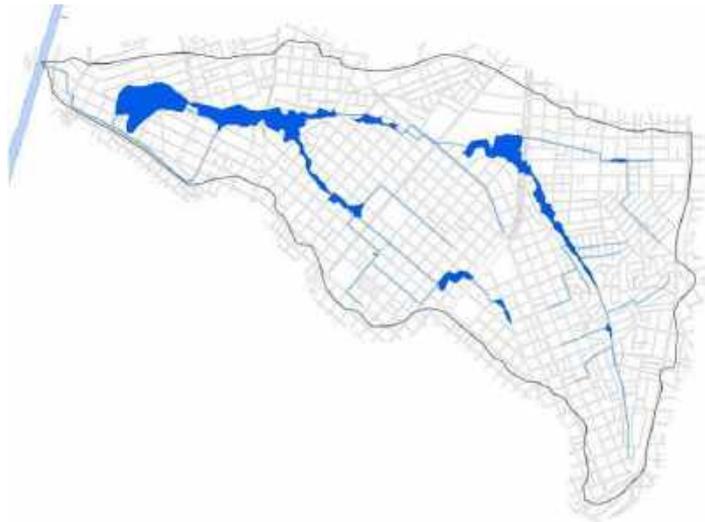
MANCHAS DE INUNDAÇÃO



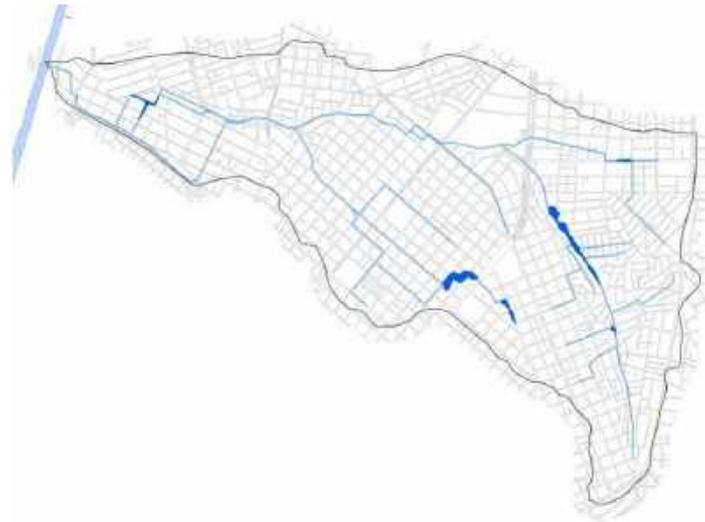
Etapa inicial



Chuva TR 5 anos



Atual - 0,59 km² (TR 5)



