

SEMINÁRIO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Planejamento e Gestão Integrada de Drenagem Urbana



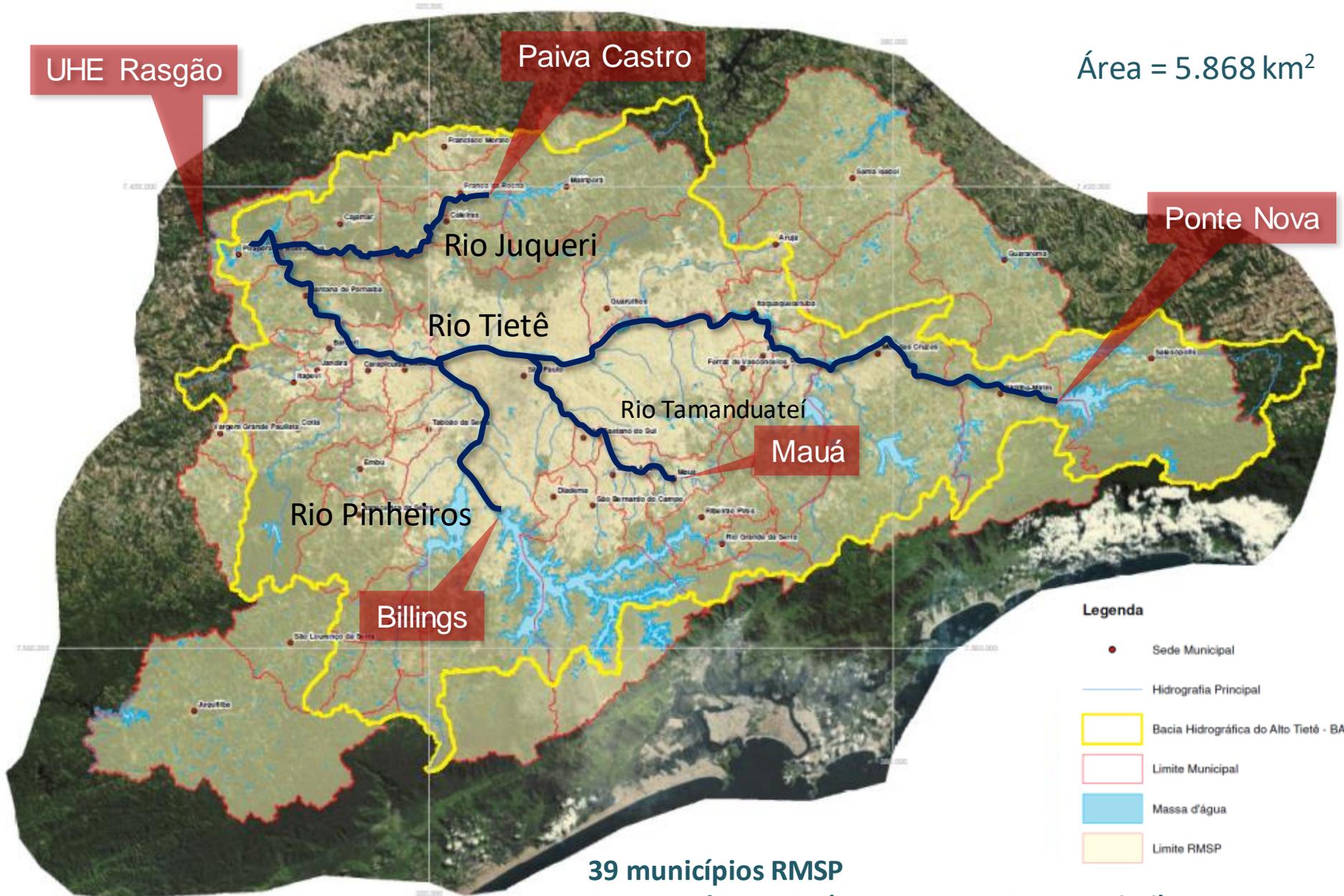
TERCEIRO PLANO DE MACRODRENAGEM
DA BACIA DO ALTO TIETÊ - PDMAT 3

Palestrante: Ricardo Daruiz Borsari

12/08/2021

• ÁREA DE ABRANGÊNCIA •

Área = 5.868 km²



39 municípios RMSP

37 municípios BAT (Guararema e Santa Isabel)

• DESAFIOS DO PDMAT3 •

- Enfoque integrado dos problemas estruturais e de gestão da drenagem;
- Construção de ferramenta de avaliação de risco e vulnerabilidade da bacia em eventos extremos;
- Proposição de soluções consensuais;
- Superação da fragmentação institucional, gerencial e do processo decisório;
- Identificação do modelo de gestão necessário ao cumprimento dos princípios e metas estabelecidas, através da gestão Metropolitana da drenagem.

• DESAFIOS DO PDMAT₃ •

- Organização das Ações com capacidade de solução:
 - Medidas Não Estruturais:
 - (i) melhorias na operação das infraestruturas existentes;
 - (ii) aprimoramento e expansão dos sistemas de monitoramento e alertas contra inundações;
 - (iii) capacitação de recursos humanos;
 - (iv) definição de fontes de recursos e formas de financiamento sustentáveis;
 - (v) articulação com as políticas de usos e ocupação do solo.
 - Medidas Estruturais:
 - (i) aumento das capacidades de descargas de rios e canais;
 - (ii) retardamento e defasagem temporal das ondas de cheia;
 - (iii) desvios e transferências de vazões.

• PLANO DE ATAQUE EM CAMADAS •

- Permitir um ordenamento dos trabalhos de campo;
- Permitir seqüenciamento dos estudos hidrológicos, partindo-se dos eventos críticos para a bacia maior e progressivamente avançando para as bacias menores;
- Permitir a verificação do impacto de soluções locais na solução global e sua eventual necessidade de reiteração;
- Permitir o sequenciamento das atividades de estudo das ações não estruturais e institucionais, abrindo espaço para as discussões com os diferentes atores envolvidos nas soluções das diferentes camadas;
- Permitir que, ao final dos estudos, seja obtida uma modelagem tão densa quando desejada, porém aproveitando-se de seus resultados desde a primeira etapa;
- Facilitar a análise dos produtos pelo órgão gestor, evitando-se a concentração da entrega dos mesmos.