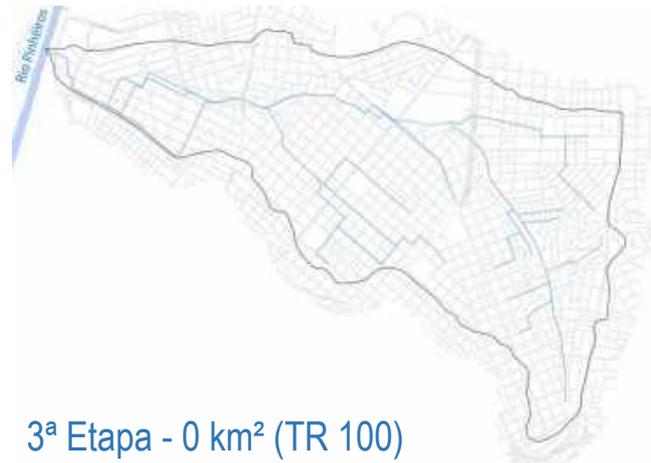
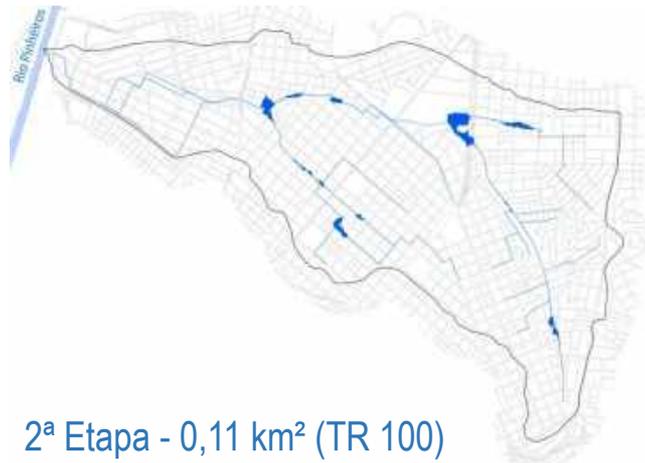
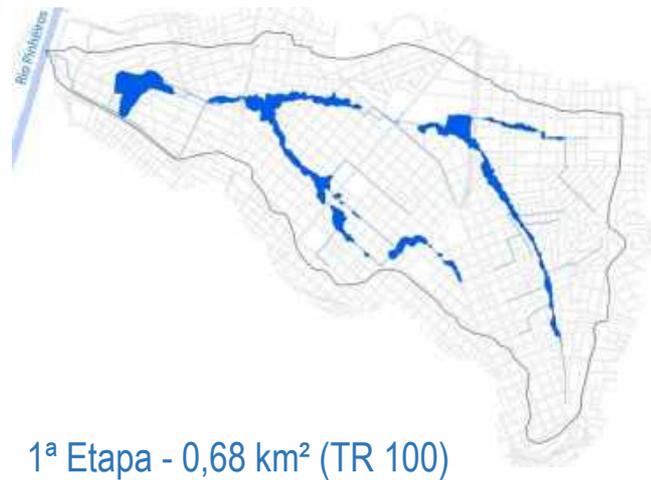
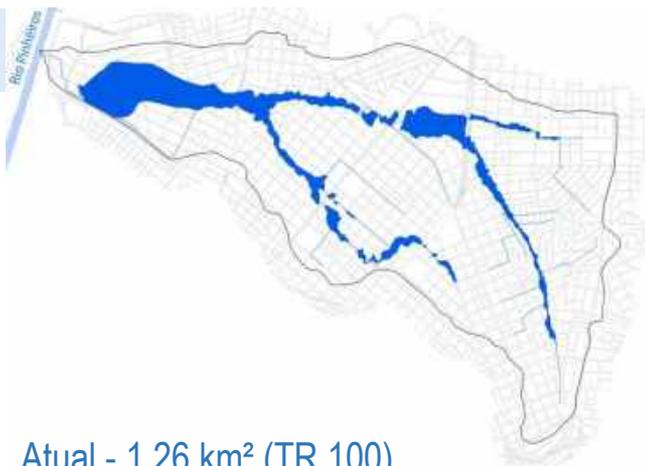
1ª Etapa - 0,15 km² (TR 5)

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Alternativa 1



Chuva TR 100 anos

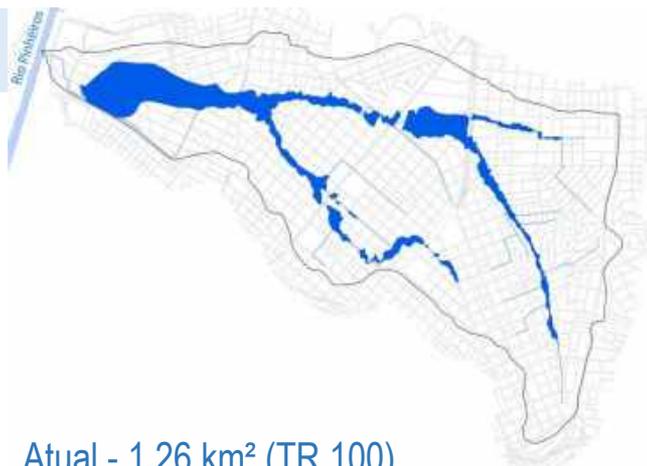


MANCHAS DE INUNDAÇÃO

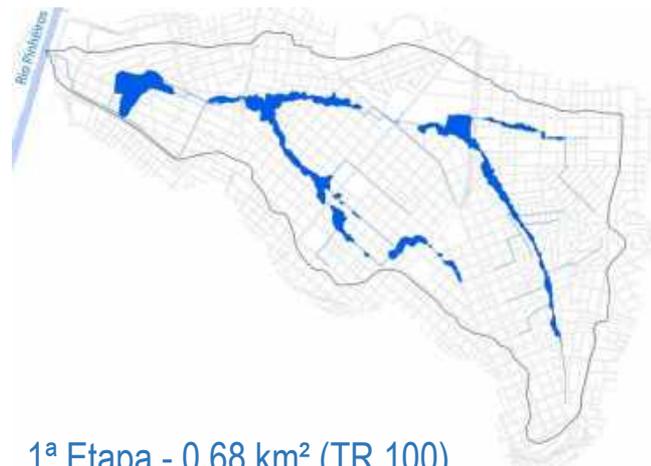
Alternativa 2



Chuva TR 100 anos



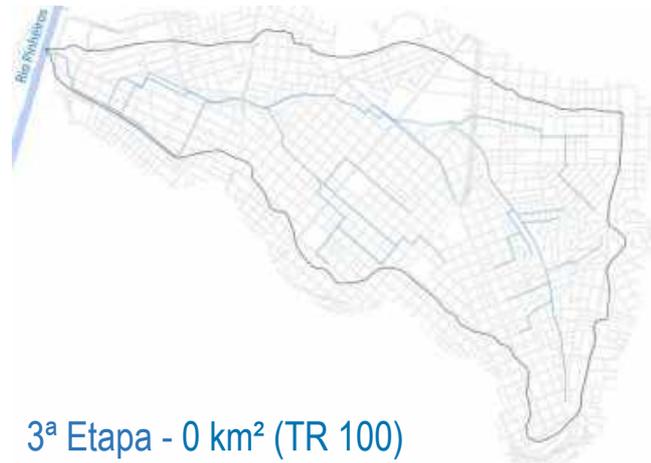
Atual - 1,26 km² (TR 100)



1ª Etapa - 0,68 km² (TR 100)



2ª Etapa - 0,16 km² (TR 100)



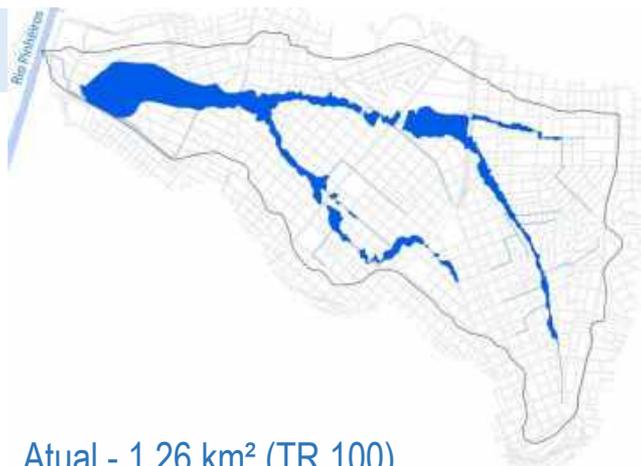
3ª Etapa - 0 km² (TR 100)