• PLANO DE ATAQUE EM CAMADAS •

• 1ª Camada:

- Rio Tietê - desde a Barragem de Ponte Nova até a UHE de Rasgão;
- Rio Tamanduateí - desde Mauá até a foz;
- Rio Pinheiros - desde a represa Billings até a foz;
- Rio Juqueri - desde a Barragem de Paiva Castro até a foz.

• 2ª Camada: cursos d'água com áreas de drenagem ou histórico de enchente significativos:

- Rio Aricanduva
- Rio Baquirivu
- Rio Cabuçu de Baixo
- Rio Cabuçu de Cima
- Rio Cotia
- Ribeirão dos Couros e dos Meninos
- Rio Mandaqui
- Rio Pirajuçara
- Ribeirão Vermelho
- Córrego Oratório
- Rio São João do Barueri

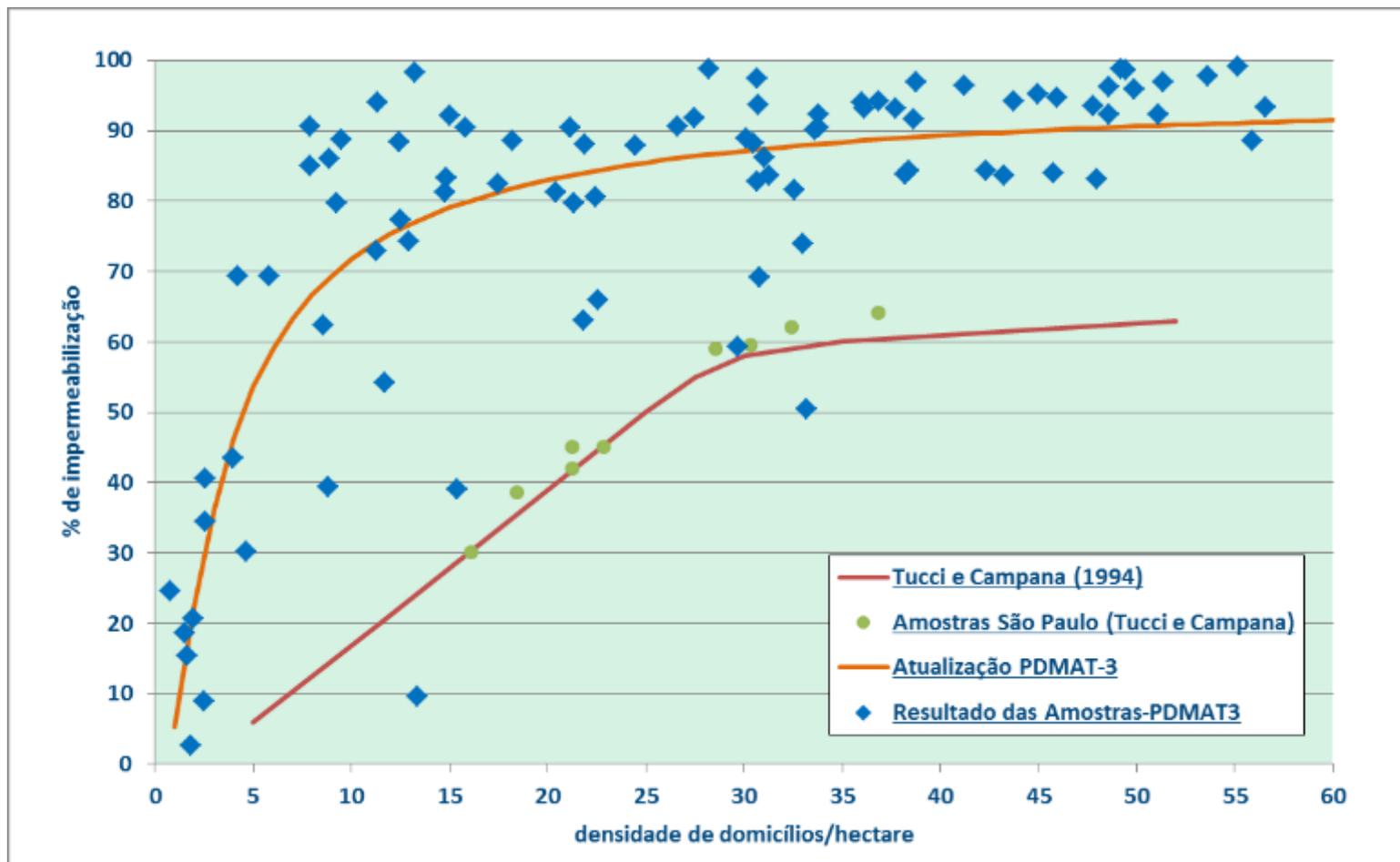
• 3ª Camada:

- cursos d'água e trechos de córregos que atravessam áreas mais urbanizadas;
- rios estaduais – que abrangem dois ou mais municípios;
- rios municipais definidos pelo Consórcio em consenso com o DAEE como prioritários.