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

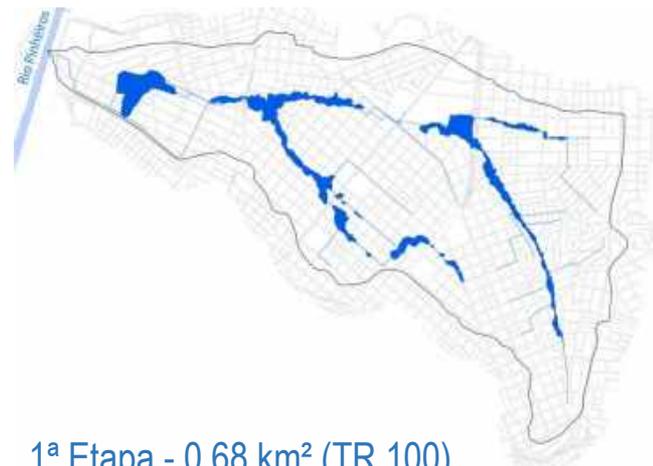
Alternativa 3



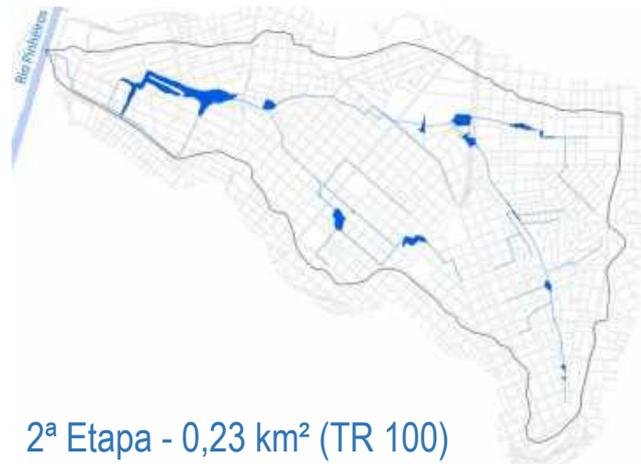
Chuva TR 100 anos



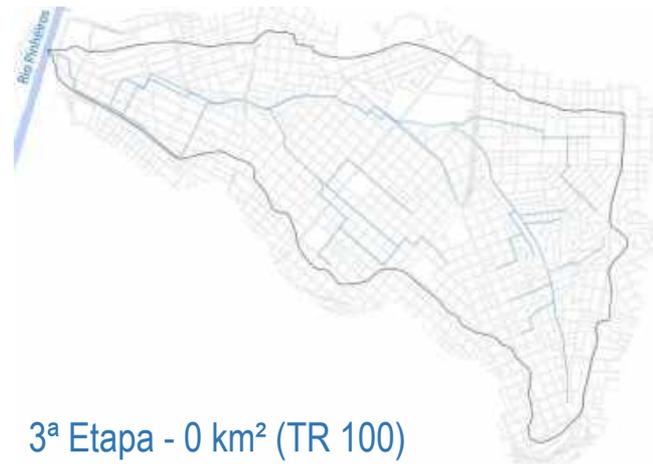
Atual - 1,26 km² (TR 100)



1ª Etapa - 0,68 km² (TR 100)



2ª Etapa - 0,23 km² (TR 100)

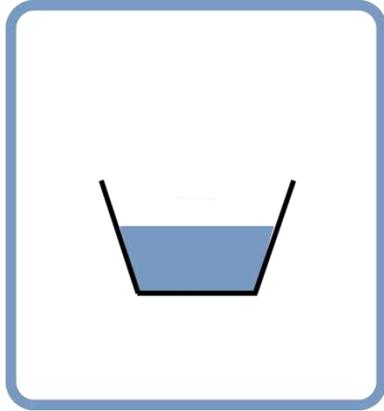


3ª Etapa - 0 km² (TR 100)

3

Planejamento integrado

Obras de drenagem e paisagem urbana



**Reservatório de
amortecimento**



Reservatório na Praça Juca Mulato



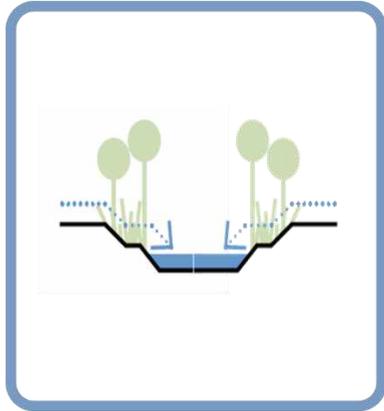
Vista do Reservatório na Praça Juca Mulato