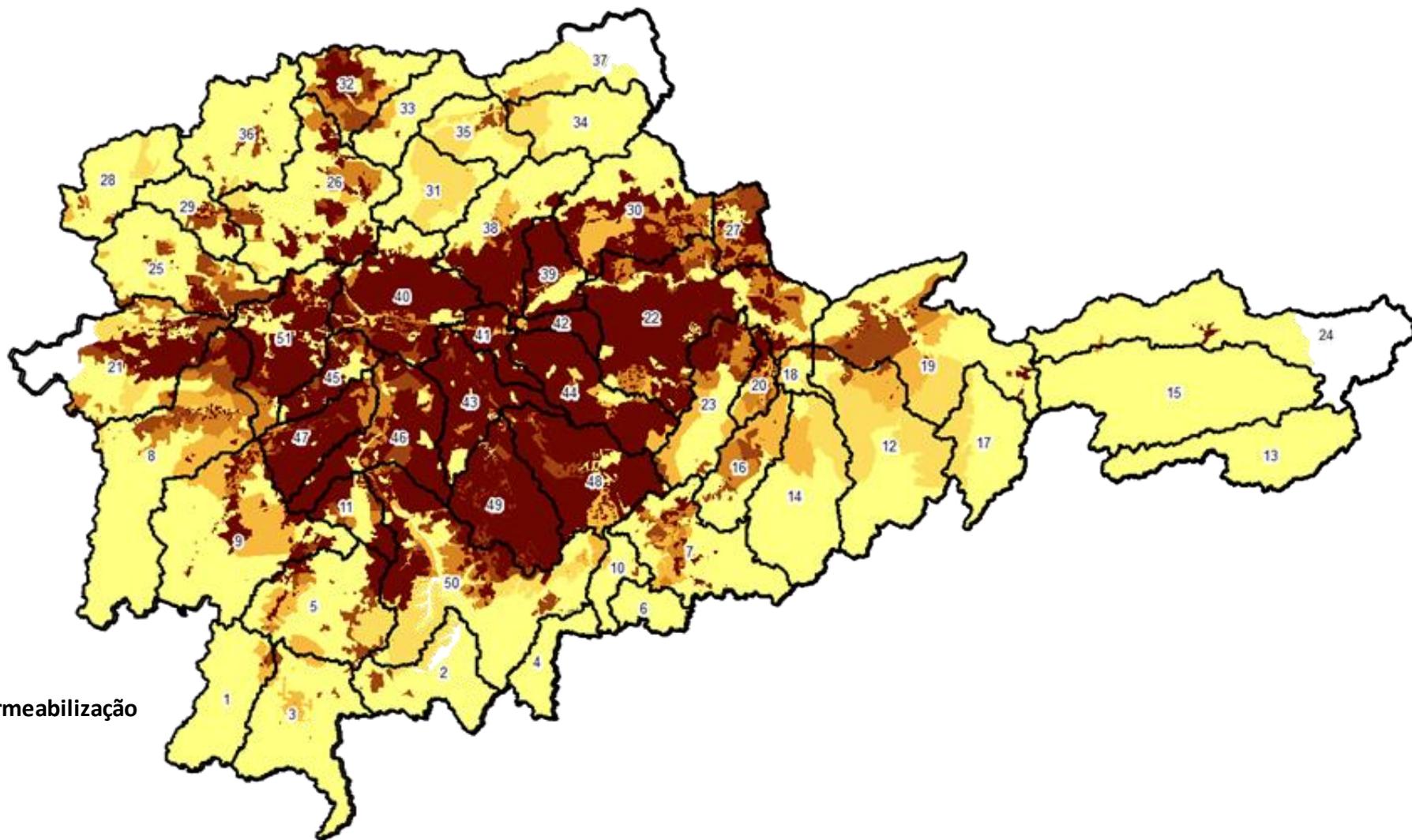


• IMPERMEABILIZAÇÃO DA BACIA DO ALTOTIETÊ •

- Cálculo da impermeabilização – 100 amostras (60 na mancha urbana principal e 40 nos demais centros urbanos da BAT)



• HORIZONTE DE PROJETO (2030) •



% de impermeabilização

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 90
- 90 - 98

□ Sem informação - fora do limite da RMSP

• HIDROLOGIA E MODELAGEM HIDROLÓGICA/HIDRODINÂMICA •

• Etapas Metodológicas – Ataque por Camadas

HIDROLOGIA

Seleção dos eventos críticos

- Chuvas críticas conhecidas
- Relatórios de Chuva do SAISP
- Dados da rede telemétrica

Consistência dos dados da telemetria do SAISP

Obtenção das imagens do radar de Ponte Nova

Análises estatísticas do posto de referência (Observatório IAG)

Fator de espacialização (chuva no ponto x chuva na área)

Chuvas de Calibração

Distribuição espacial e temporal

Chuvas de Projeto

Volume

MODELAGEM HIDROLÓGICA/HIDRODINÂMICA

- Estruturas hidráulicas
- Seções topobatimétricas
- Projetos de galerias
- Batimetria de reservatórios
- Topografia a laser
- Topografia (PMSP/SMDU, CDHU, etc)

Modelo topológico da bacia do Alto Tietê

- Bacias hidrográficas
- Sistemas de Drenagem
- Operação das estruturas

Parâmetros de Calibração:

- Coeficiente de rugosidade
- Infiltração
- Outros

Modelo matemático hidrológico-hidráulico 1D/2D calibrado da bacia do Alto Tietê

Verificação da Calibração

- Monitoramento de nível na rede telemétrica
- Curvas chave e curvas de descarga conhecidas

Diagnóstico da Situação Atual

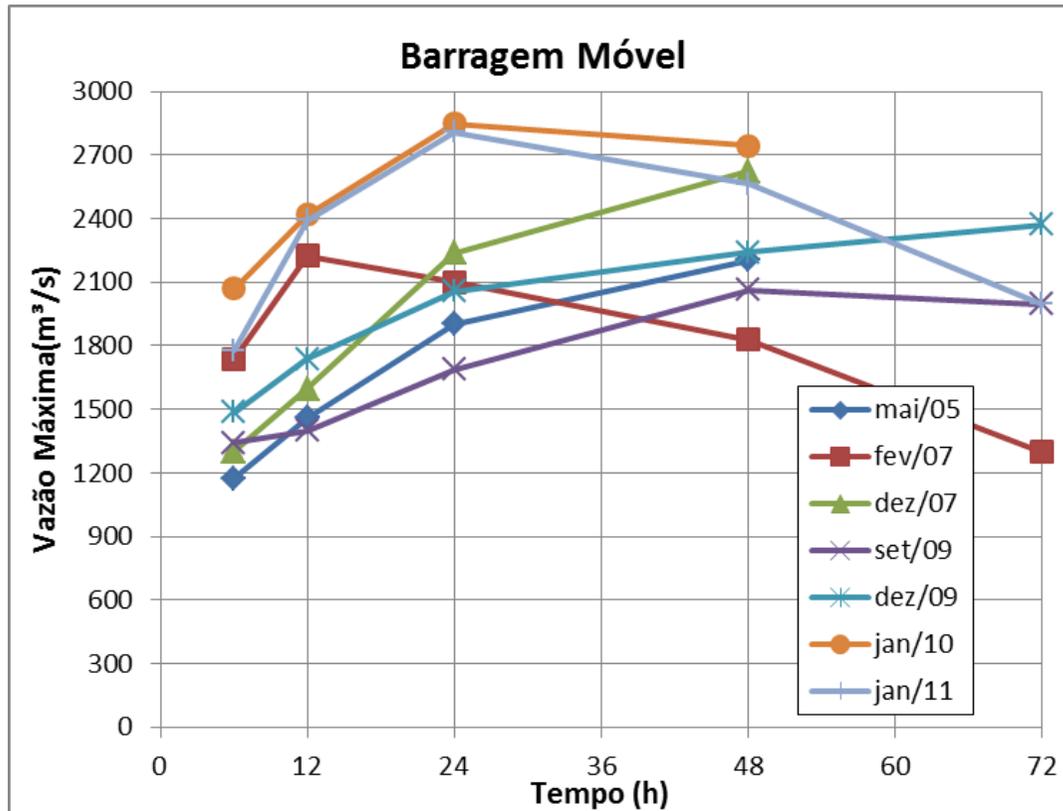
Vazões de Projeto

Estudo preliminar de proposição de alternativas

Simulação de alternativas

• VAZÕES DE PROJETO •

- Comparação dos resultados de vazão



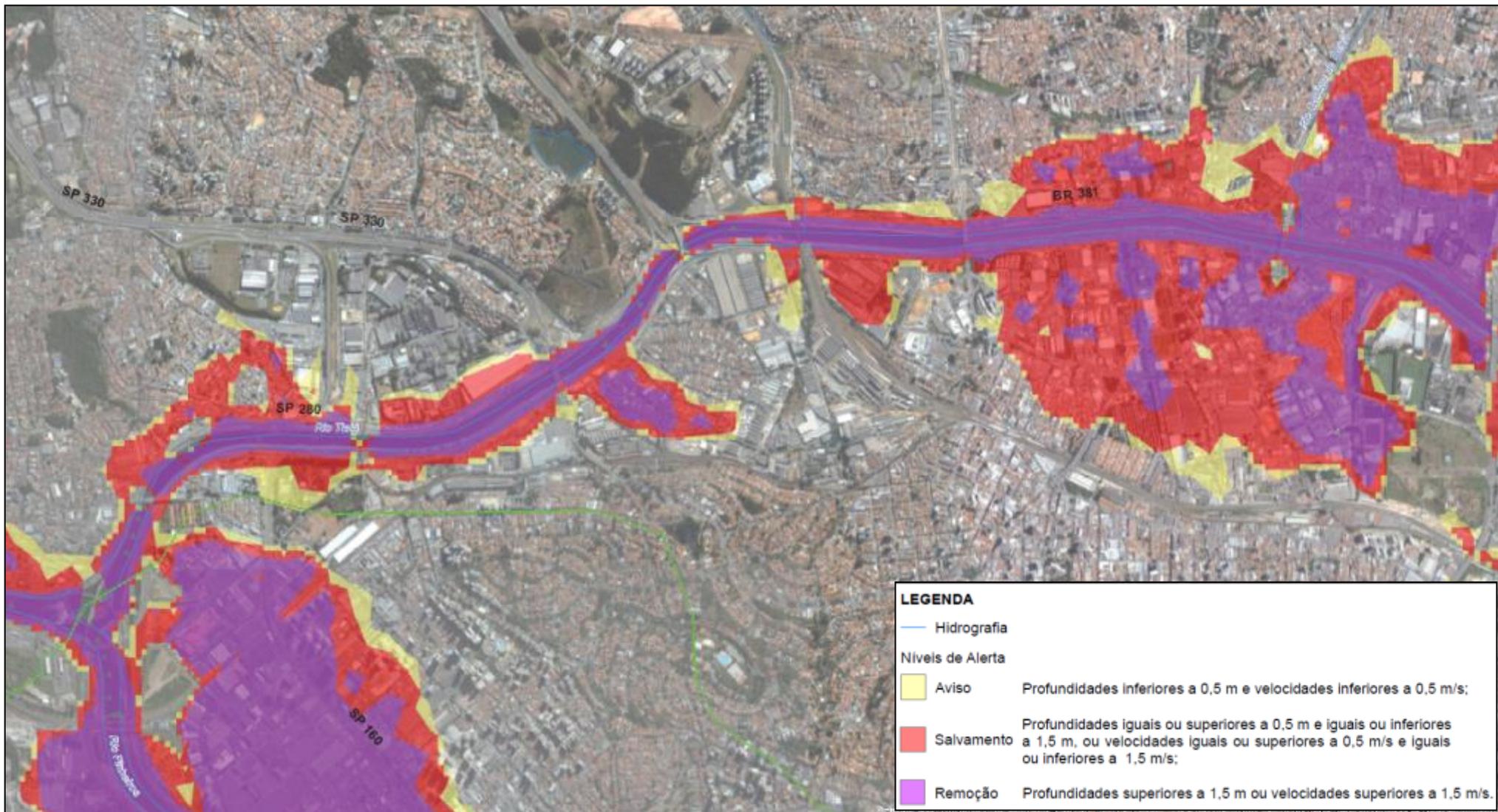
Evento	Duração (h)				
	6	12	24	48	72
mai/05	1173,9	1459,4	1901,7	2203,2	
fev/07	1738,7	2225,0	2105,0	1829,7	1299,6
dez/07	1302,5	1595,9	2238,3	2621,5	
set/09	1342,6	1400,9	1686,8	2063,6	1995,5
dez/09	1486,8	1738,0	2057,3	2241,1	2370,6
jan/10	2070,4	2418,4	2846,3	2744,2	
jan/11	1779,5	2391,7	2807,6	2562,8	1995,4

Mediana = 2030 m³/s

Tormenta de Projeto – dez/2009, 24h

• MANCHAS DE INUNDAÇÃO NO MODELO BIDIMENSIONAL •

❖ Exemplo rio Tietê – Tormenta de Projeto



• VAZÕES DE PROJETO (m³/s) •

Trecho	PDMAT-1 Cenário de projeto	PDMAT-1 Cenário mais crítico	PDMAT-3	PDMAT-3 (Premissas Adotadas)
Penha	498	1.060	740	600
Foz Cabuçu de Cima	561	1.190	950	850
Foz Aricanduva	640	1.450	1.100	1.000
Foz Tamandateí	997	2.020	1.800	1.400
Foz Pinheiros	1.048	2.170	2.100	1.700
Foz Barueri	1.188	2.560	2.050	1.750
Edgar de Souza	1.434	2.680	2.050	1.750

Premissas Adotadas para Rio Tietê:

- Contribuição máxima do Tamandateí de 500 m³/s;
- Contribuição do rio Pinheiros foi considerada nula;
- Contribuições do rio Juqueri e das bacias da 2ª camada obtidas após a implantação das intervenções (canalizações, reservatórios, galerias de apoio, etc.).