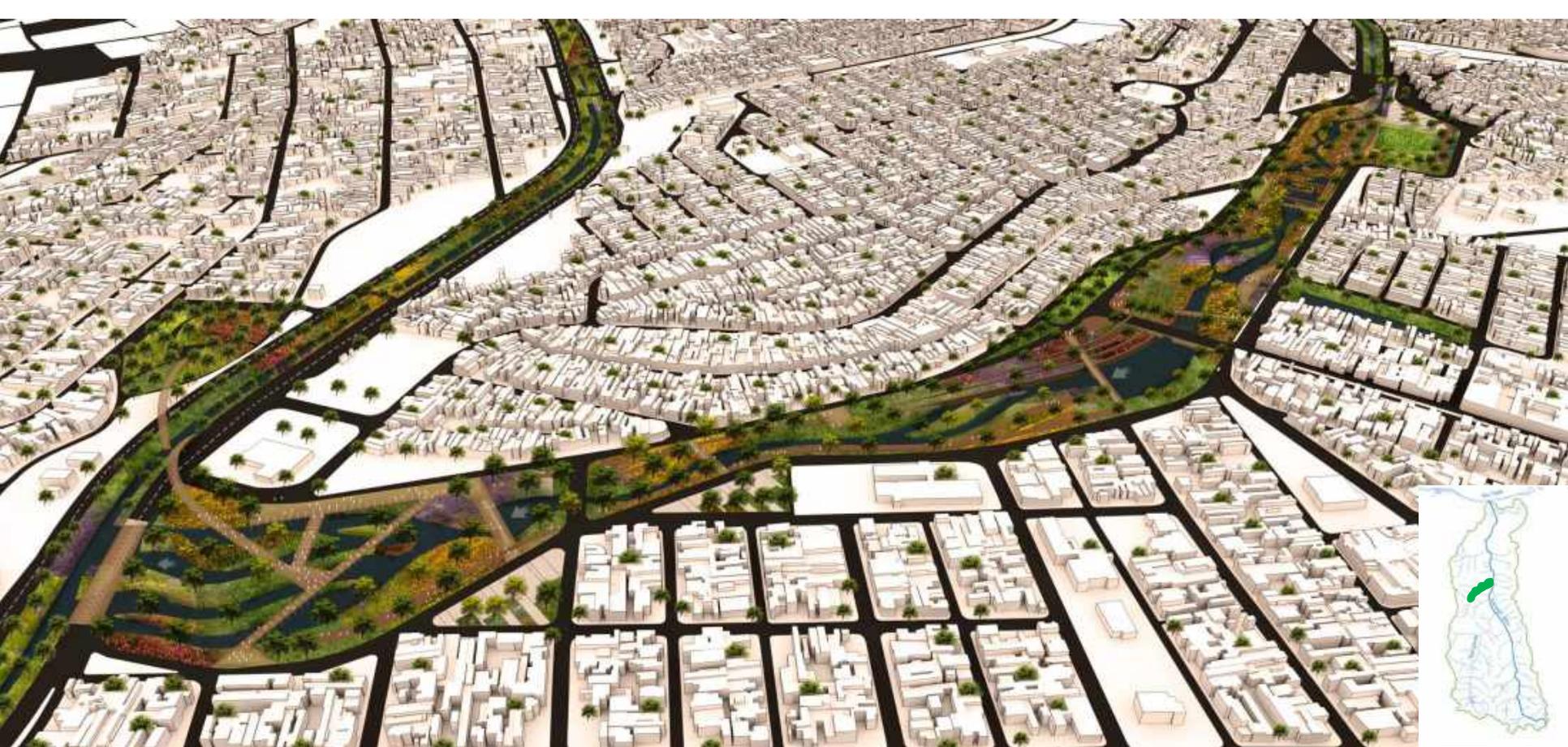
Vista do Reservatório na Praça Juca Mulato



Vista do Reservatório na Praça Juca Mulato



Parques lineares



Perspectiva do Parque Linear PJP 01 localizado no Córrego Jacupeva

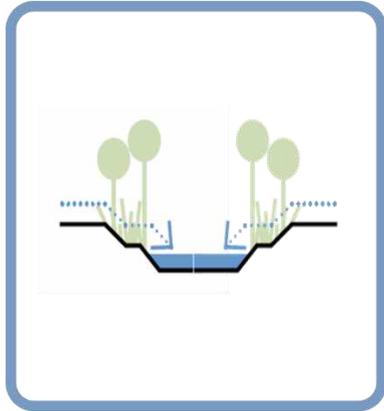


Parque Linear Lauzane

Vista do Parque Linear Lauzane, bacia do córrego Mandaqui



Perspectiva do Parque Linear com estruturas de restrições de seção no Córrego Jabaquara



Abertura de canal



4

PRÓXIMOS PASSOS

Zoneamento de uso em áreas inundáveis

- 1.** Zona de passagem de cheia → alto risco.
Possui função hidráulica;
Não deve ser ocupada;
Uso paisagístico e proteção ambiental.
- 2.** Zona com restrições de ocupação: esta área representa o restante da superfície inundável.
Parques e atividades recreativas;
Uso agrícola, industrial e comercial;
Habitações a prova de inundações;
- 3.** Zona de baixo risco hidrológico: área com baixa probabilidade de inundações.
Não necessita de regulamentação, mas a população deve ser informada sobre o risco de possíveis danos em eventos críticos.



DESAFIOS

- Controle das taxas de impermeabilização do solo
- Implantar o zoneamento de inundações
- Adotar medidas de controle de cheias visando o equilíbrio do meio urbano
- Considerar os impactos das mudanças climáticas no controle de cheias
- Como proceder com a alocação da população que habita áreas inundáveis





**CIDADE DE
SÃO PAULO**
INFRAESTRUTURA
URBANA E OBRAS