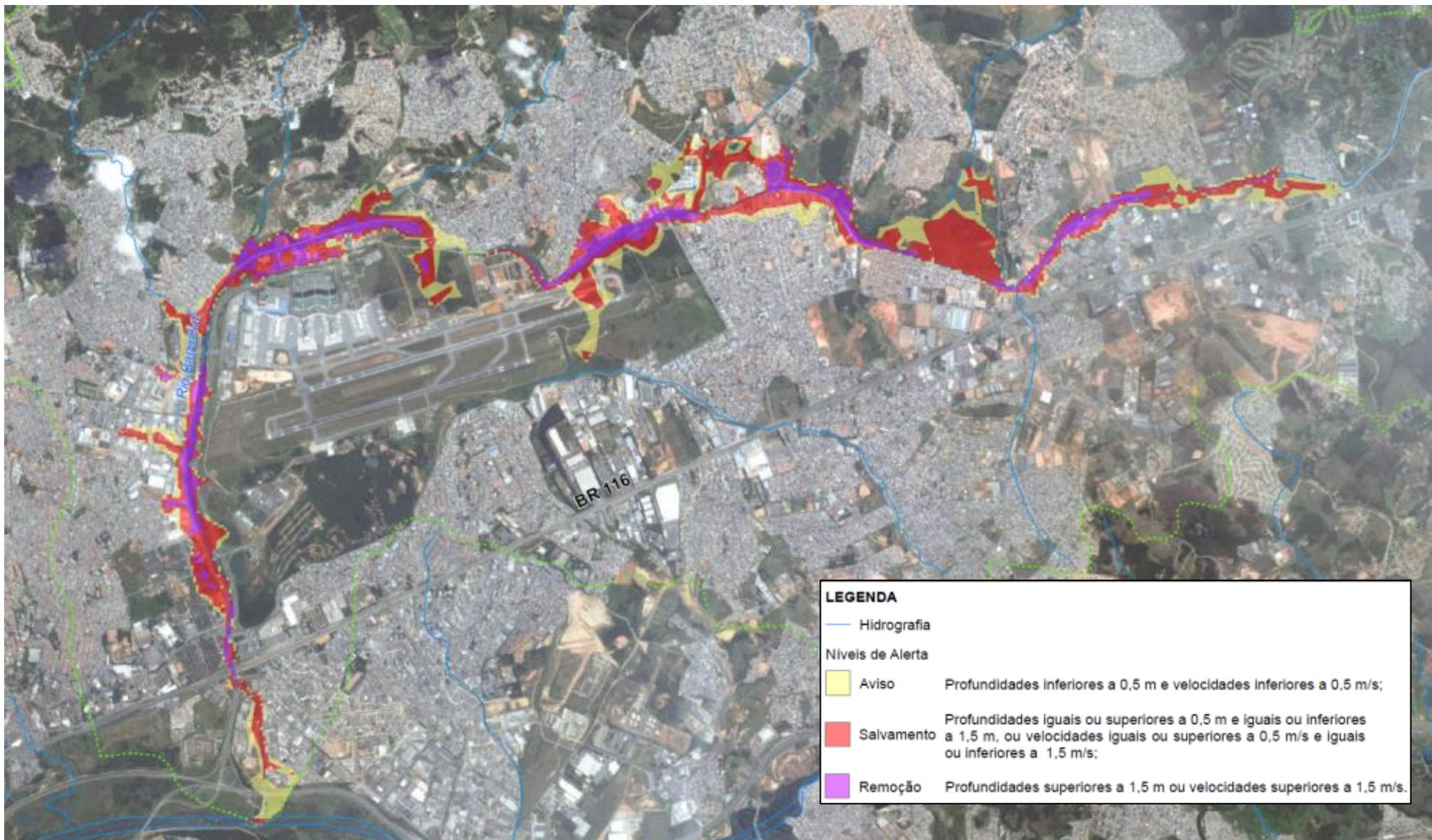
• PROPOSIÇÃO DE OBRAS – 1ª CAMADA – Rio Tietê •

✓ Penha até UHE Edgar de Souza:

- ❖ **Alternativa 1:** túnel único Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=17\text{m}$, $L=49\text{km}$ e $Q=1.050\text{m}^3/\text{s}$; 
- ❖ **Alternativa 2:** caverna subterrânea (seção dupla: $\varnothing=20\text{m}$ e $L=27,5\text{ km}$) e túnel Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=10\text{m}$, $L=21,5\text{km}$ e $Q=350\text{m}^3/\text{s}$;
- ❖ **Alternativa 2A:** reservatório subterrâneo Campo de Marte ($15,3\text{hm}^3$ e $0,8\text{km}^2$) e túnel Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=10\text{m}$, $L=49\text{km}$ e $Q=350\text{m}^3/\text{s}$;
- ❖ **Alternativa 3:** túnel Penha – Foz Tamanduateí com $\varnothing=12\text{m}$, $L=11\text{km}$ e $Q=500\text{m}^3/\text{s}$ e túnel Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=17\text{m}$, $L=49\text{km}$ e $Q=1.050\text{m}^3/\text{s}$;
- ❖ **Alternativa 4:** túnel Penha – Foz Tamanduateí com $\varnothing=12\text{m}$, $L=11\text{km}$ e $Q=500\text{m}^3/\text{s}$, reservatório subterrâneo Campo de Marte ($19,4\text{hm}^3$) e túnel Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=12\text{m}$, $L=49\text{km}$ e $Q=400\text{m}^3/\text{s}$;
- ❖ **Alternativa 5:** rebaixamento do fundo do canal de $2,5\text{m}$ (Penha-Móvel) e aumento declividade de $0,00015\text{m}/\text{m}$ para $0,0004\text{m}/\text{m}$ (Móvel-EDS); 
- ❖ **Alternativa 6:** túnel Foz Tamanduateí – UHE Rasgão com $\varnothing=10\text{m}$, $L=49\text{km}$ e $Q=350\text{m}^3/\text{s}$ e aumento declividade de $0,00015\text{m}/\text{m}$ para $0,00021\text{m}/\text{m}$ (Penha-EDS)

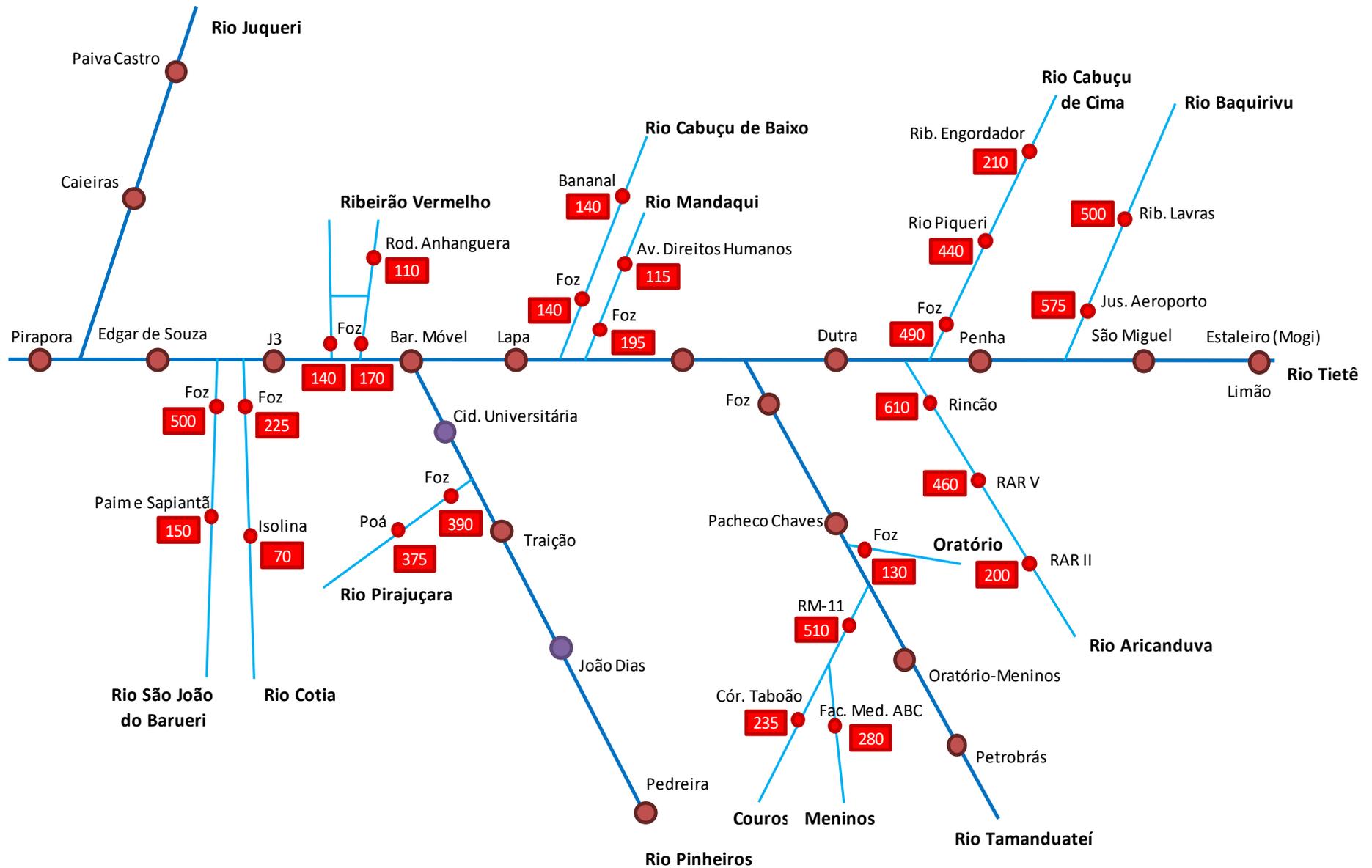
• MANCHAS DE INUNDAÇÃO NO MODELO BIDIMENSIONAL - 2ª CAMADA •

❖ Exemplo rio Baquirivu - TR100



• RESUMO 2ª CAMADA •

- Unifilar de vazões de projeto (m³/s) – Sistema de drenagem Atual. Exemplo: TR 25 anos



• INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PROPOSTAS PELO PDMAT-3 •

1ª Camada

Rio Tietê

• **Ponte Nova até Barragem da Penha:**

- Ampliação do limite do Plano Várzeas do Tietê e construção de pôlderes para minimizar a população a ser remanejada para profundidades de até 1m;

• **Penha até UHE Edgard de Souza (Alternativas 1 a 6):**

- Túnel na confluência dos rios Tamandateí e Tietê com deságue a jusante de Rasgão:
 - mais reservatórios subterrâneos;
 - mais túnel auxiliar (barragem da Penha);
- Rebaixamento e aumento da declividade da calha do rio Tietê;

UHE Edgard de Souza até UHE Rasgão

- Túnel de desvio de vazões da cidade de Pirapora do Bom Jesus: o dimensionamento depende da solução adotada para o trecho anterior, com vazões variando de 1.000 a 1.850 m³/s, Ø=11 m a 14 m e L=5,5 km;

- Comparação Preliminar dos Custos
- Avaliação Multicritério das Alternativas (Critérios Econômicos e Socioambientais)
- Detalhamento dos Custos das Alternativas mais promissoras (1 e 5) para fornecer subsídios mais consistentes para uma futura tomada de decisão
- Análise dos possíveis impactos nas cheias do Médio Tietê

Rio Pinheiros

- Rebaixamento da calha de 3 a 4 metros;
- Aumento da capacidade de bombeamento da Elevatória de Traição e Pedreira em 120 m³/s, passando a vazão total de bombeamento para 400 m³/s e 505 m³/s, respectivamente.

Rio Tamandateí

- Implantação de 38 reservatórios de retenção propostos em PDMATs anteriores, com um volume total de reservação de 6,2 hm³, além daqueles previstos nas bacias da 2ª camada – Couros, Meninos e Oratório;

Rio Juqueri

- Implantação de 45 reservatórios propostos nos PDMATs anteriores, com um volume total de reservação de 5,6 hm³;
- Obras de complementação e melhoria do canal

• INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PROPOSTAS PELO PDMAT-3 •

2ª Camada

Aricanduva

- 6 reservatórios de detenção: $V = 1.197.000 \text{ m}^3$;
- Aprofundamento de 2 m no piscinão Rincão: 80.000 m^3 ;
- Reservatório subterrâneo Parque do Carmo: $V=500.000 \text{ m}^3$;
- Galeria de apoio: $180 \text{ m}^3/\text{s}$; e Regularização do fundo do canal, ampliação das seções e revestimento em concreto.

Baquirivu

- 27 reservatórios: $V = 5.020.000 \text{ m}^3$;
- Canal: regularização do fundo, ampliação das e revestimento com gabião tipo manta e caixa ($n=0,023$);

Cabuçu de Baixo

- Substituição da galeria de 3 células por um canal aberto de mesma largura e 4,2 m de altura;
- Canal: ampliação das seções de escoamento a montante do Guaraú e ampliação do trecho a montante do piscinão Bananal;

Cabuçu de Cima

- 3 reservatórios "in-line": $V=637.500 \text{ m}^3$;
- Canal: revestimento de concreto das seções de escoamento no trecho mais densamente urbanizado ($n=0,018$).

Cotia

- Canal: ampliação da seção (trapezoidal 1V:2H), rebaixamento e uniformização da declividade do fundo, revestimento com gabião manta ($n=0,023$);

Vermelho

- 4 reservatórios : $V=924.000\text{m}^3$;
- Canal: ampliação da seção de escoamento, regularização e revestimento em concreto das paredes e fundo ($n=0.018$).

Couros e Meninos

- 18 reservatórios : $V=3.020.000 \text{ m}^3$;
- Canal: adequação das seções existentes: regularização do fundo e revestimento (concreto ou gabião manta). No meninos só foi necessário alterar a geometria do canal após a confluência com o Couros.

Mandaqui

- Canal: manutenção da largura atual da seção, rebaixamento do fundo , remoção das estroncas e revestimento total em concreto.

Oratório

- Canal: ampliação da seção de escoamento no trecho final e revestimento em gabião manta (médio-inferior) ou concreto (superior).

Pirajuçara

- 14 reservatórios : $V=2.135.000\text{m}^3$;
- Canal: ampliação da seção de escoamento, regularização do fundo, revestimento em concreto ($n=0.018$).

São João do Barueri

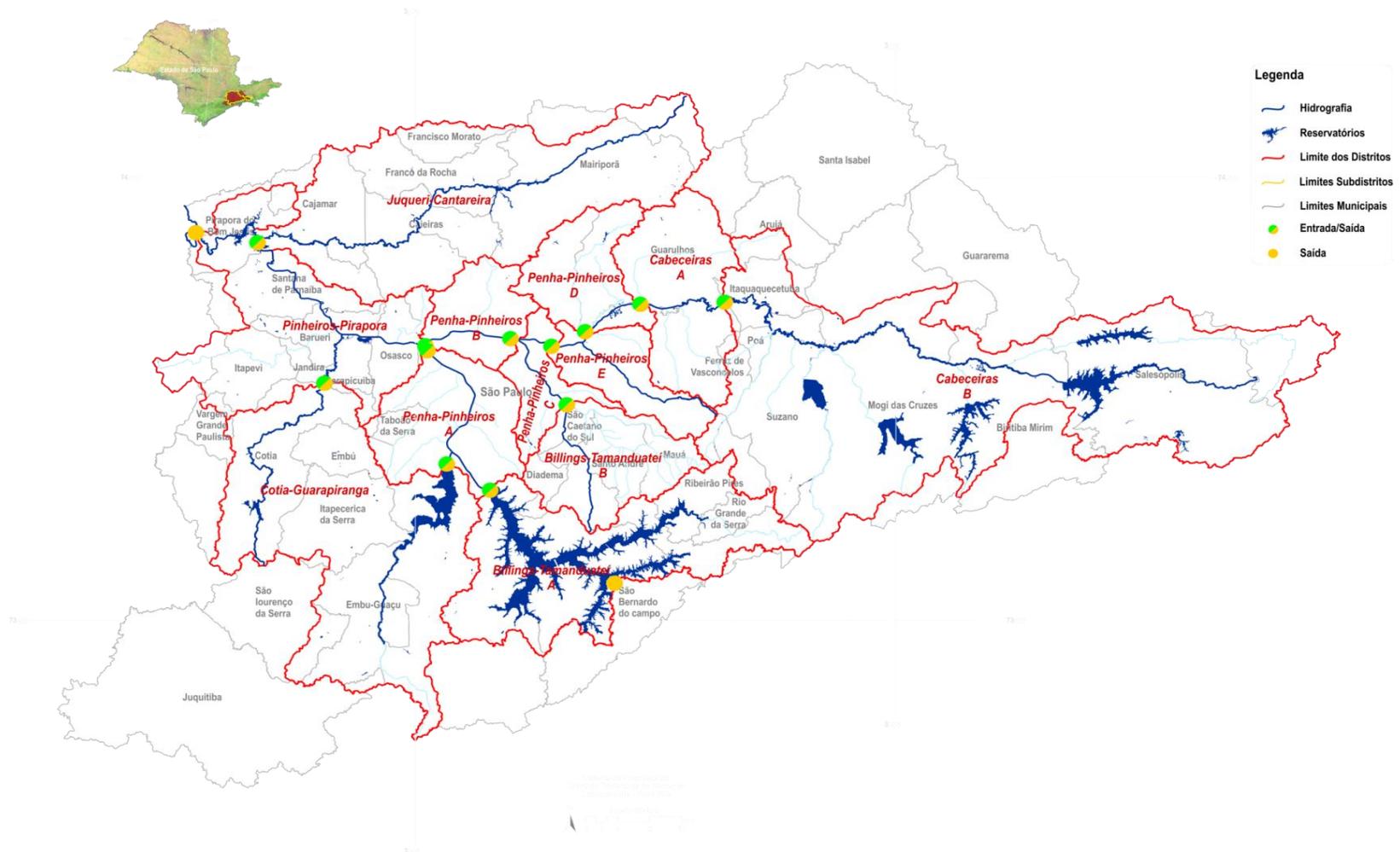
- 5 reservatórios: $V=1.678.000\text{m}^3$;
- Galeria de apoio de $80\text{m}^3/\text{s}$ e ampliação da seção, regularização e revestimento em concreto das paredes e fundo ($n=0.018$);

MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

- Critérios e Diretrizes para o Planejamento das Ações Não Estruturais na Gestão de Águas Pluviais – PDMAT 3
- Definição de Critérios Para Apoio à Implementação das Ações de Comunicação Social do Plano
- Diagnóstico da Gestão de Drenagem na BAT
- Plano de Ações Não Estruturais:
 - Modelo de gestão metropolitana de drenagem
 - Formatação dos Distritos de Drenagem da BAT
 - Alternativas de financiamento sustentável de ações em drenagem
 - Aprimoramento dos sistemas de previsão de chuvas e de alerta de enchentes

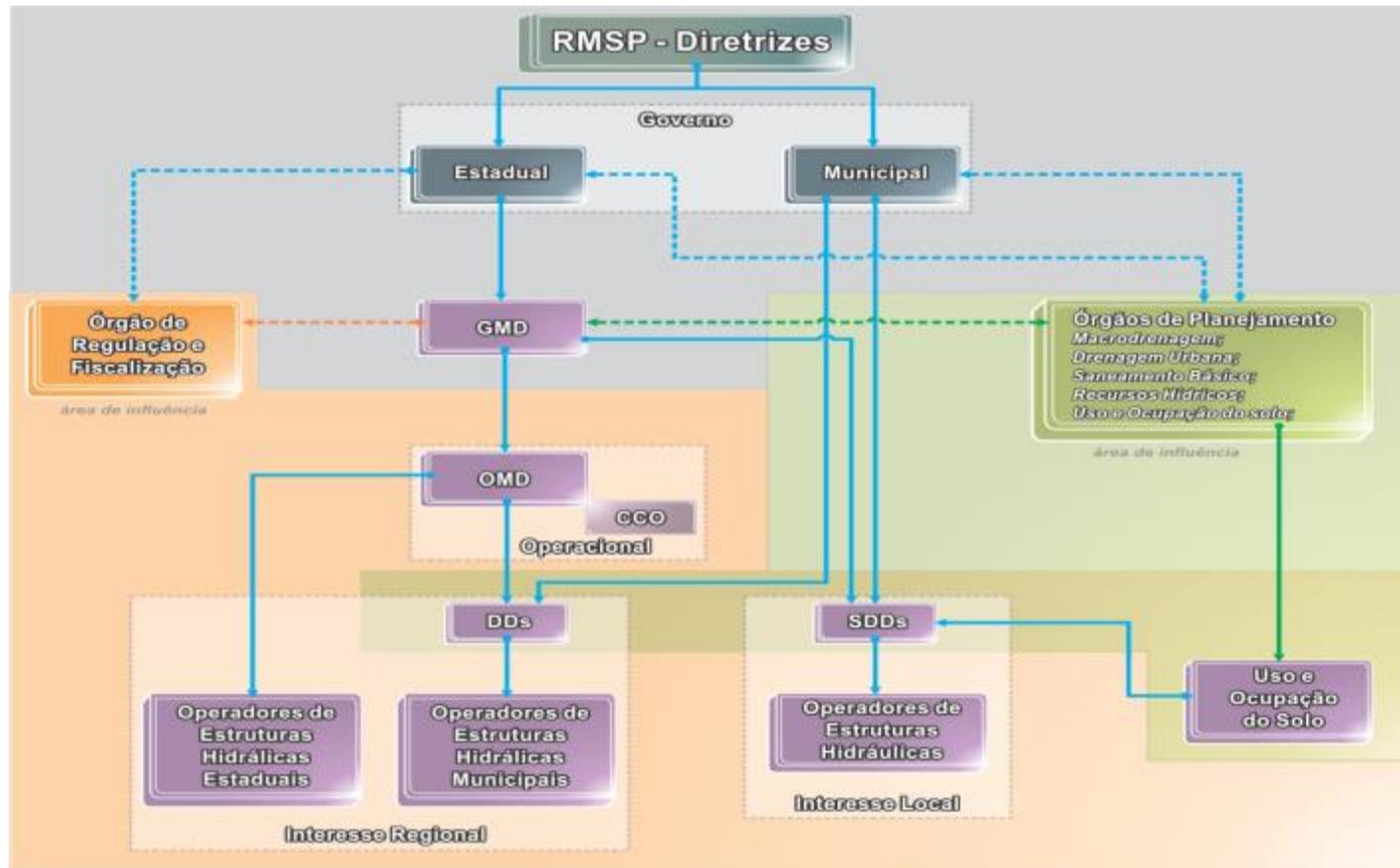
MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

- Definição dos 12 Distritos de Drenagem



MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

- O Novo Modelo de Gestão do Sistema de Drenagem na BAT/RMSP



- GMD – Gestor Metropolitano de Drenagem
- OMD – Operador Metropolitano de Drenagem
- DD – Distrito de Drenagem
- SDDs – Subdistrito de Drenagem
- CCO – Centro de Controle de Operação

MECANISMOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS

- Estudo de Viabilidade para a Implantação da Taxa de Drenagem Urbana
- Fontes de Recursos para Investimento, Manutenção e Operação dos Sistemas de Drenagem
- Sistema de Seguro Inundação, experiência Internacional e recomendações

SEMINÁRIO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Planejamento e Gestão Integrada de Drenagem Urbana

Obrigado!

**TERCEIRO PLANO DE MACRODRENAGEM
DA BACIA DO ALTO TIETÊ - PDMAT 3**

Ricardo Daruiz Borsari
ricardo.borsari@terra.com.br

Elaboração:
Consórcio



maubertec

Realização:

