

# Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

## Oficina Técnica nº 3

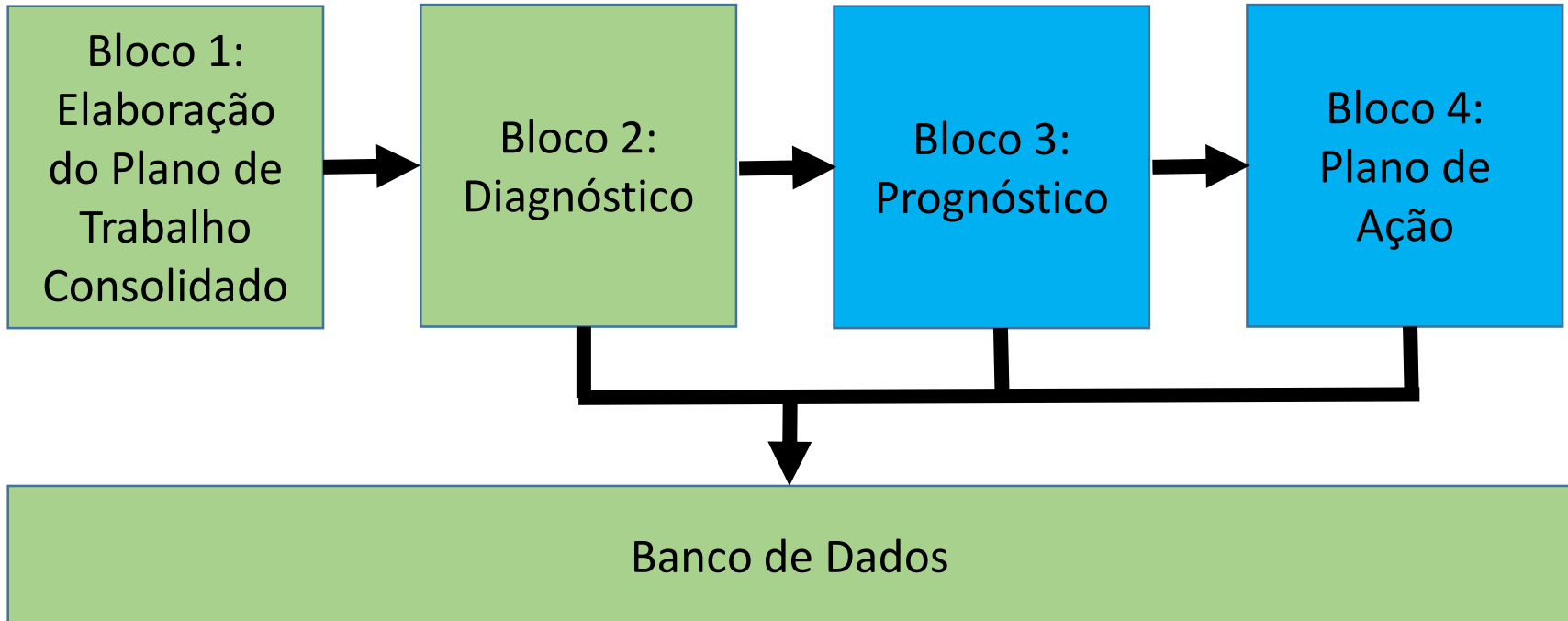
### Balanço Hídrico e Mudanças Climáticas

21/02/2018 – Auditório CDHU – 9:00-12:00

## Escopo Geral do PBH-AT (2017)

ITEM	ATIVIDADE
1	Programação dos Trabalhos
2	Diagnóstico
3	Anexo 1 – Relatórios Municipais
4	Anexo 2 – Indicadores
5	Anexo 3 – Estudos Hidrológicos
6	Anexo 4 – Estruturas Existentes
7	Anexo 5 – Termo de Referência (cadastro de estruturas existentes)
8	Prognósticos e Cenários
9	Oficinas Técnicas e Consulta Pública
10	Plano de Ação e Gestão dos Recursos Hídricos
11	Consolidação do Plano
12	Sistema de Informação

## Organização das Atividades



# Cronograma de Trabalho (Contrato)

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO		MESES										
DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	PROGRAMAÇÃO DOS TRABALHOS	█										
2.	DIAGNÓSTICO		█	█	█	█	█	█	█			
3.	ANEXO 1 - RELATÓRIOS MUNICIPAIS							█	█	█		
4.	ANEXO 2 - INDICADORES								█	█	█	
5.	ANEXO 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS		█	█	█	█	█	█	█			
6.	ANEXO 4 - ESTRUTURAS EXISTENTES	█	█	█	█	█	█	█				
7.	ANEXO 5 - TERMO DE REFERÊNCIA (Cadastro de estruturas existentes)					█	█					
8.	PROGNÓSTICO E CENÁRIOS				█	█	█	█	█	█	█	
9.	CONSULTA PÚBLICA E OFICINAS									█	█	
10.	PLANO DE AÇÃO PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA UGRHI-06							█	█	█	█	
11.	CONSOLIDAÇÃO DO PLANO								█	█	█	█
12.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Legenda: █ Já realizado █ Em realização █ A realizar



## Agenda das Oficinas Técnicas

Oficina	Tema	Data	Horário
1	Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo	07/02/2018	09:00-12:00
2	Qualidade da Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Áreas Contaminadas	07/02/2018	14:00-17:00
3	<b>Balanço Hídrico e Mudanças Climáticas</b>	<b>21/02/2018</b>	<b>09:00-12:00</b>
4	Demandas <i>versus</i> Disponibilidades	21/02/2018	14:00-17:00
5	Gestão dos Recursos Hídricos	07/03/2018	09:00-12:00
6	Apresentação do PBH-AT 2017 para o GT-PBH-AT	15/03/2018	09:00-12:00
Consulta Pública do PBH-AT-2017		05/04/2018	09:00-12:00

## PAUTA E PARTICIPANTES

- **Segurança Hídrica e Balanço Hídrico:** Carlos Alberto
- **Mudanças Climáticas:** Lincoln Muniz Alves
- **Curva de Aversão a Risco e Plano de Contingência:**  
Claudio Sousa
- **O PDMAT:** Jane Cristina
- **Ações do PDMAT:** João Jorge

# SEGURANÇA HÍDRICA

## ➤ Objetivo

- Aumentar a capacidade de enfrentamento de eventos críticos em períodos de cheias e escassez hídrica e de deterioração da qualidade hídrica.

## ➤ Planejamentos Recentes que Contemplam a Temática

- Plano Diretor de Recursos Hídricos da Macrometrópole (DAEE, 2013)
- ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010);
- ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2017) em contratação;
- Estudo da Modelagem Quantitativa de Trechos de Rios em Bacias Hidrográficas Consideradas Críticas (ANA, 2014-2016);
- Plano Nacional de Segurança Hídrica (ANA, 2014).
- Plano de Segurança da Água (Ministério da Saúde, 2012).

# SEGURANÇA HÍDRICA

## NOTÍCIAS RECENTES: Cidade do Cabo/África do Sul

**Falta d'água**

### MORADORES DA CIDADE DO CABO TEMEM O CAOS

Reservatórios estão perto do fim e torneiras das casas e das indústrias serão fechadas



2014  
2016  
2018

### SECA

● Cidades de 4 milhões de habitantes terá 200 postos de distribuição de água

#### Volume de água nas barragens da Cidade do Cabo

EM MILHÕES DE M<sup>3</sup>

PREVISÃO

26/janeiro: volume armazenado em 26%. Racionamento de água em 50 litros por pessoa ao dia

12/abril: "Dia Zero": suprimento será cortado se volume chegar a 13,5%. Cada morador receberá 25 litros de água por dia

Ano	Volume (Milhões de M <sup>3</sup> )
2013	~900
2014	~900
2015	~650
2016	~550
2017	~350
2018	~150



Edição do dia 23/10/2017

23/10/2017 21h19 - Atualizado em 23/10/2017 21h19

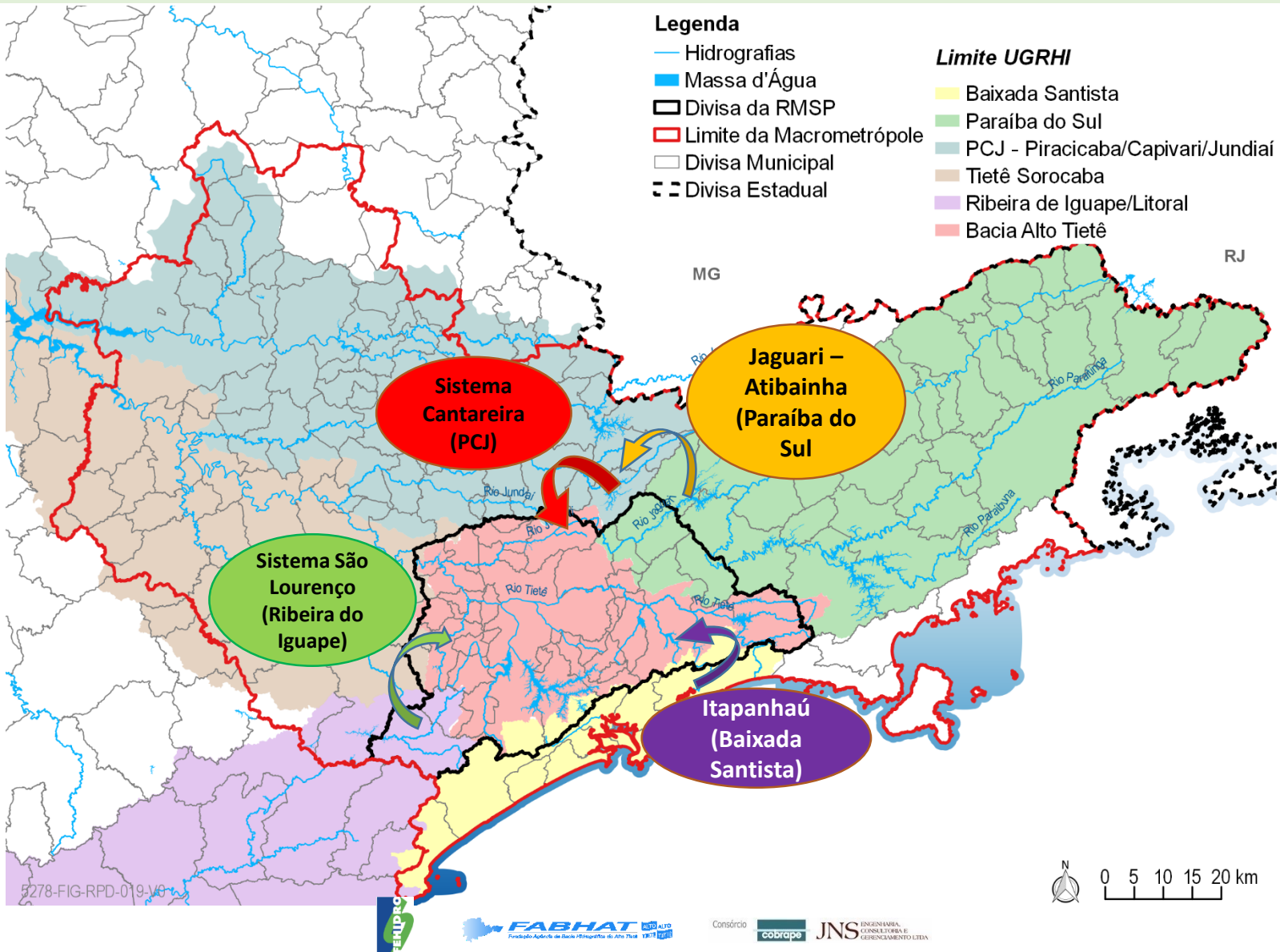
### Brasília vive a maior escassez de água de seus 57 anos de história

A pior seca da história do Distrito Federal aumentou o risco de um racionamento de água mais rigoroso na região.



# SEGURANÇA HÍDRICA

## BAT E SUAS INTERDEPENDÊNCIAS

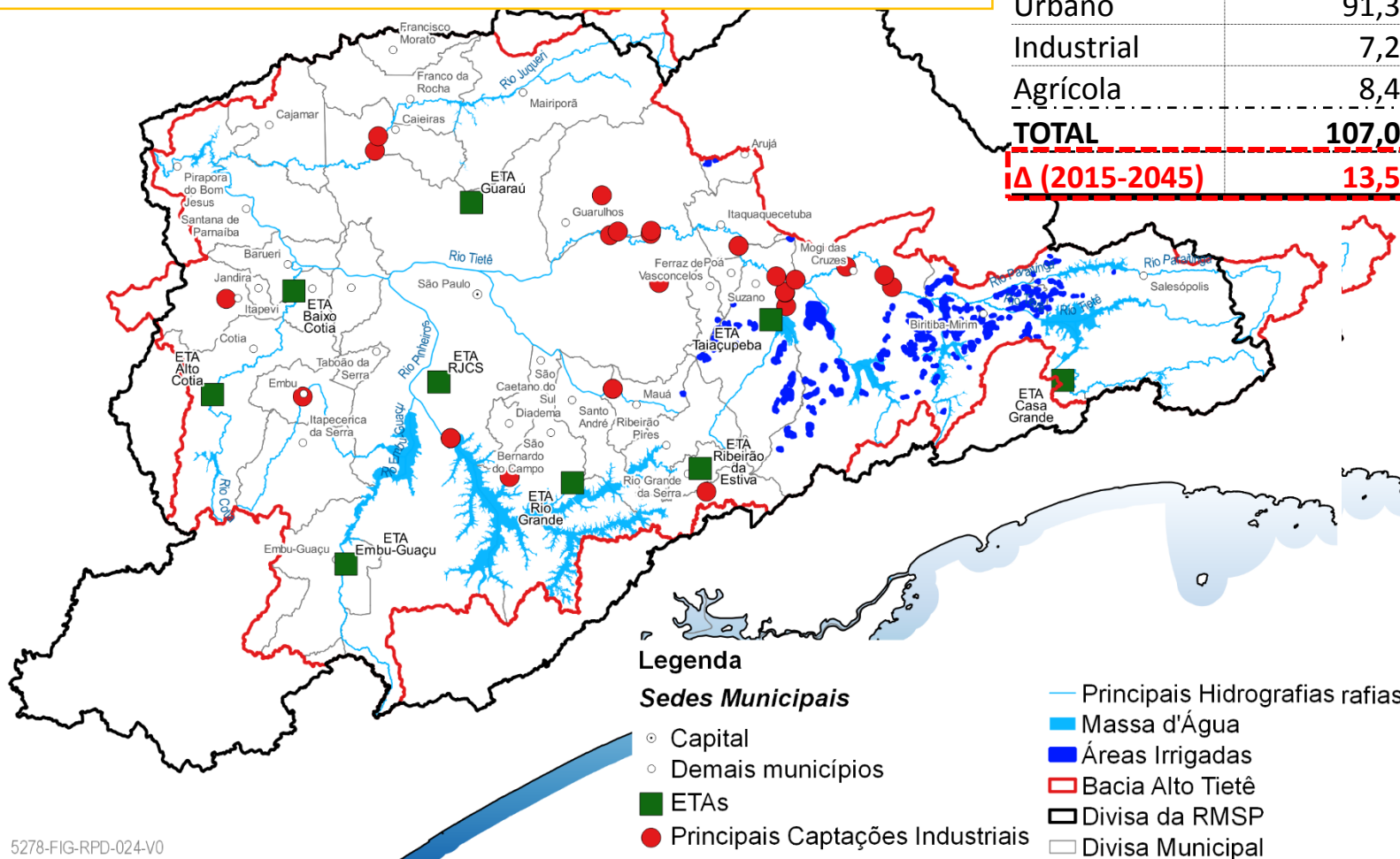


# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: DEMANDAS (Cenário Tendencial)

- Águas Subterrâneas: aprox. 12 mil poços; capacidade de 10 m<sup>3</sup>/s.

DEMANDA PARA 2045		
Setor	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	%
Urbano	91,36	85%
Industrial	7,25	7%
Agrícola	8,41	8%
<b>TOTAL</b>	<b>107,03</b>	<b>100%</b>
<b>Δ (2015-2045)</b>	<b>13,53</b>	<b>13%</b>

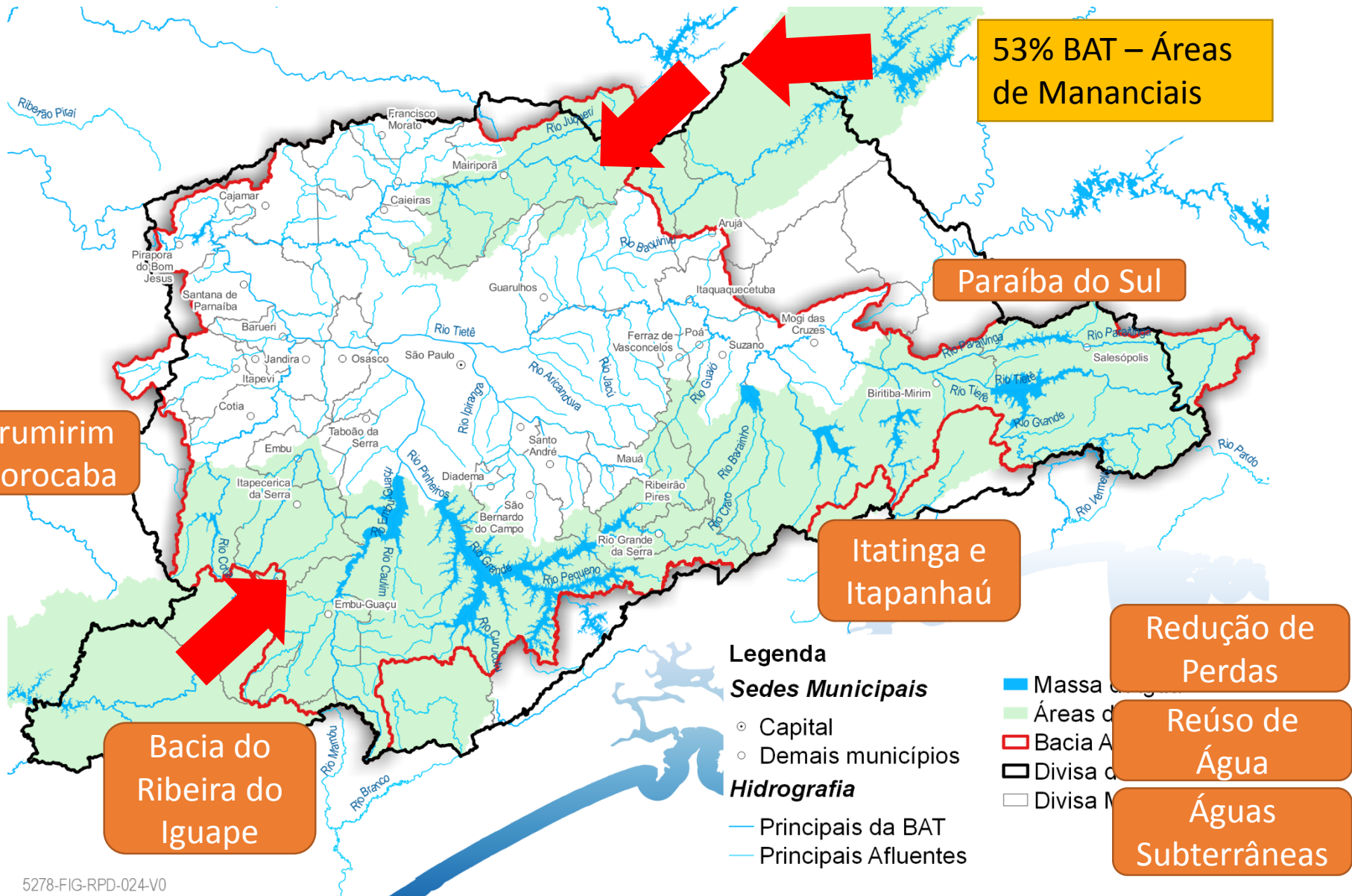


5278-FIG-RPD-024-V0



# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: DISPONIBILIDADE

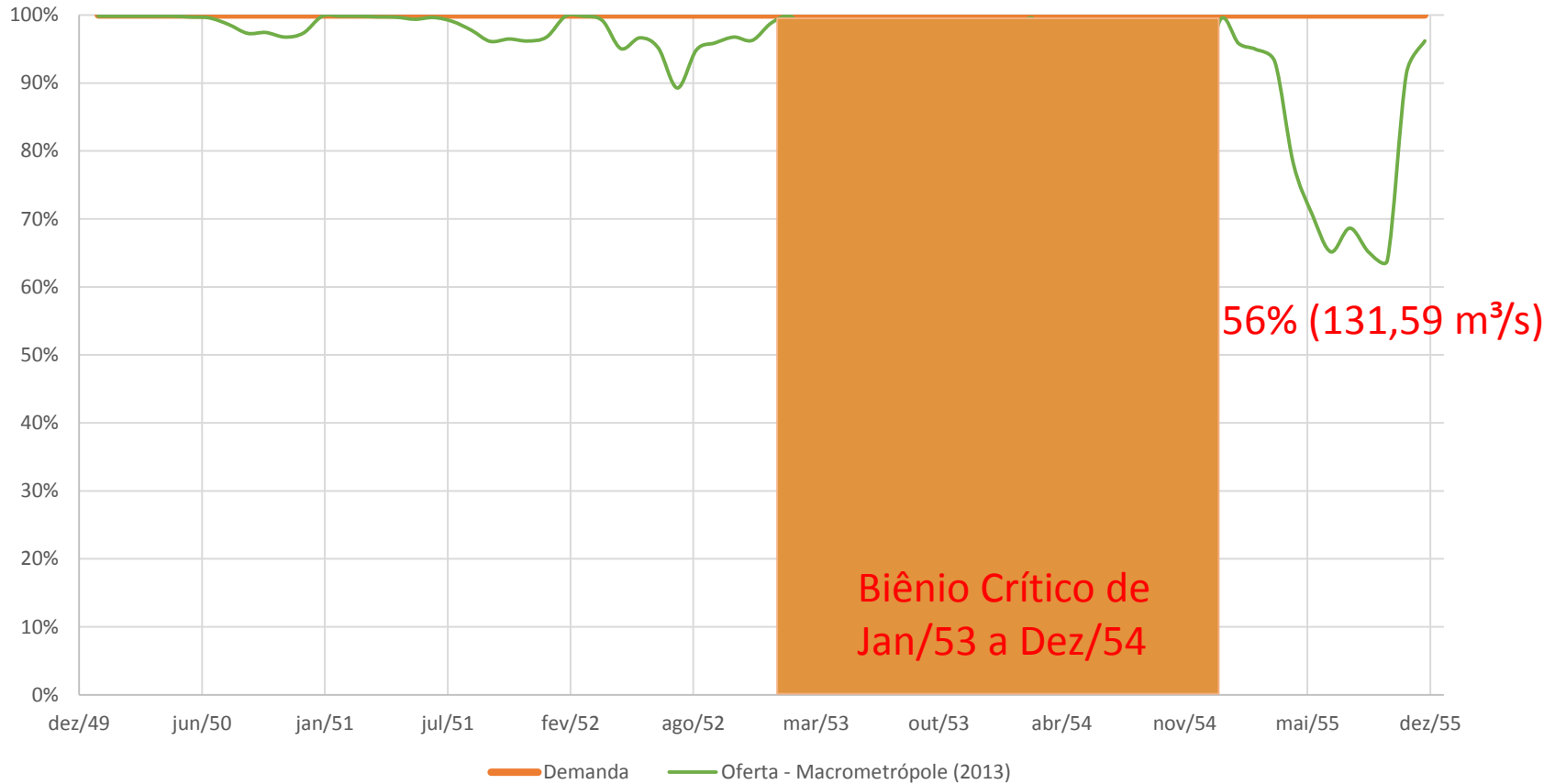




# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: Macrometrópole Paulista (2010)

### Efeito no Abastecimento - Demandas de 2008 e Período de Estiagem - 1950 a 1955



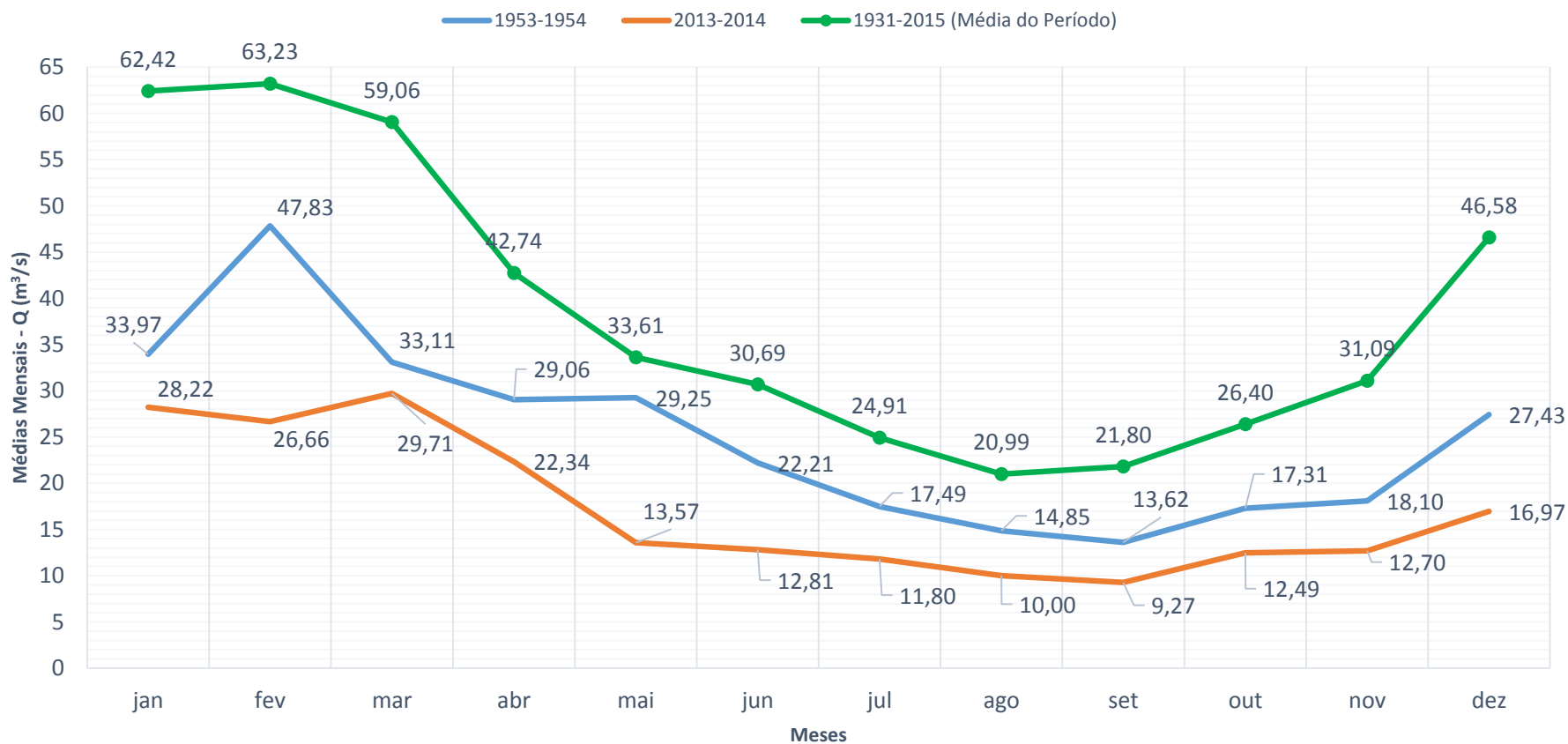
Demanda total da Macro: 234,99 m<sup>3</sup>/s (2008)

# SEGURANÇA HÍDRICA

## PERÍODOS CRÍTICOS NO SISTEMA CANTAREIRA

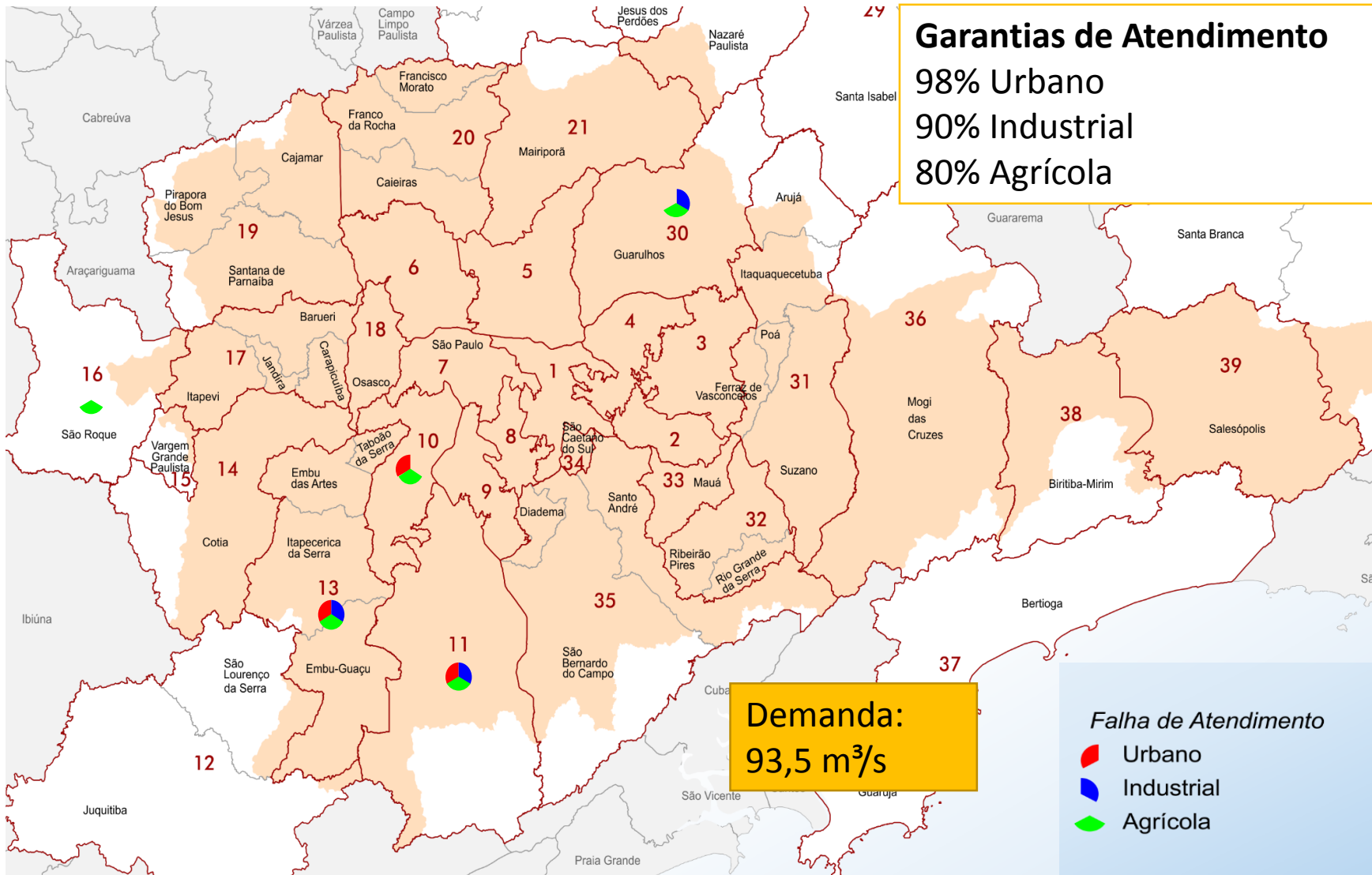
### Biênios de 1953-1954 e 2013-2014

#### VAZÕES AFLUENTES - SISTEMA CANTAREIRA EQUIVALENTE



# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: 1º ETAPA - DIAGNÓSTICO 2015



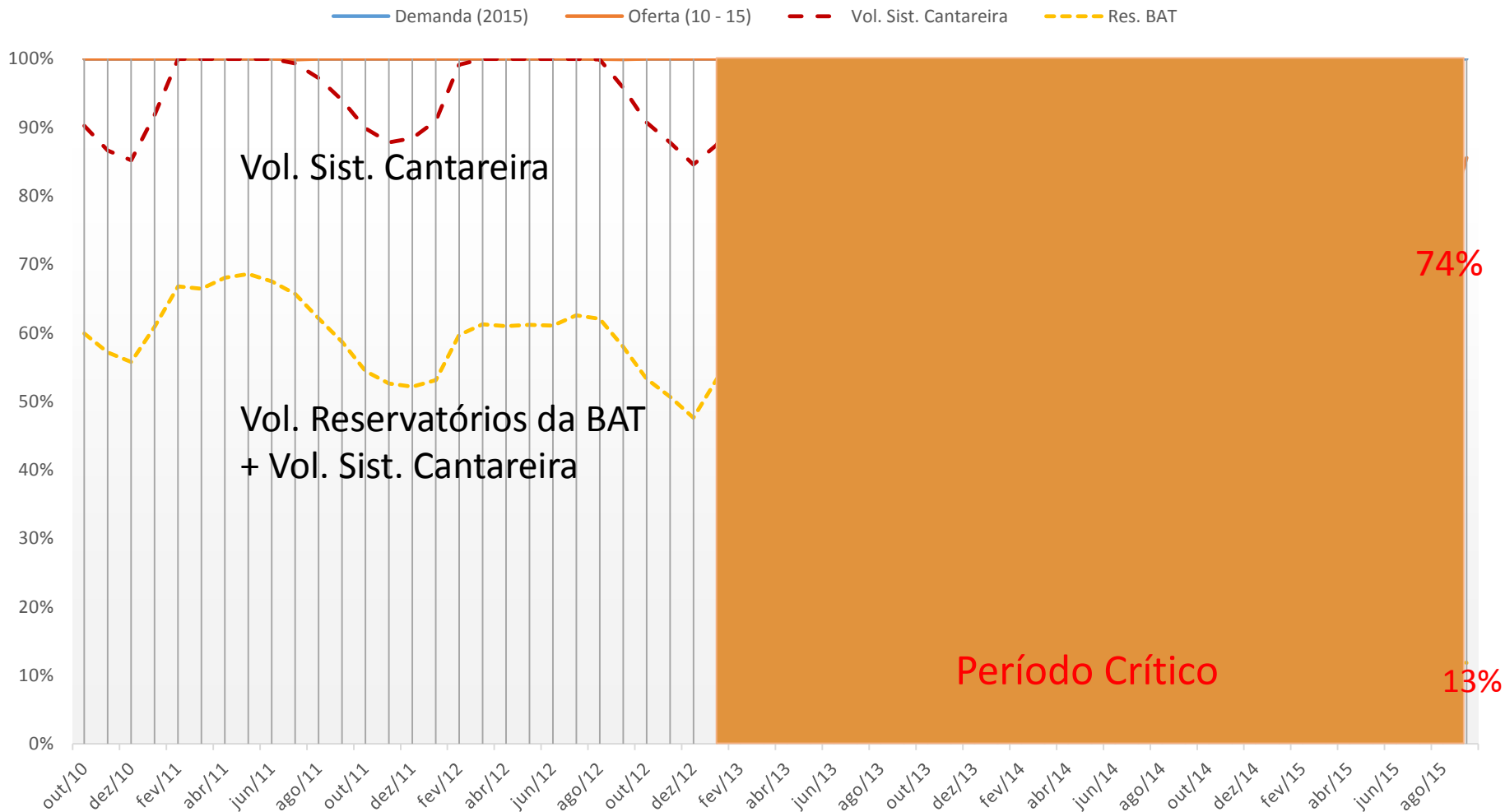
# SEGURANÇA HÍDRICA

## PERÍODO entre 2010 e 2015

➤ Cenário Tendencial: demandas de **2015** + Jaguari-Atibainha + SPSL

**Demanda:**  
**93,5 m<sup>3</sup>/s**

Efeito no Abastecimento - Demandas de 2015 e Período de Estiagem (10 - 15)

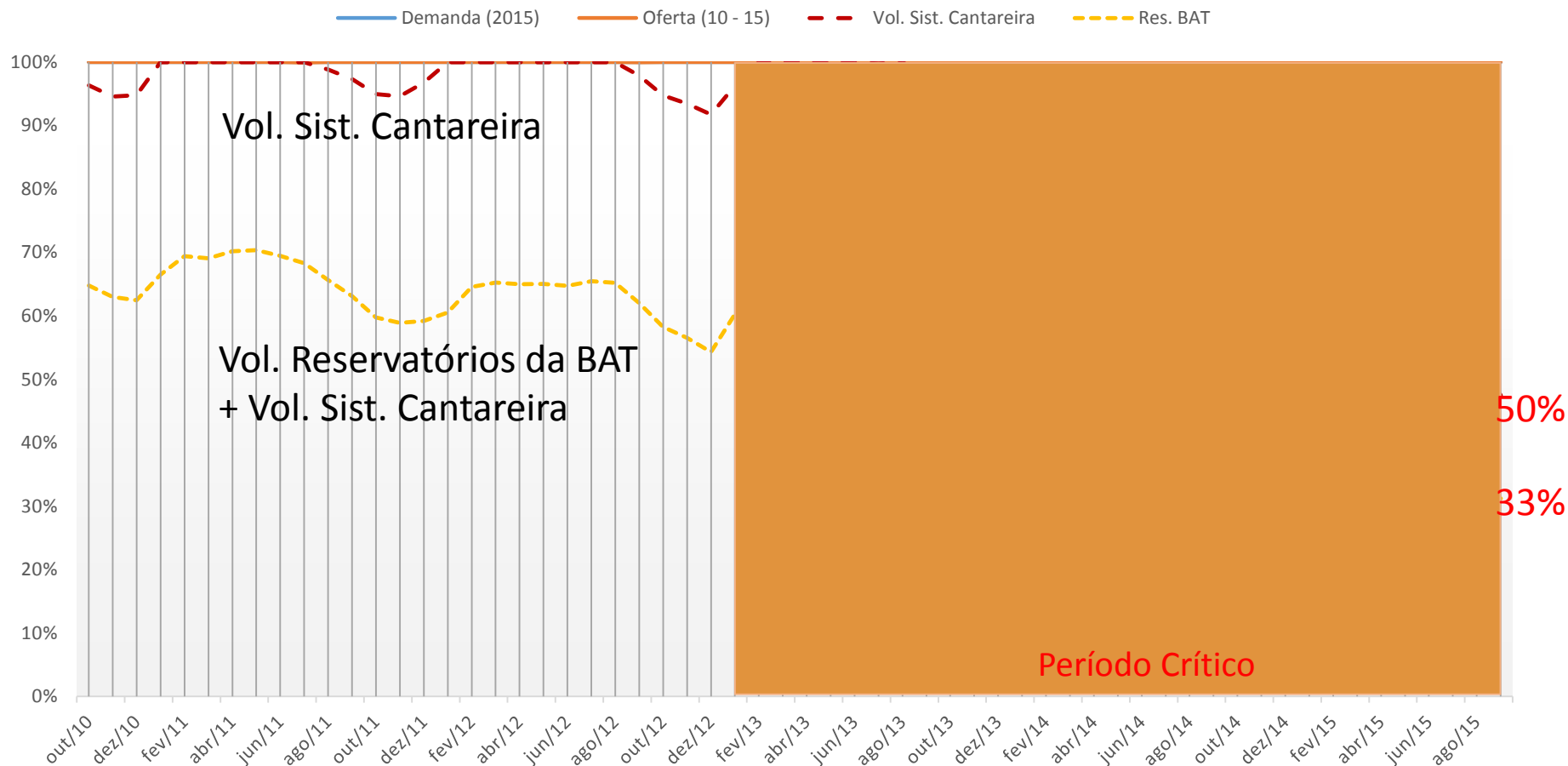


# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: 15% de redução no consumo urbano

➤ Cenário Tendencial: demandas de 2015 + Jaguari-Atibainha + SPSL

Efeito no Abastecimento - Demandas de 2015 e Período de Estiagem (10 - 15)



### Grande SP gasta 15% menos água

Fabio Leite, O Estado de S. Paulo  
19 Fevereiro 2018 | 03h00



Dois anos após fim do racionamento, moradores da Região Metropolitana incorporaram medidas que ajudaram a reduzir consumo

# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: 2ª ETAPA - PROGNÓSTICO 2045 (Infraestrutura Atual)

### Garantias de Atendimento

98% Urbano

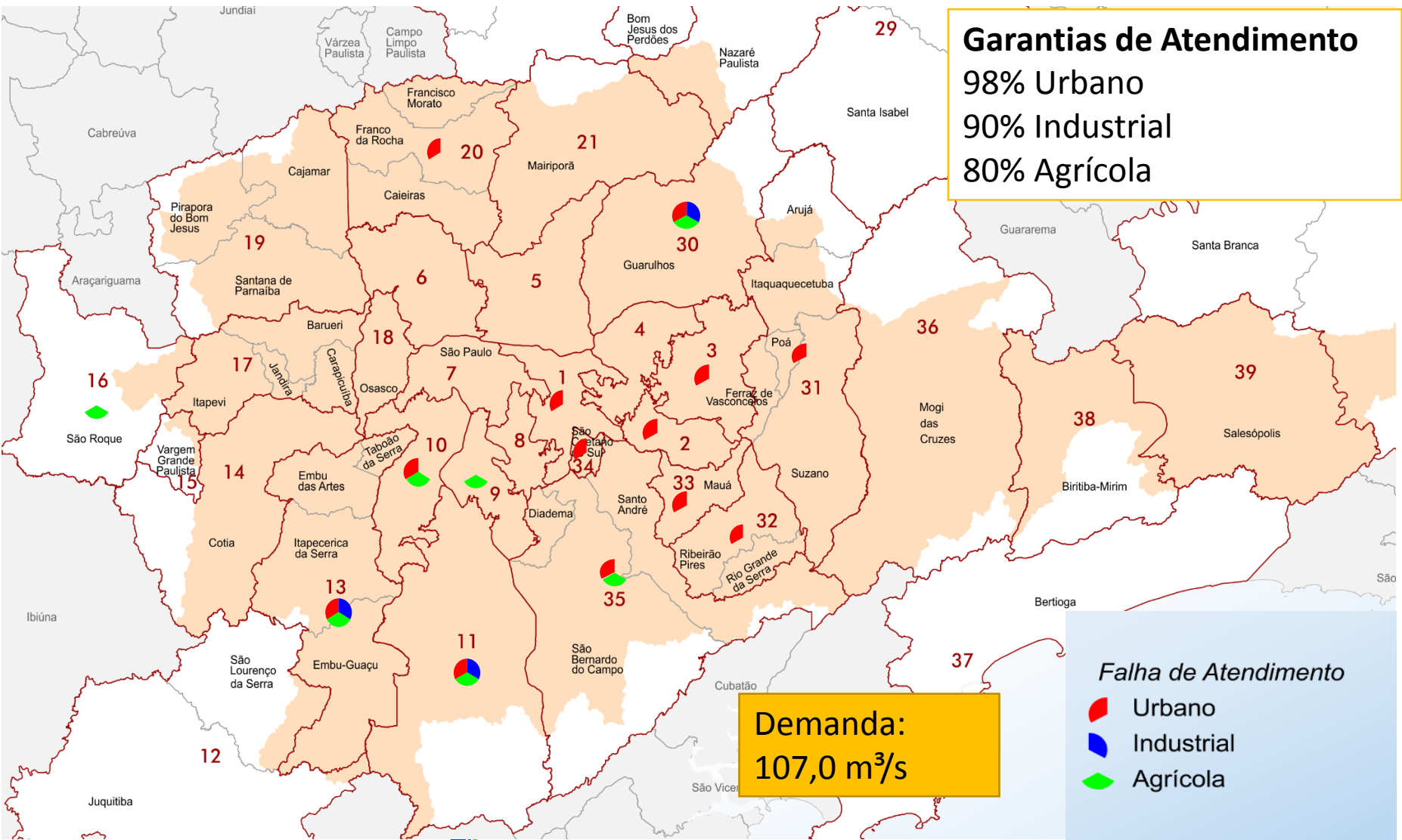
90% Industrial

80% Agrícola

**Demanda:**  
**107,0 m<sup>3</sup>/s**

### Falha de Atendimento

-  Urbano
-  Industrial
-  Agrícola



# SEGURANÇA HÍDRICA

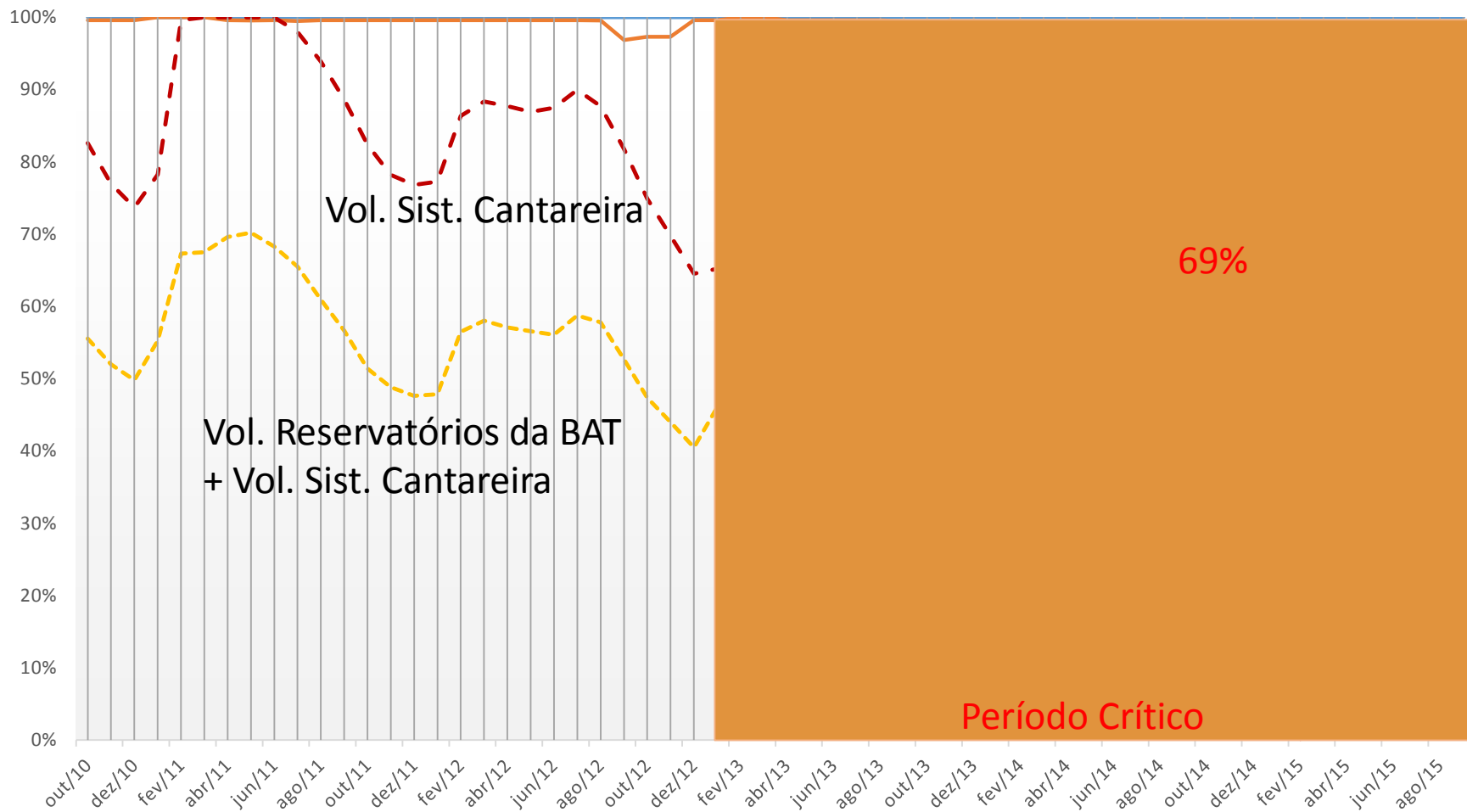
## BALANÇO HÍDRICO: PROGNÓSTICO 2045

➤ Cenário Tendencial: demandas de **2045** + Jaguari-Atibainha + SPSL

Efeito no Abastecimento - Demandas de 2045 e Período de Estiagem (10 - 15)

Demanda: 107,0  
 $m^3/s$  ( $\Delta = 13,53$   
 $m^3/s$ )

— Demanda (2045) — Oferta (10 - 15) - - Vol. Sist. Cantareira - - - Res. BAT



# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: 3º ETAPA - PROGNÓSTICO 2045 (com intervenções)

### ESTUDO DE ARRANJOS POTENCIAIS PARA SUPRIR OS DÉFICITS

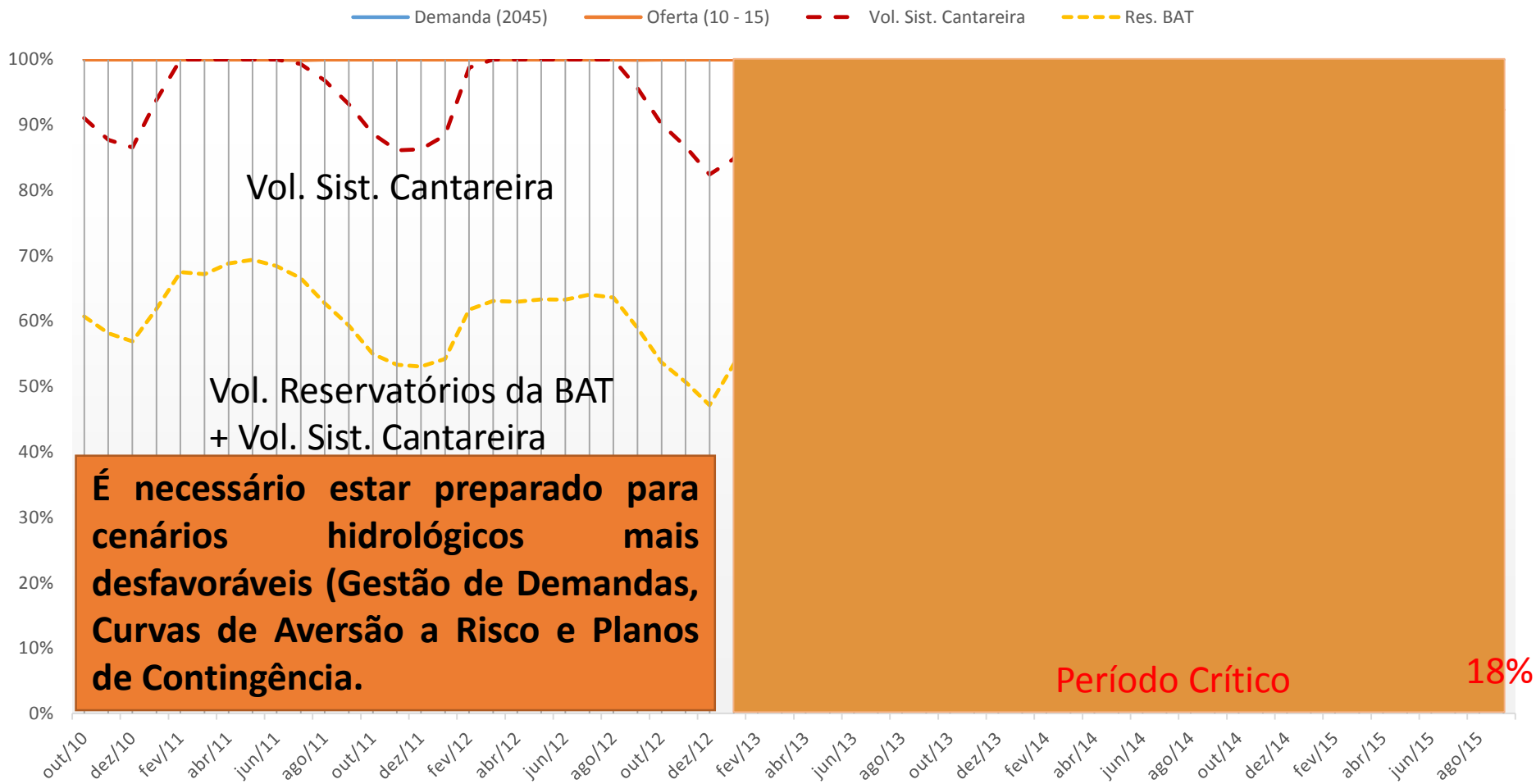
Esquemas	Arranjos				
	1	2	3	4	5
Res. Jurumirim - ETA Vargem Grande	9,8	6,76	-	-	-
Rio Itapanhaú - Res. Biritiba	2,0	-	2,0	-	-
Res. Itapanhaú - Res. Itatinga	-	4,9	-	4,9	-
Alto Juquiá - ETA Vargem Grande	-	-	8,95	6,76	-
Guararema - Biritiba	-	-	-	-	4,69
Rio São Lourenço - Guarapiranga	-	-	-	-	2,5
Rio Juquiá - Guarapiranga	-	-	-	-	1,5
<b>Total (m³/s)</b>	<b>11,8</b>	<b>11,66</b>	<b>10,95</b>	<b>11,66</b>	<b>10,95</b>



# SEGURANÇA HÍDRICA

## BALANÇO HÍDRICO: 3º ETAPA - PROGNÓSTICO 2045 (ARRANJO 3)

Efeito no Abastecimento - Demandas de 2045 e Período de Estiagem (10 - 15)

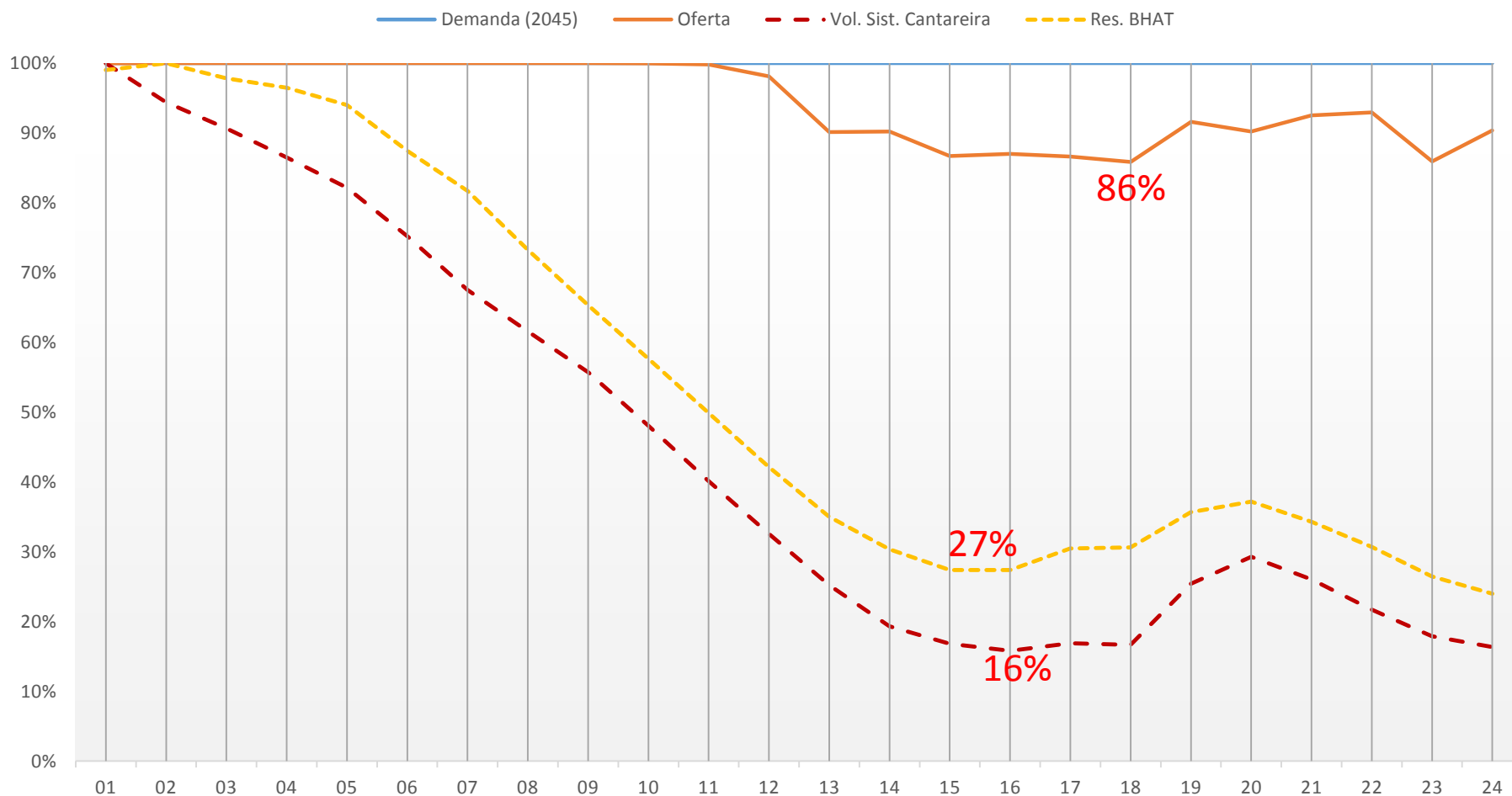


# SEGURANÇA HÍDRICA

## CENÁRIO HIDROLÓGICO HIPOTÉTICO

➤ Piores 24 meses observados para cada Sistema Produtor (Base – Arranjo 3)

Efeito no Abastecimento - Demandas de 2045 e Período de Estiagem (10 - 15)



## MUDANÇAS CLIMÁTICAS



- Vulnerabilidade aos Extremos Climáticos (secas e enchentes) e ações antrópicas (uso do solo)
- Mudança na variabilidade do ciclo sazonal da precipitação poderá gerar impactos de grande relevância social e ambiental
- Rumo a um novo regime climático?

**VISÃO INTEGRADA**

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Amazônia



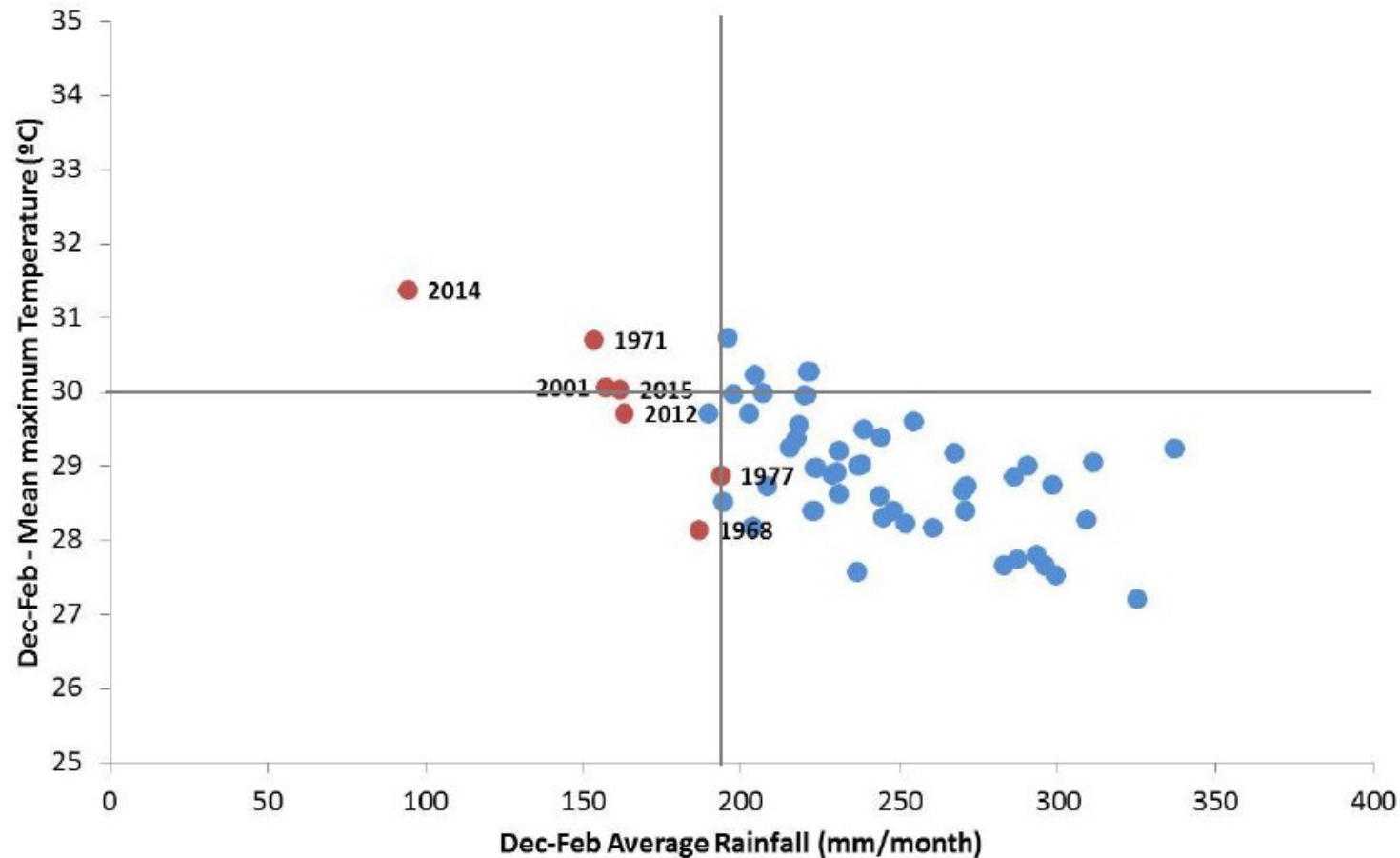
Nordeste



Sudeste

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## Extremos Climáticos – Sudeste do Brasil



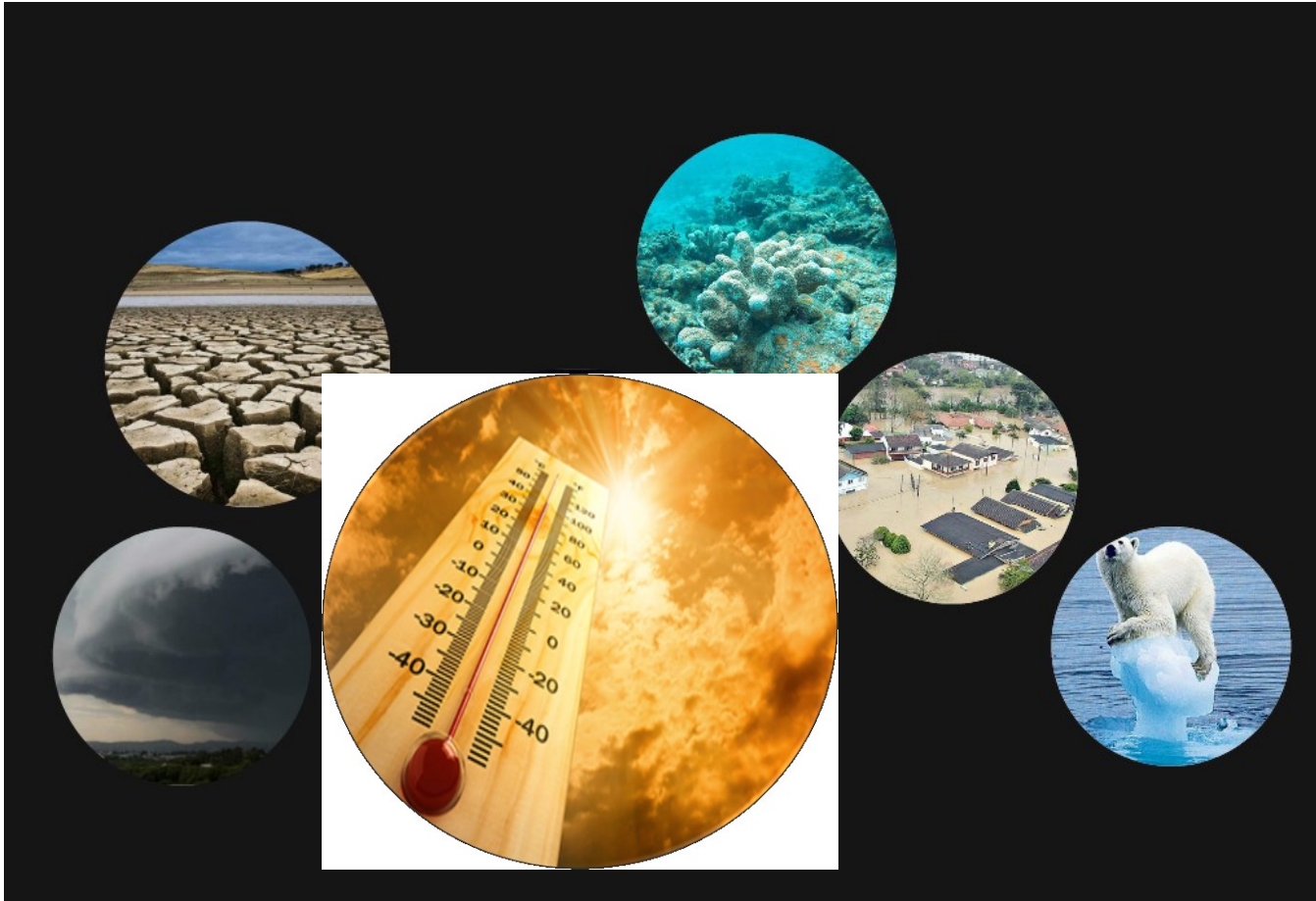
Fonte: Nobre et al. (2016)



# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## O CLIMA ESTA MUDANDO

IPCC  
PBMC

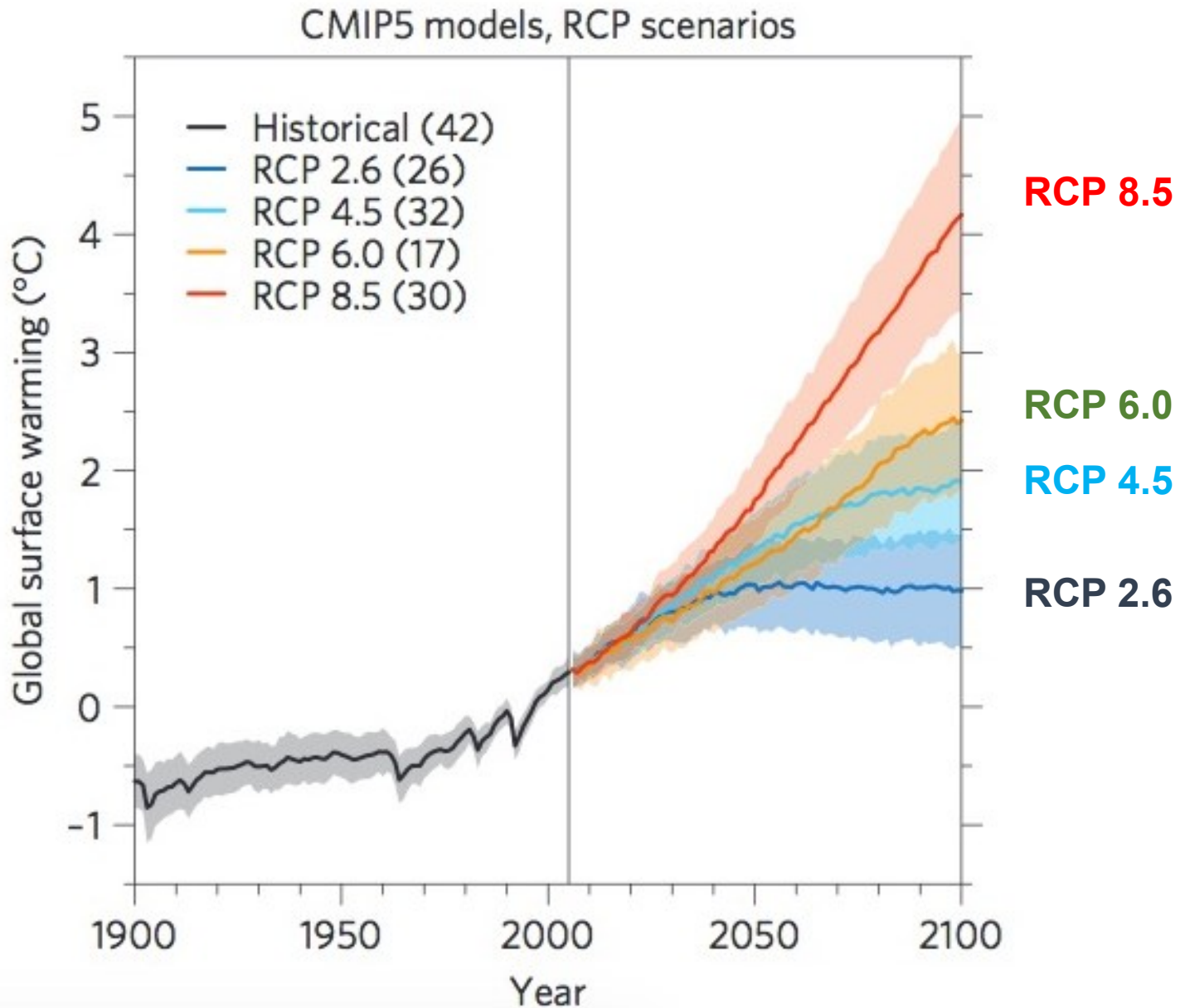


# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## FUTURO



# IPCC AR5 Projeções Globais (temperatura)



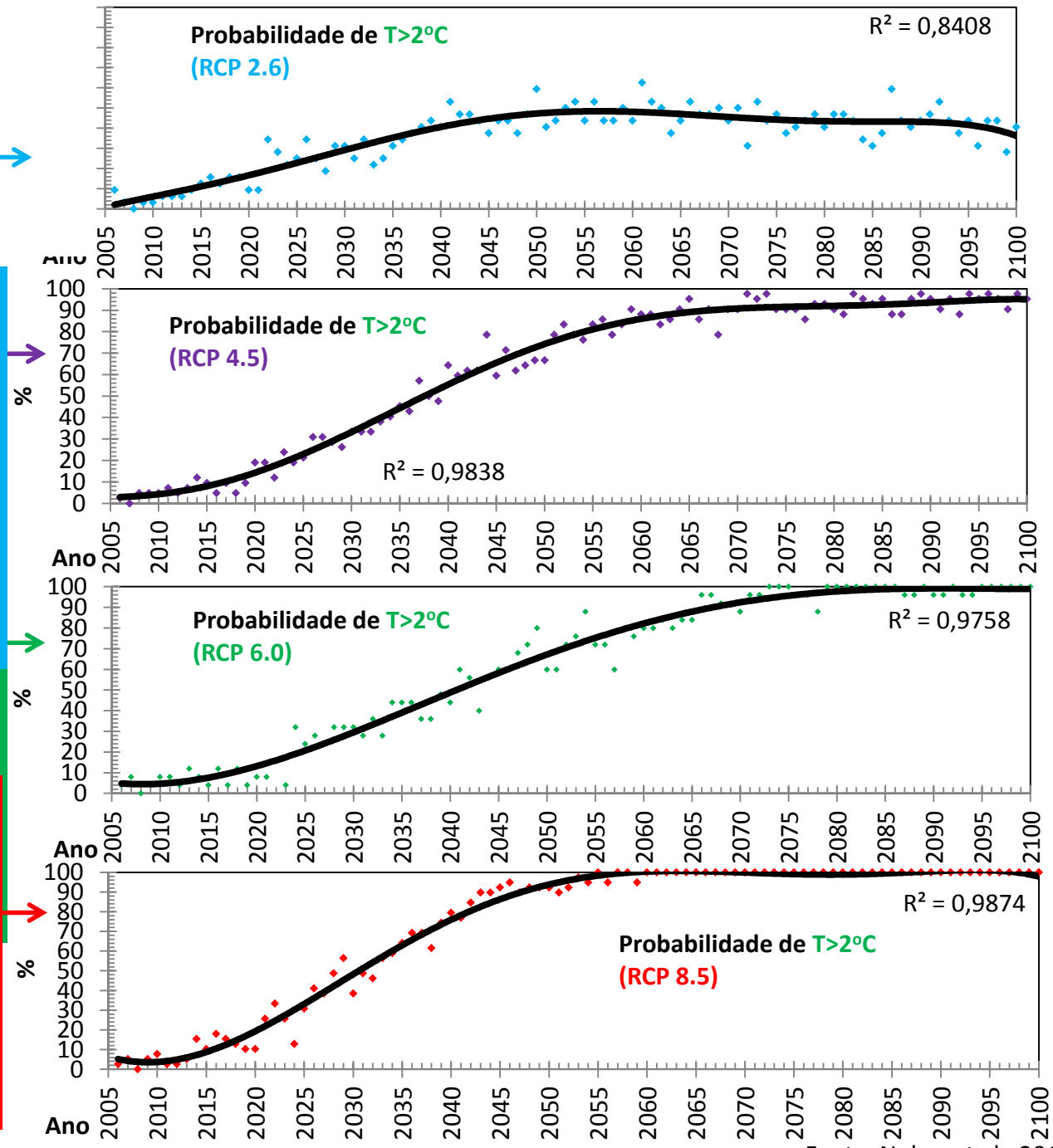


# Probabilidades do aquecimento exceder até 2100 o limite de 2°C

Mesmo o cenário mais otimista apresenta probabilidade de aquecimento, mesmo que baixa, para a temperatura média anual exceder 2°C em relação ao período Pré-industrial.

O RCP 6.0 atinge valores maiores que 50% após 2040, um pouco depois do RCP 4.5.

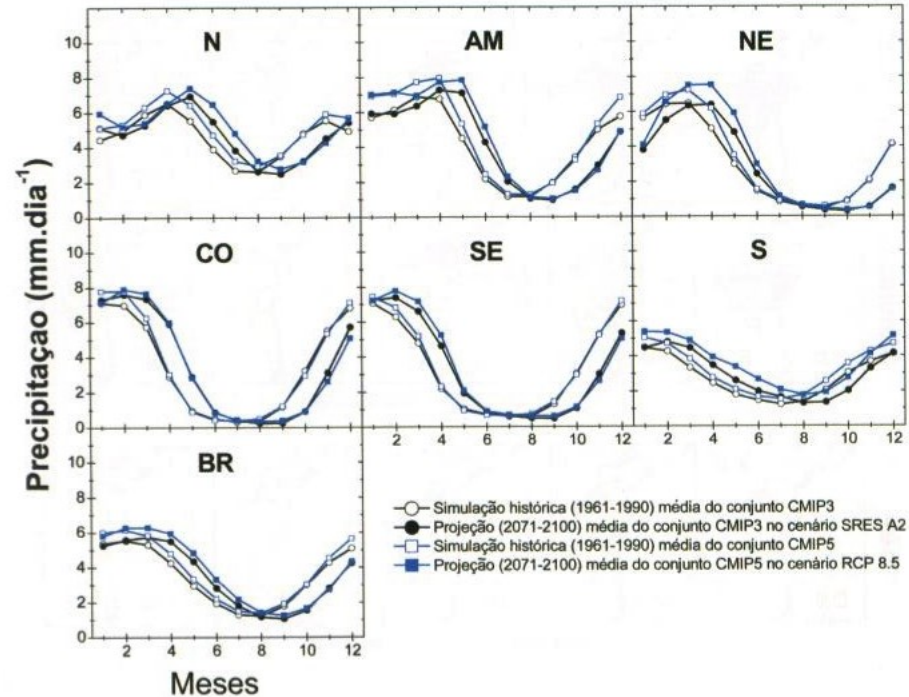
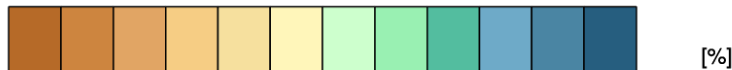
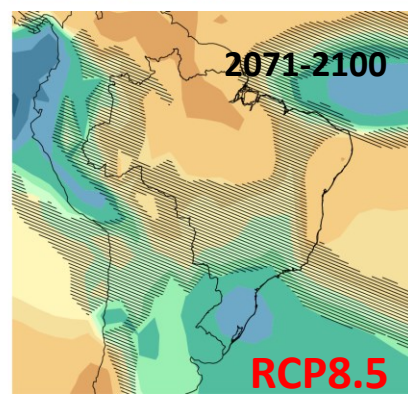
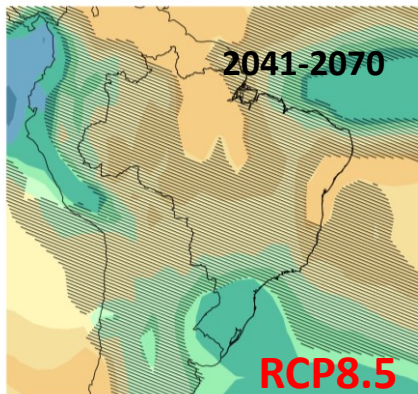
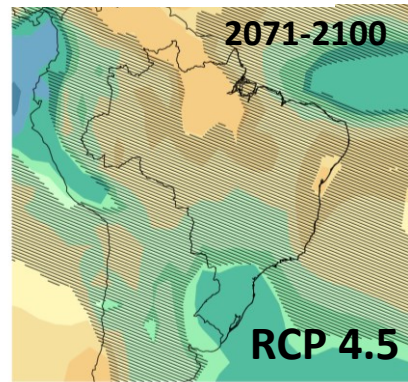
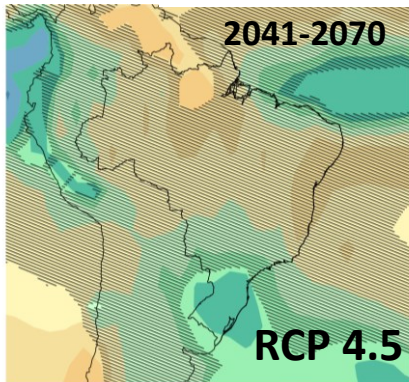
O RCP 8.5 mostra probabilidade maior que 50% a partir de 2030 e atinge 100% de probabilidade de a temperatura média anual exceder 2°C em 2055.



# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Projeções de precipitação para o Brasil em 2041-2070 e 2071-2100.  
Cenários **RCP 4.5** (Média emissão) e **RCP 8.5** (Alta emissão)

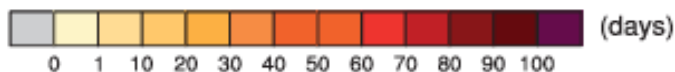
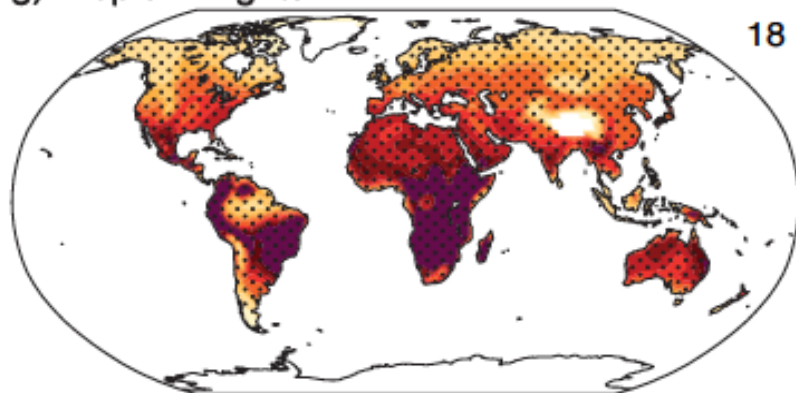
## Variação de Precipitação (%)



Diferenças em relação ao período 1986-2005

Mudanças projetadas em extremos de temperatura (noites quentes), chuva intensa e dias secos consecutivos dos modelos do CMIP5, para 2081–2100 no cenário RCP 8.5, relativo a 1986–2005 (IPCC AR5 WG1-Chapter 2 2013).

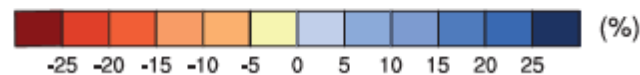
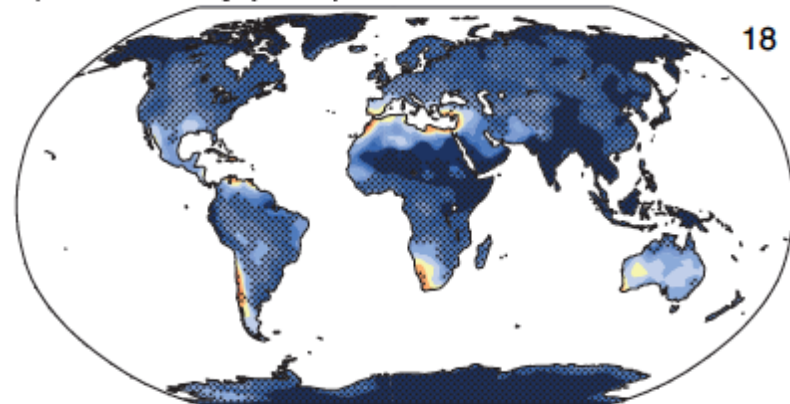
g) Tropical Nights RCP8.5: 2081-2100



Noites quentes



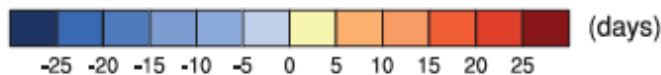
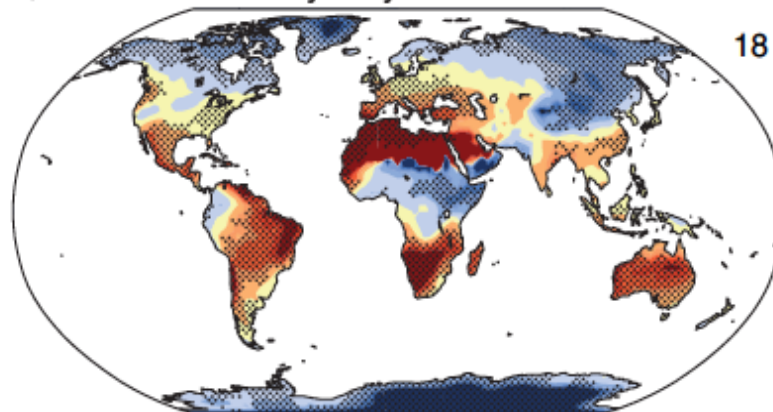
b) max. 5 day precip RCP8.5: 2081-2100



Chuvas intensas



c) Consecutive Dry Days RCP8.5: 2081-2100



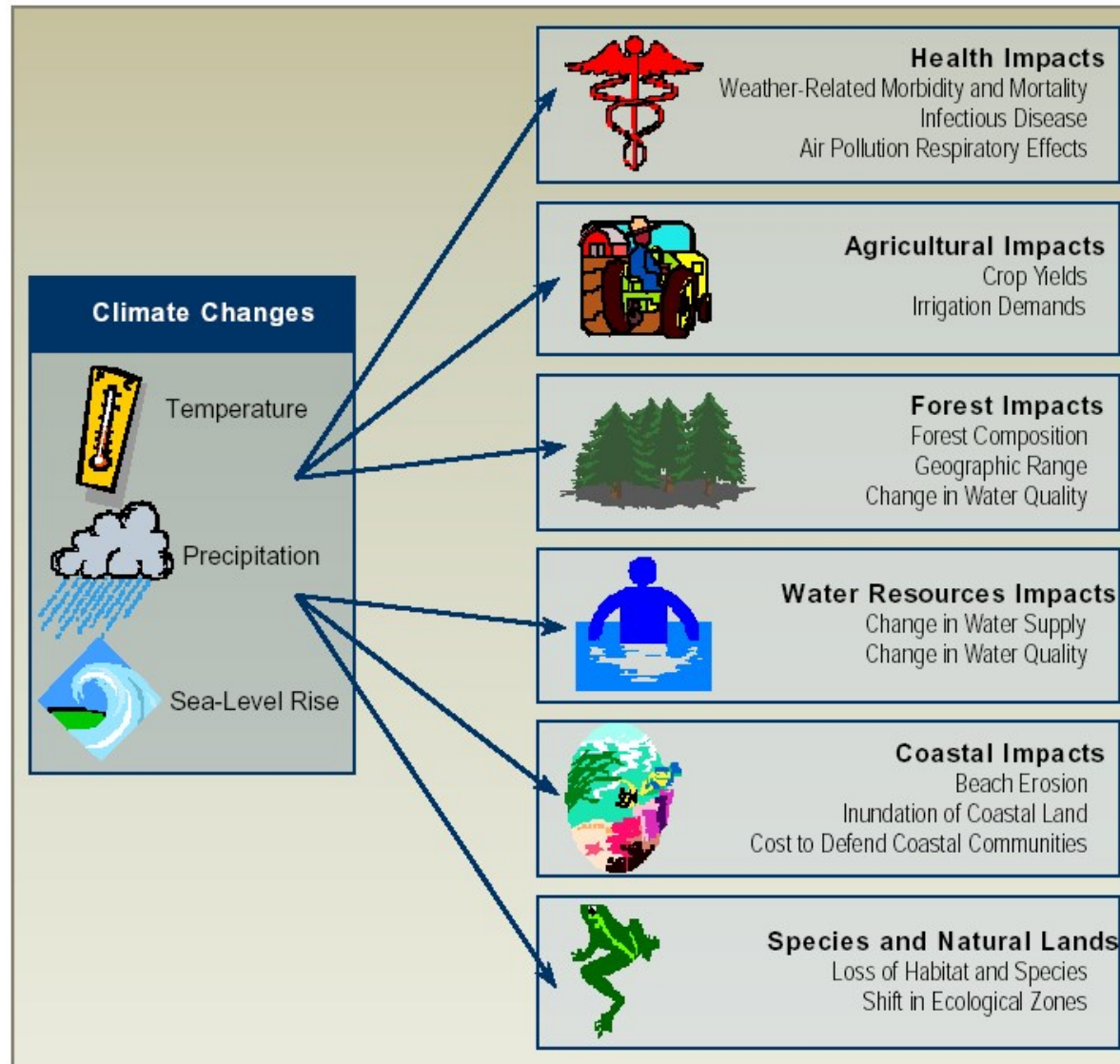
Periodos secos





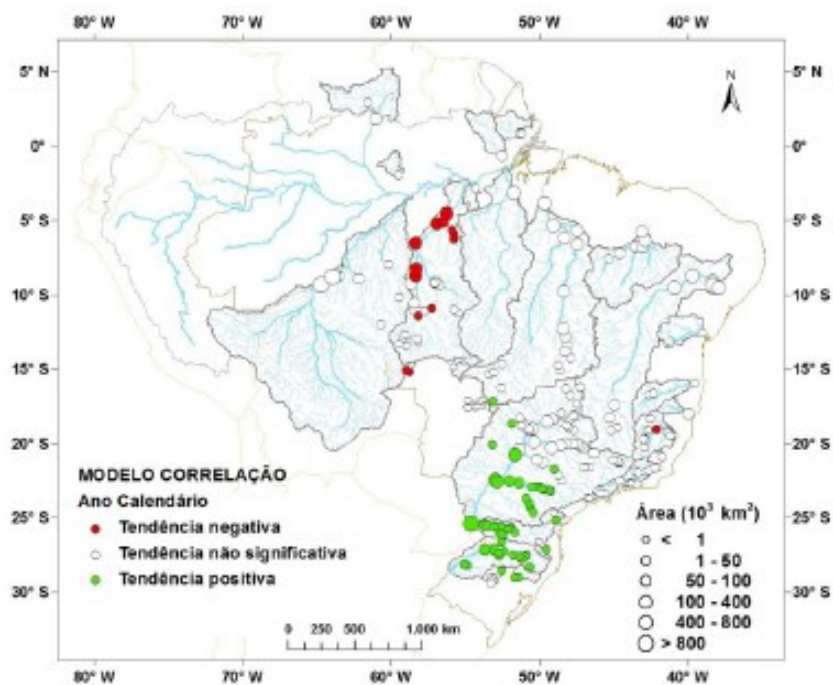
# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## Potenciais impactos das mudanças climáticas

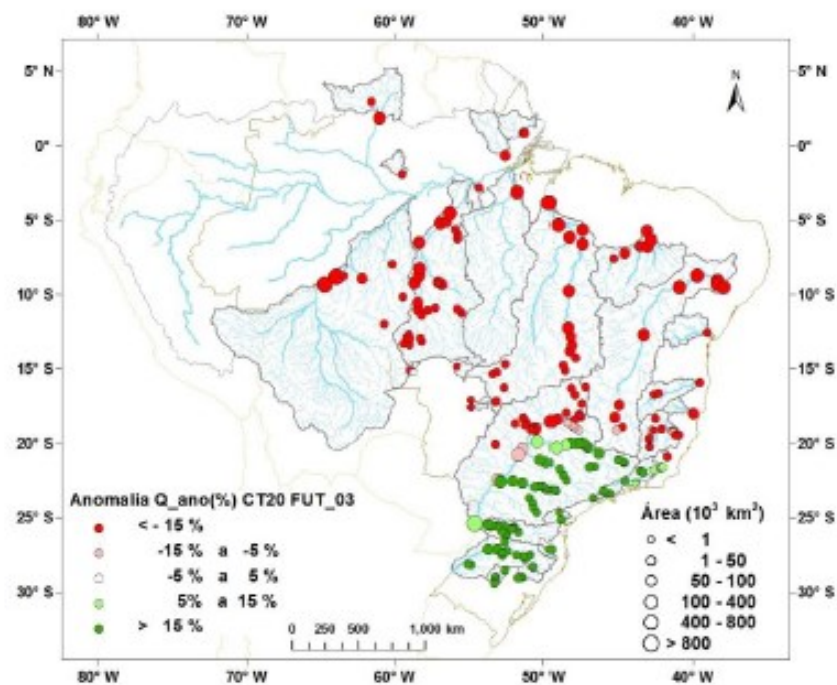


# IMPACTOS NAS AFLUÊNCIAS DAS PRINCIPAIS BACIAS

Tendências identificadas nas vazões naturais de 1930 a 2010

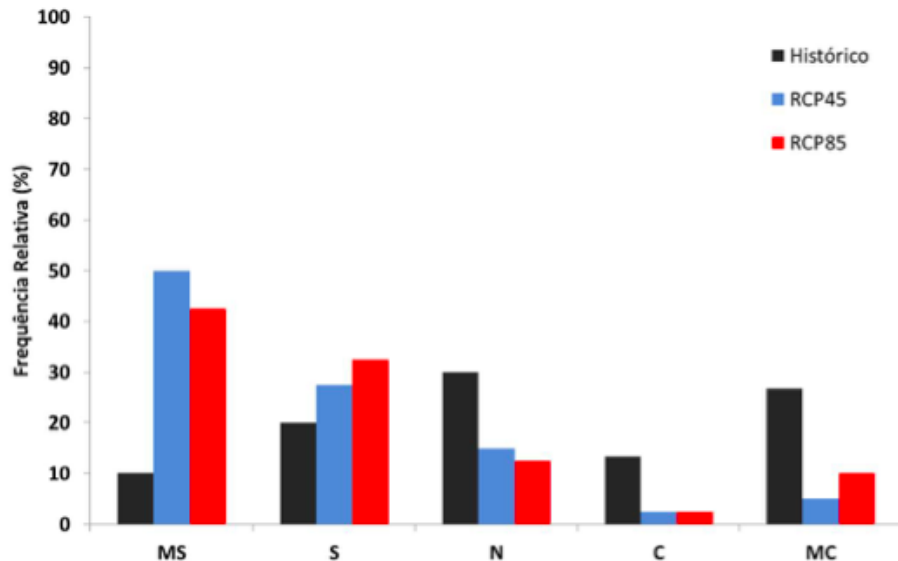


Projeções de alteração das vazões naturais No final do século XXI em relação a 1960-1990

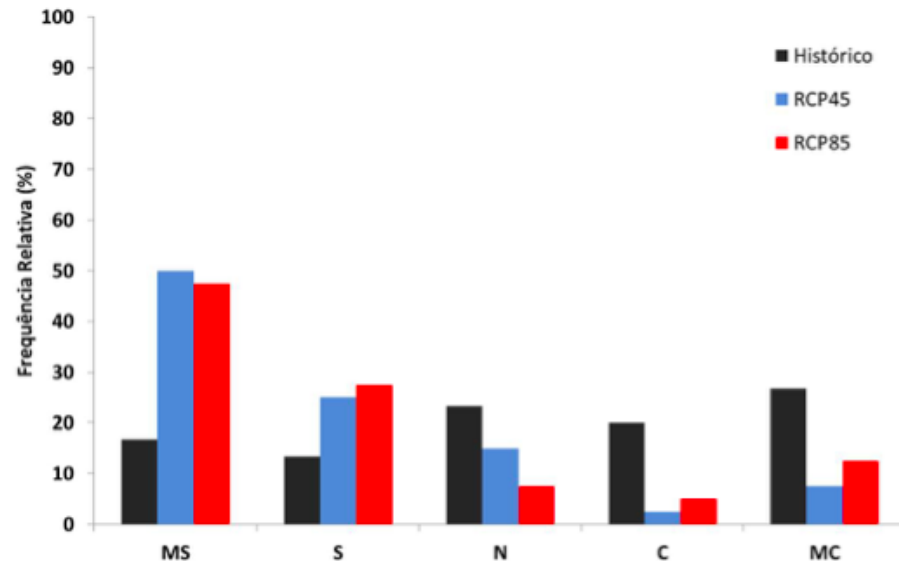


# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## Tietê – Billings/Guarapiranga



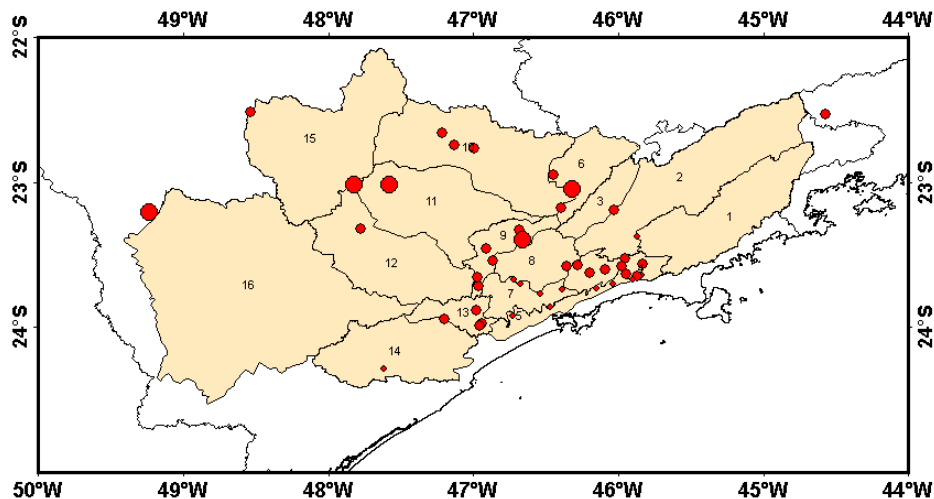
## Tietê – Região Urbana de São Paulo



Frequência relativa (%) da precipitação média sazonal projetada pelo modelo climático no período chuvoso (dezembro a fevereiro) nas categorias Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC) para o período presente (1976-2005) e futuro (2011-2050)

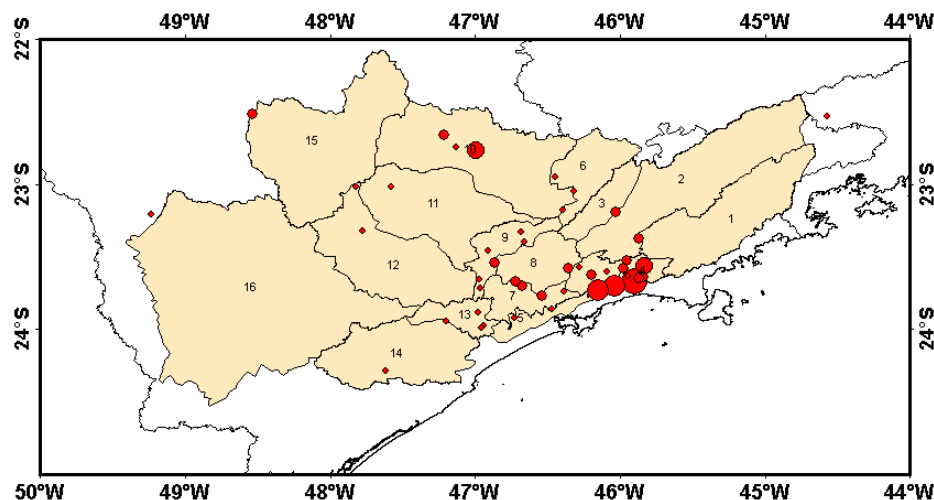
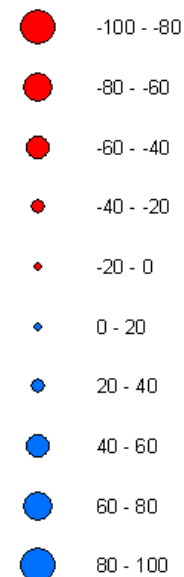
# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## Mudança nas Vazões Médias Anuais em 2015-2040



RCP 4.5

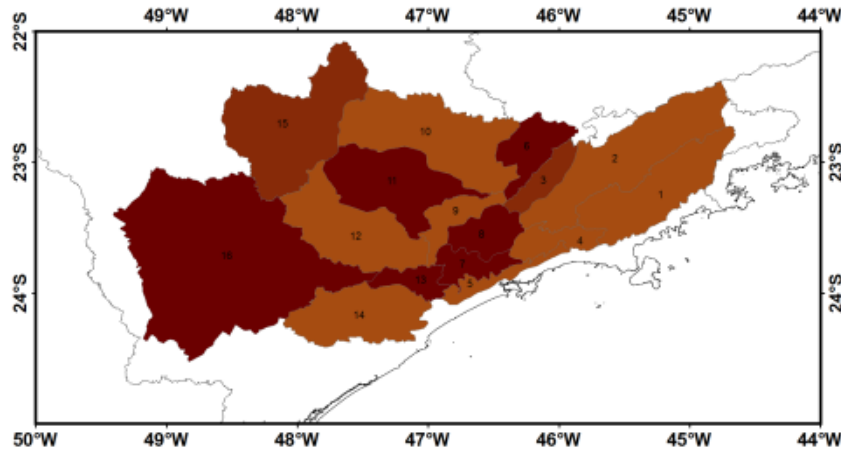
Média



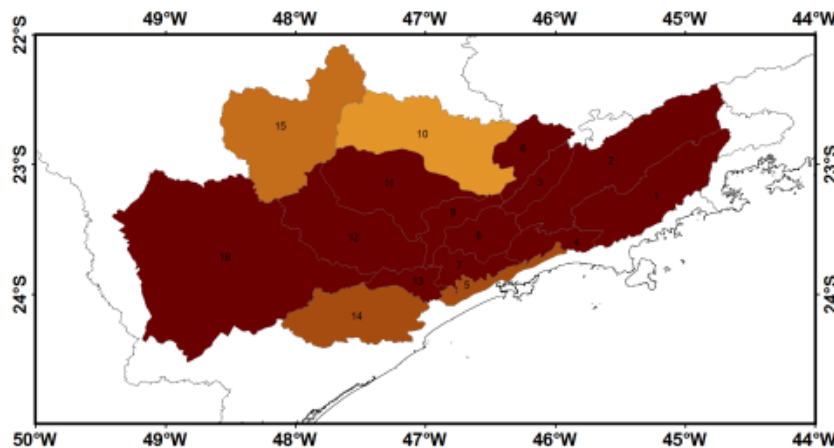
RCP 8.5

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## Probabilidade de Ocorrência de Vazões Iguais ou Menores que as de 2014 em 5 anos consecutivos



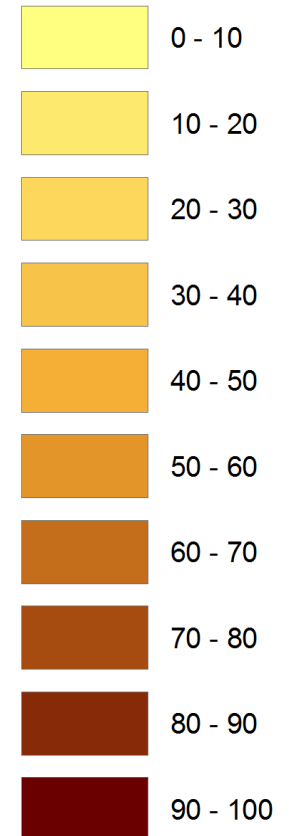
RCP 4.5



RCP 8.5

2015 - 2040

Probabilidade (%)





## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

- Baseado em observações a partir de 1950, há evidências que sugerem que a mudança climática já mudou a magnitude e frequência de condições climáticas em várias regiões do Brasil;
- É necessário revisar as práticas de projeto e planejamento com base no conceito de séries estacionárias
- A água não é mais a mesma, nem em quantidade, tampouco em qualidade. Ex.: Rio São Francisco
- O Brasil precisa reavaliar sua vulnerabilidade e exposição, para gerenciar melhor o risco de desastres. Essa reavaliação precisa ser plenamente integrada no processo de planejamento;
- Percepção do CICLO HIDRO-ILÓGICO

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## ESFORÇOS NACIONAIS

PNA - Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

SISMOI - Sistema de Monitoramento e Observação dos Impactos da Mudança do Clima

PBMC - <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/>

REDE Clima - <http://redeclima.ccst.inpe.br/>

INCT-MC - <http://inct.cnpq.br/web/inct-mc/home/>

AdaptaCLIMA - <http://adaptaclima.mma.gov.br/>



Consórcio



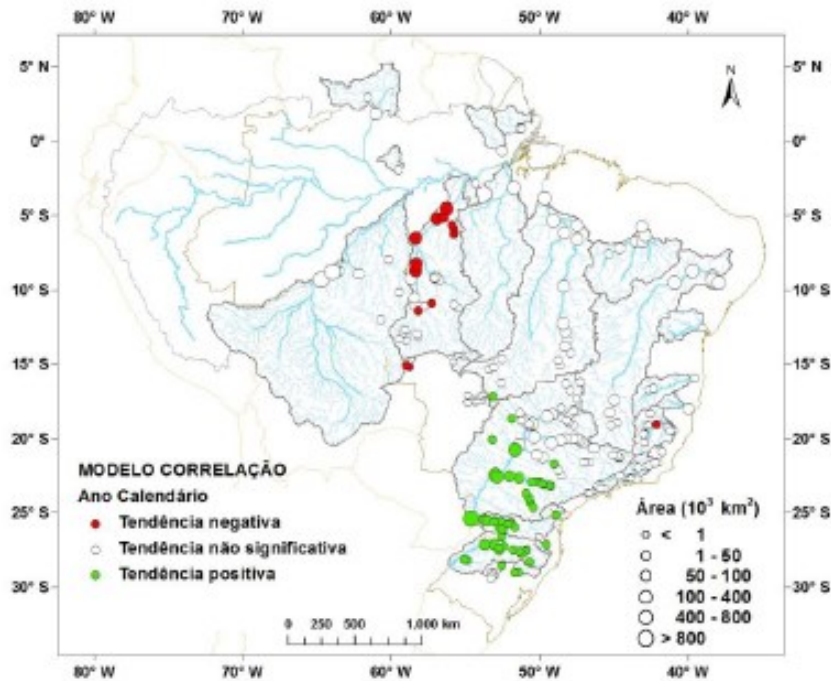
## CONSIDERAÇÕES FINAIS: RECOMENDAÇÕES

- Realizar novas avaliações de risco de “extremos” associados particularmente a BAT - Estudos de maior complexidade, considerando um maior número de cenários climáticos com maior resolução espacial e a modelagem hidrológica com maior complexidade e resolução temporal;
- Criar planos de adaptação, à luz do plano nacional, e viabilizar financiamento da implementação;
- Soluções de governança e políticas para os problemas das mudanças climáticas terão caráter integrado e não setorial

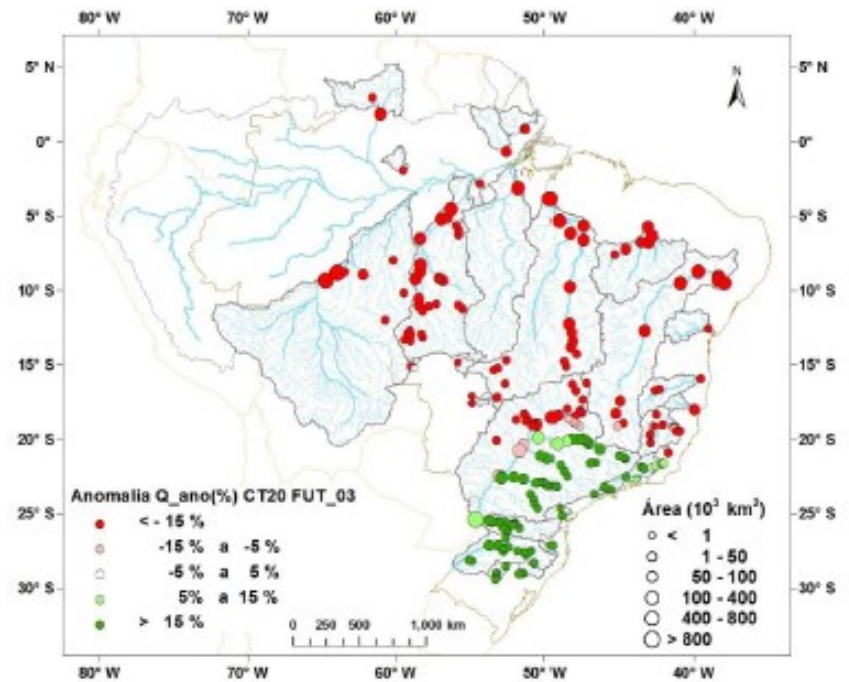
# MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## IMPACTOS NAS AFLUÊNCIAS DAS PRINCIPAIS BACIAS

Tendências identificadas nas vazões naturais de 1930 a 2010



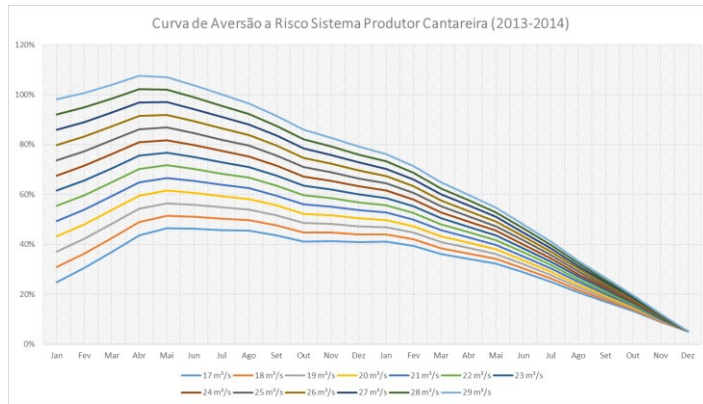
Projeções de alteração das vazões naturais No final do século XXI em relação a 1960-1990



# FERRAMENTAS DE GESTÃO E PLANEJAMENTO

## ➤ CURVA DE AVERSÃO A RISCO

- Vem sendo utilizada desde a antiga outorga do Sistema Cantareira;
- Utilizado no Plano de Bacia de 2009.



## ➤ PLANOS DE CONTINGÊNCIA

- Plano de Contingência para Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo, 2015.
- Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos.





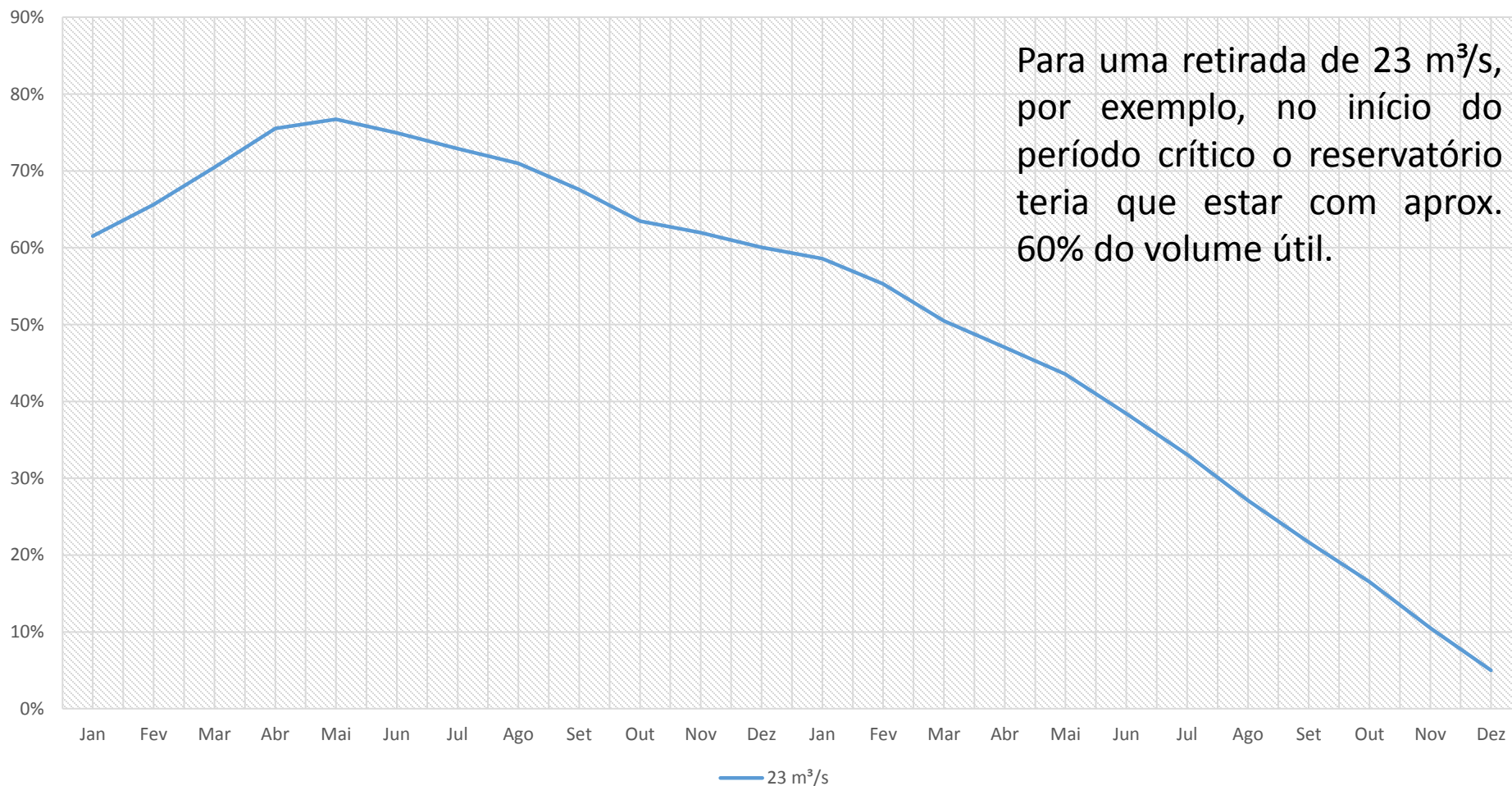
## CONCEITO

- Tem como base uma série de vazões naturais observadas;
  - Estabelece níveis mínimos de armazenamento em termos de volume útil a ser mantido no(s) reservatório(s);
  - Apresentada em base mensal;
  - Referência de segurança para decisões acerca das vazões de retirada do(s) reservatório(s);
  - Apoia o planejamento, a gestão e a aplicação das medidas contidas nos Planos de Contingência.
- 
- **Para o cálculo deve-se obter:**
    1. O cenário hidrológico crítico no qual se quer analisar;
    2. O volume útil do(s) reservatório(s);
    3. As vazões naturais afluentes e demandas de montante;
    4. Volume meta do reservatório (5%);
    5. Vazões de retirada.

# CURVA DE AVERSÃO A RISCO

## SISTEMA CANTAREIRA: Com Jaguari-Atibainha

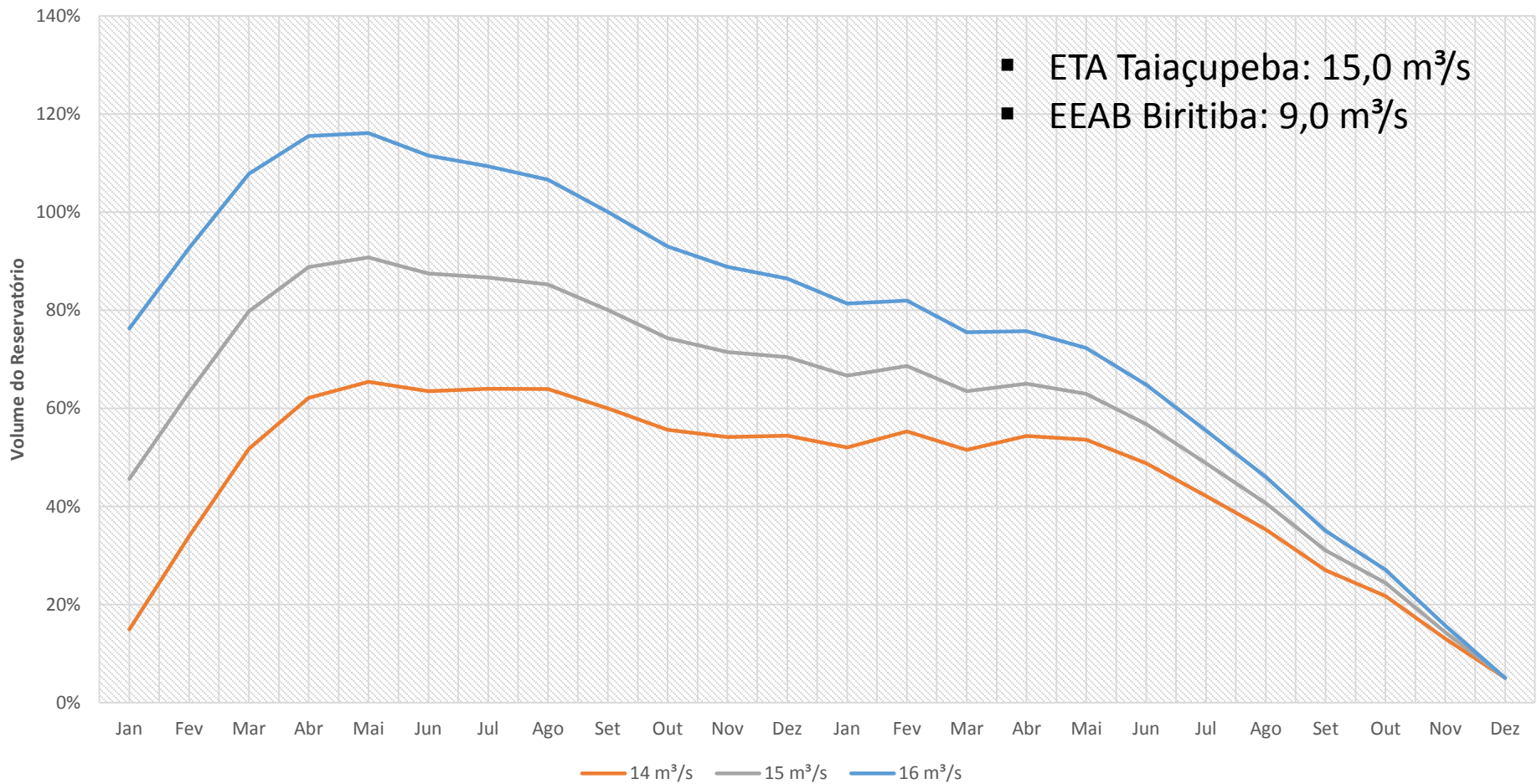
Curva de Aversão a Risco Sistema Produtor Cantareira (2013-2014)



# CURVA DE AVERSÃO A RISCO

## SISTEMA ALTO TIETÊ

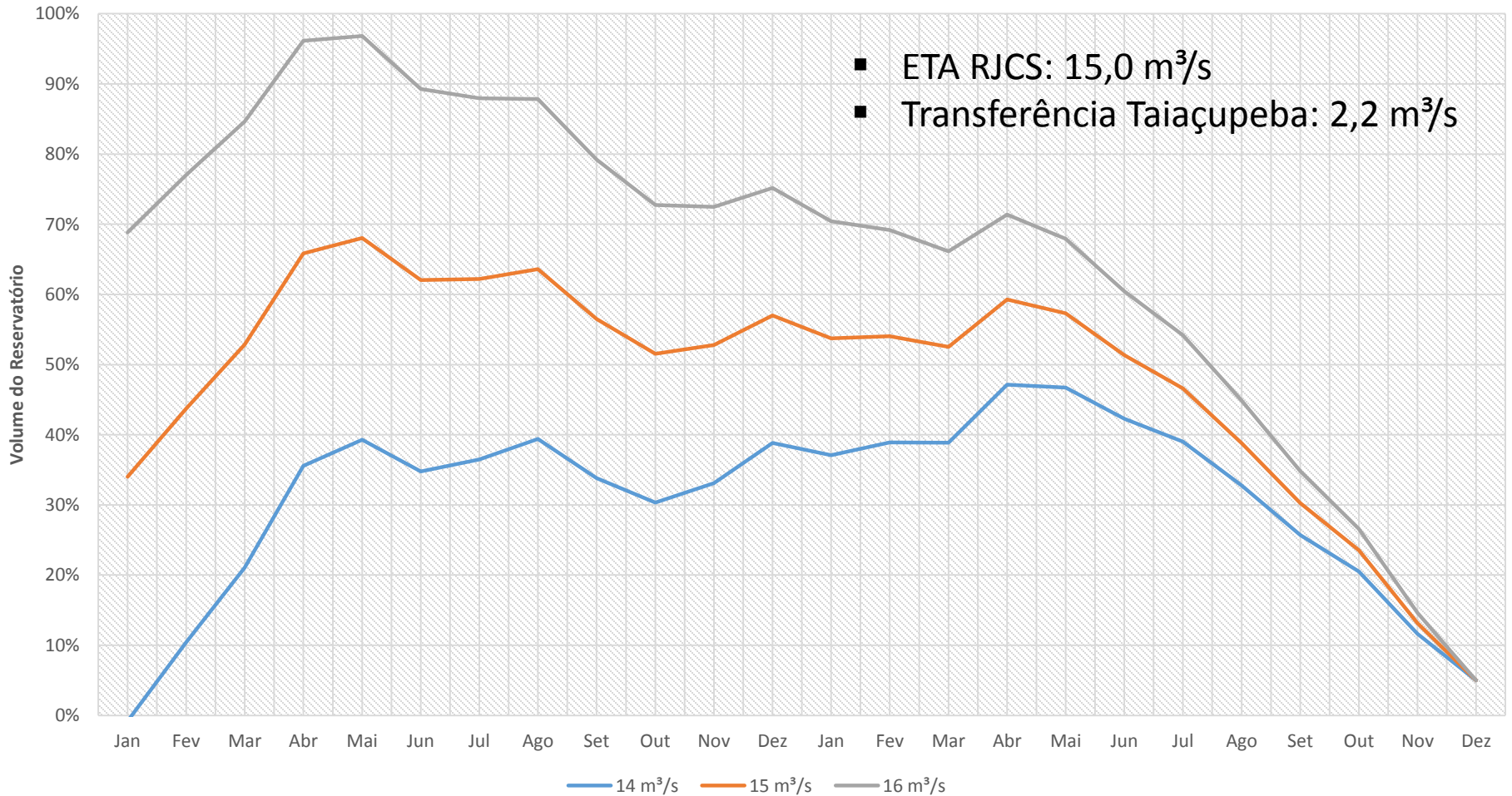
Curva de Aversão a Risco do Sistema Produtor Alto Tietê (2013-2014)



# CURVA DE AVERSÃO A RISCO

## SISTEMA GUARAPIRANGA

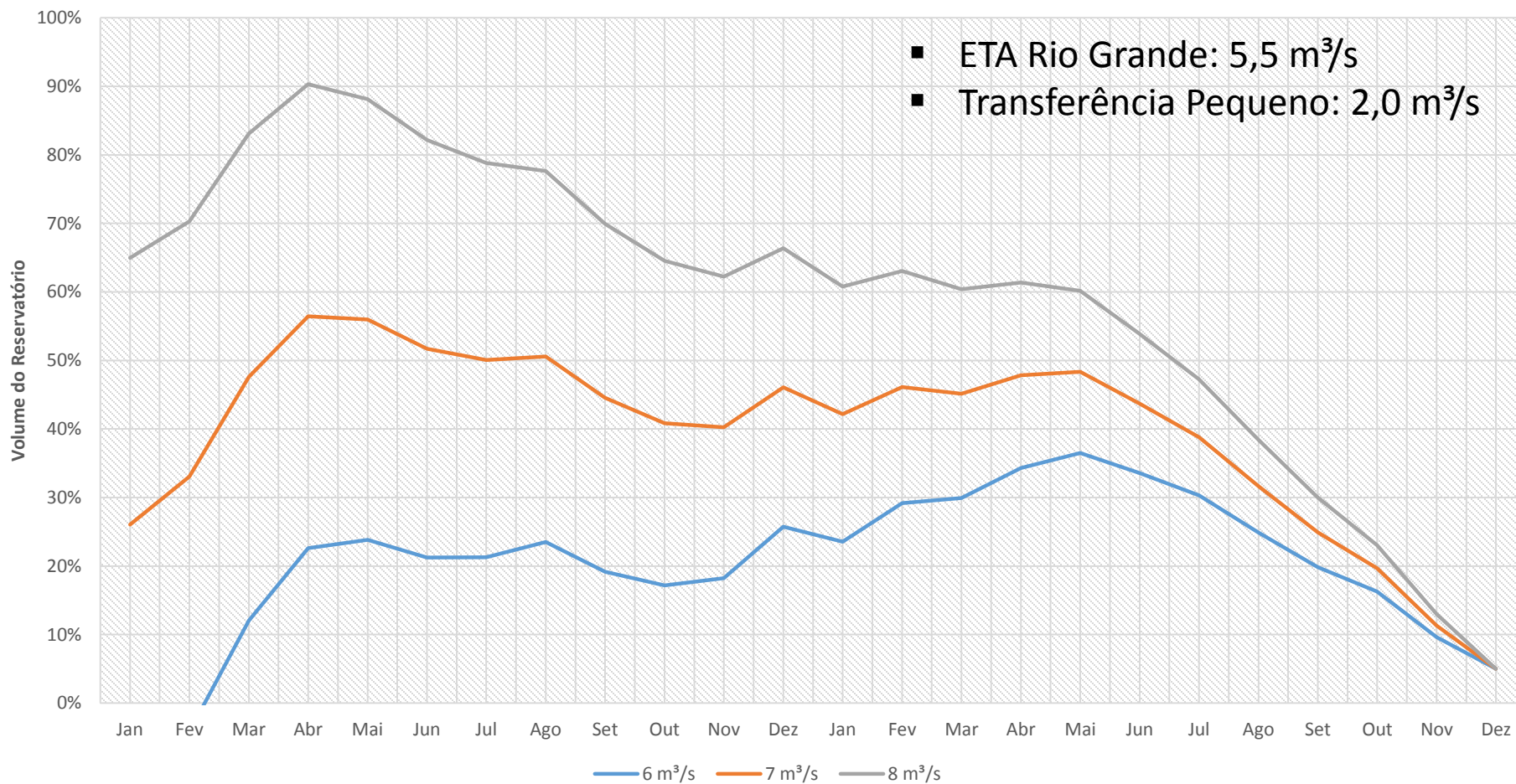
Curva de Aversão a Risco do Sistema Produtor Guarapiranga (2013/2014)



# CURVA DE AVERSÃO A RISCO

## SISTEMA RIO GRANDE

Curva de Aversão a Risco do Sistema Produtor Rio Grande (2013-2014)





# PLANO DE CONTINGÊNCIA

- Também conhecido como “Planejamento de Riscos”, tem como objetivo descrever medidas a serem tomadas para que os processos voltem a funcionar plenamente, ou em um estado aceitável, gerando mínimos prejuízos.
- **Algumas regras:**
  - Identificar os processos;
  - Avaliar os impactos;
  - Identificar os riscos e definir cenários possíveis de falha;
  - Definir ações;
  - Estimar custos de cada ação;
  - Definir forma de monitoramento após a falha;
  - Identificar os responsáveis;
  - Gerir a crise.



# PLANO DE CONTINGÊNCIA

## REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO



### ➤ OBJETIVO

- Programar ações para diversos cenários hidrológicos de modo a permitir medidas de curto e médio prazo para o gerenciamento e minimização dos efeitos de estiagem severas na RMSP.
- Adota três níveis de atuação: **Atenção**, **Alerta** e **Emergência**;
- **Para cada nível se tem dois tipos de atribuições:**
  - Aquelas comuns a todos os órgãos e entidades envolvidas (Fiscalização; Definição de interlocutores; entre outros)
  - Aquelas específicas que são divididas por eixo temático:
    - Comunicação; abastecimento; distribuição e consumo de água; saúde; segurança pública e defesa civil; comércio, indústria e serviços; recursos hídricos; agricultura e meio ambiente; educação e ações institucionais.

# PLANO DE CONTINGÊNCIA

## REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO: Ações de Distribuição e Consumo de Água

### ➤ Nível 1: **Atenção**

- Identificar as áreas afetadas e planejar abastecimento alternativo;
- Intensificar ações de combate às perdas e redução de pressão;
- Melhorar a flexibilização operacional de abastecimento;
- Incentivar a redução de consumo.

### ➤ Nível 2: **Alerta**

- Medidas de redução de consumo (bonificação, sobretaxa, multas);
- Monitorar reclamações de desabastecimento;
- Implantar os aportes de novas fontes de água;
- Preparar a implantação de abastecimentos em locais prioritários (hospitais, creches, pronto socorro...);
- Restrições às práticas agrícolas de grande impacto.

### ➤ Nível 3: **Emergência**

- Medidas adicionais de restrições no sistema de abastecimento público;
- Operar o abastecimento em locais prioritários;
- Requisitar administrativamente poços outorgados na RMSP para distribuição de água potável à população;
- Poderá ser restringido o fornecimento para atividades de irrigação.

# PLANO DE CONTINGÊNCIA

## PARA ONDE DEVEMOS AVANÇAR?!

- **O Plano precisa ser mais específico;**
  - Por exemplo:
    - Ações de contingência em função dos volumes reservados; e
    - Elaborar planos de contingência específicos e sistemas de alerta para cada parte do sistema (reservação de água tratada; EEA; Aduotoras)
  
- **Planejar, Projetar e Implantar as formas de abastecimento alternativo;**
- **Definir os custos e as fontes de recursos para cada ação;**
- **Atualização constante;**
- **Consolidação em forma de manuais de contingência;**
- **Plano de Comunicação permanentemente revisado (articulação entre os Stakeholders);**
- **Ser incorporado no cotidiano da gestão da BAT.**



## DRENAGEM:

A **infraestrutura** de drenagem das águas pluviais, **constituída** de áreas de infiltração e de retenção e de elementos estruturais de acumulação e de transporte das águas superficiais.

O **escoamento** de águas pluviais **ocorrerá independentemente da adequação** do sistema de drenagem. A qualidade deste é que definirá riscos, benefícios e prejuízos à comunidade.

O **objetivo** do sistema de drenagem é **diminuir os riscos e prejuízos** e possibilitar desenvolvimento urbano sustentável.



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

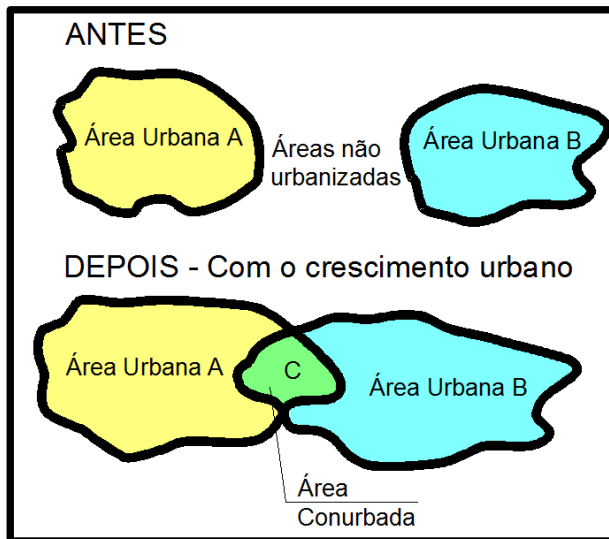
Outrora: Solução para os problemas de drenagem



Aumento da condutividade da calha

- Transferir a enchente para local não urbanizado

Conurbação das Cidades ao Longo das Calha



MAP - Mudança de Paradigma



Retenção das águas de chuva no local da precipitação.

## PBAT (2018) – Prognóstico da Drenagem Urbana

### ESTUDOS NORTEADORES

- Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (atualmente na terceira versão) – DAEE (2014)
- Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais – Prefeitura de São Paulo (2012)
- Planos municipais, Ex: Plano Diretor Intermunicipal de Drenagem dos municípios do ABC (2016)

## PDMAT3

**Objetivo:** Redução dos efeitos de inundações provocadas por cheias na BHAT

### **Abrangências:**

- Abordagem integrada de todas as sub-bacias ;

### **-Produtos:**

- Proposições de intervenções estruturais e não estruturais;
- Estudo de concepção para intervenções estruturais.

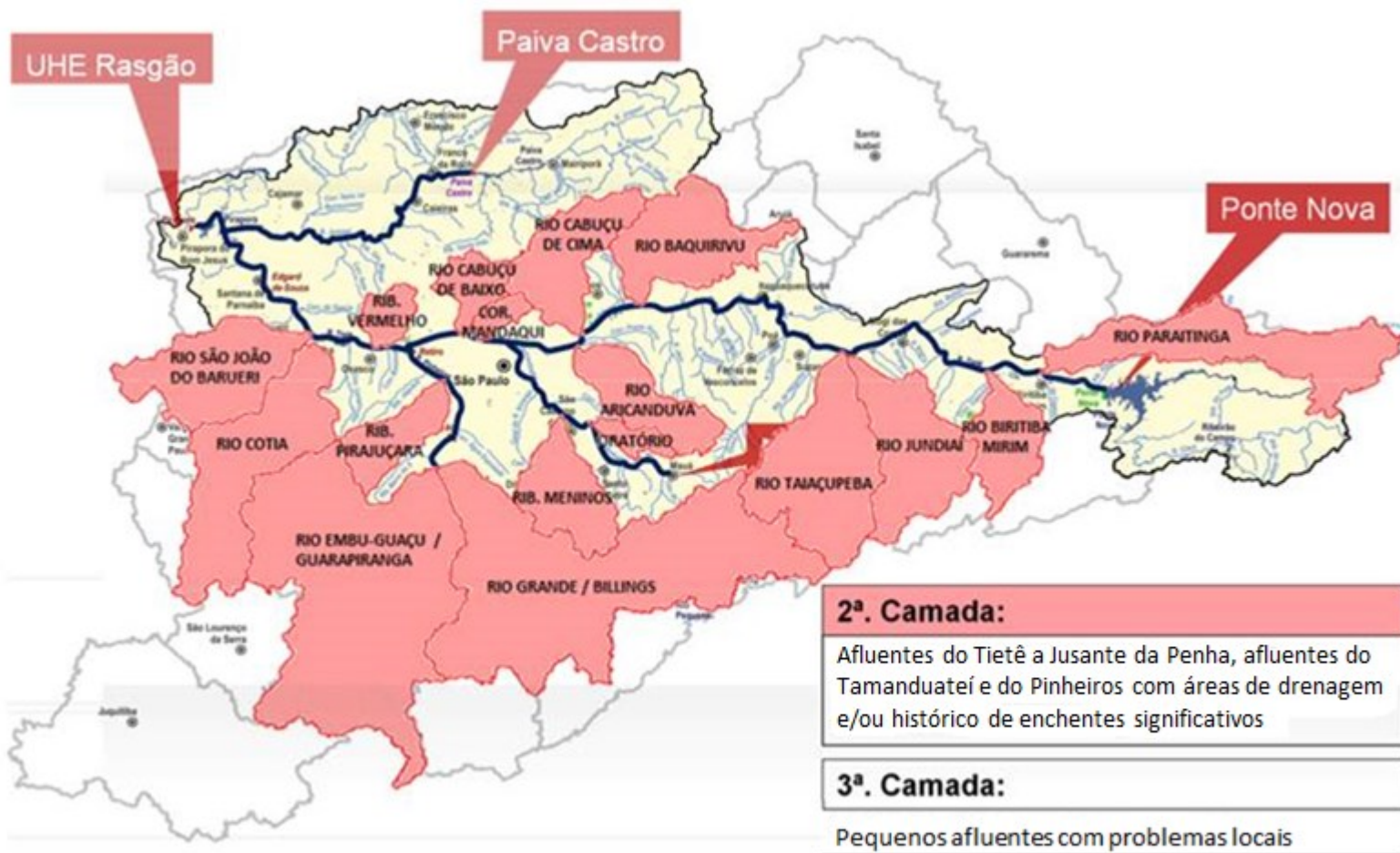
## METODOLOGIA

### *a) Estudos em camadas (1ª, 2ª e 3ª)*

- **Particularidades do estudo:** Complexidade e extensão da bacia
  - ~ 6.000 km<sup>2</sup>;
  - ~40 municípios .
- **Principalmente:** Necessidade de obtenção de soluções locais harmonizadas com a solução global.

# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

1ª Camada: Grandes canais (Tietê, Tamanduateí, Pinheiros e Juqueri).





## *b) Impermeabilização*

### TUCCI e CAMPANA (1994)

Relaciona Densidade Demográfica e Área Impermeabilizada

→ Estabilização da área impermeável com densidades demográficas a partir de 100 hab/ha - limite da taxa de impermeabilização de 0,60 a 0,65.

### PDMAT3

Reanalizada: Relação Densidade Demográfica e Área Impermeabilizada.

- Novas tecnologias de reconhecimento do tecido urbano;
- Nova curva: densidade de habitantes em grau de impermeabilização;
- Resultados: porcentagem máxima de impermeabilização da RMSP atualmente de 90%, superior ao limite do estudo anterior, de 60%.

**Aspecto extremamente importante, diretamente ligado à estimativa das vazões de cheias.**

## c) Chuvas Projeto e Vazões de Projeto

### Tradicionalmente:

EQUAÇÕES de CHUVAS IDF  Fator de correção em função da área.

### PDMAT3

1º Camada: Combinações espaço – tempo dos eventos observados com os valores de chuva registrados no posto observatório IAG (2005 a 2011)

 Fator redução ponto versus área específico para a BAT

2º e 3ª Camadas: Critérios Tradicionais - equações de chuvas IDF para o posto

IAG-USP  Chuvas Uniformes com distribuição temporal de Huff

## c) *Manchas de Inundação*

- Modelo SOBEK 2D desenvolvido pelo Instituto Delft Hydraulics da Holanda
  - Precisão
  - Fácil operação e eficiente



**Topografia:** Modelo Digital do Terreno

**Características do Sistema Hídrico:** barragens, reservatórios de retenção, geometria dos canais, etc.

**Regras operativas** das estruturas de controle de níveis e vazões (DAEE, SABESP e EMAE)

**Curvas Chaves**

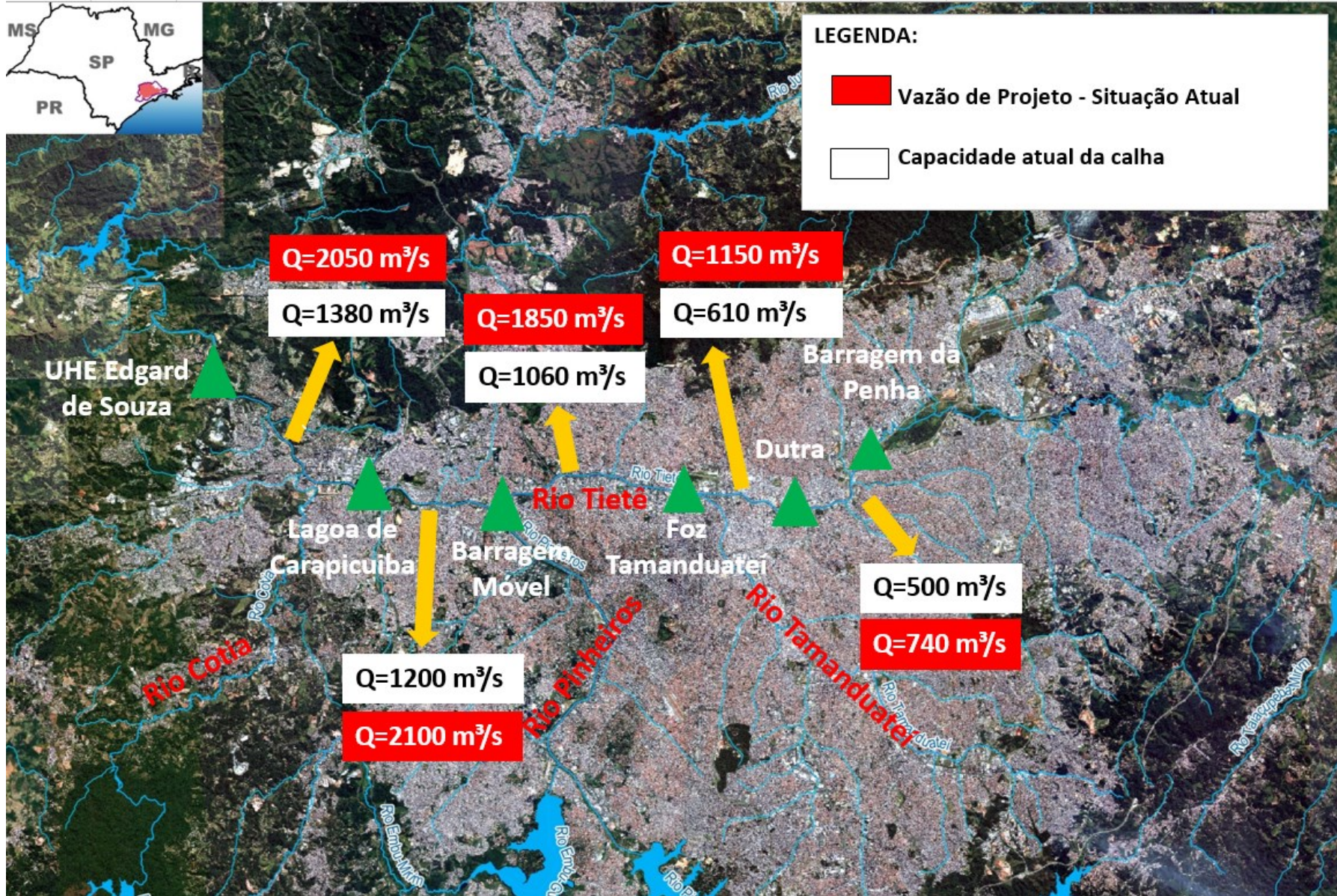
**Curvas de Descarga**

**Dados Fluviométricos e Pluviométricos** do monitoramento do SAISP



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

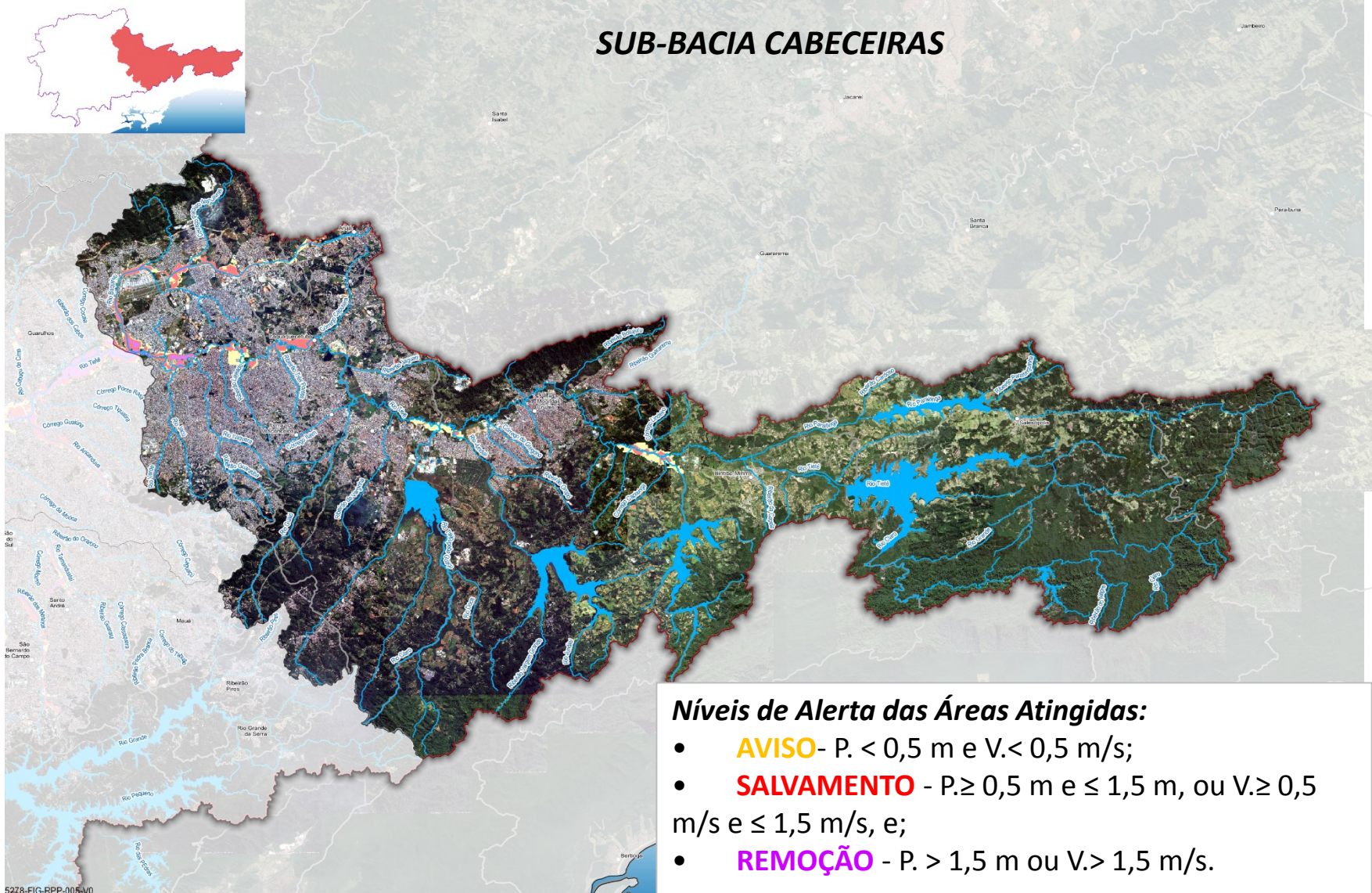
## CAPACIDADE DA CALHA X VAZÃO DE PROJETO





# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

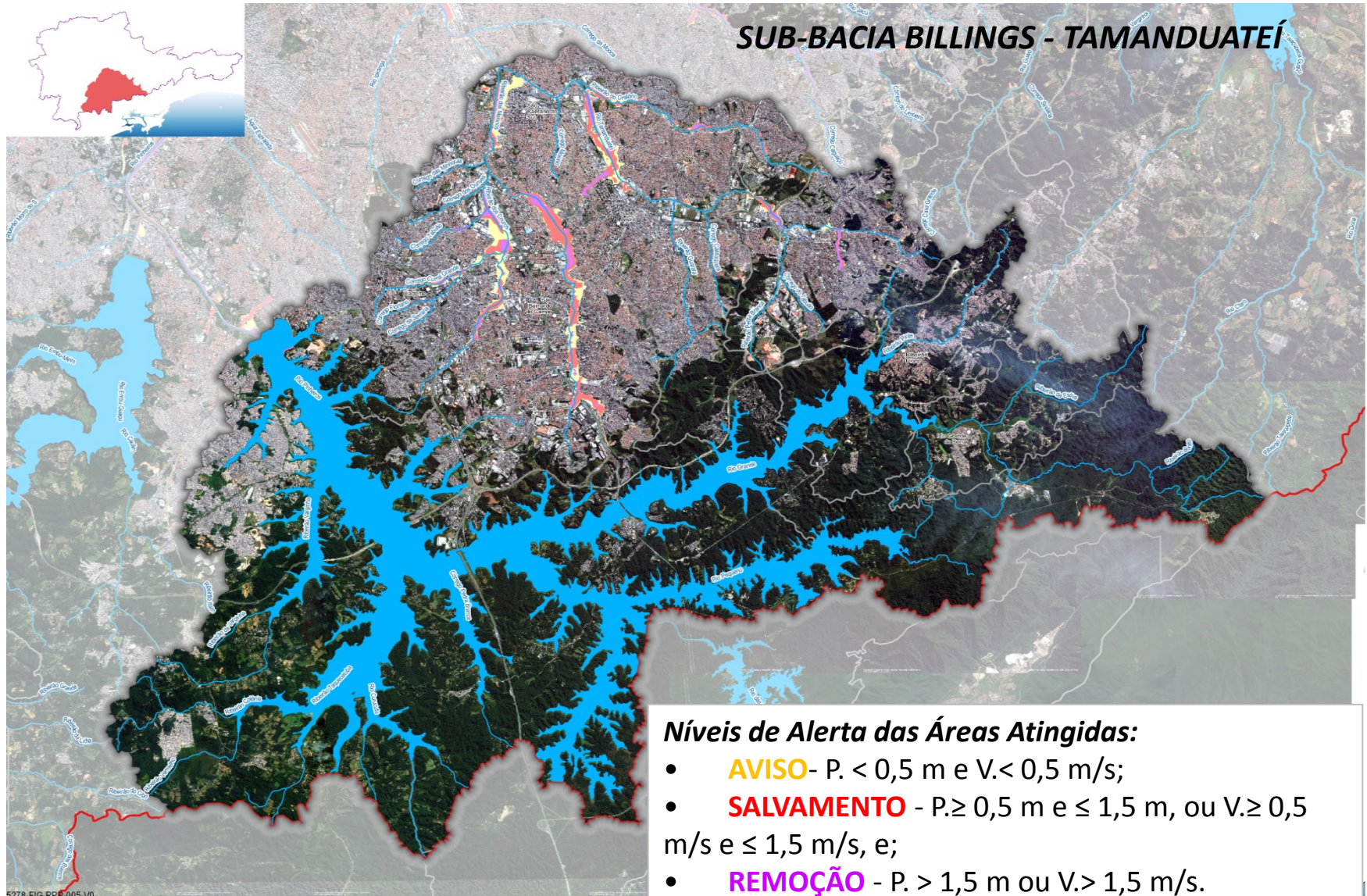
## SUB-BACIA CABECEIRAS



5278-FIG-RPP-005.V0

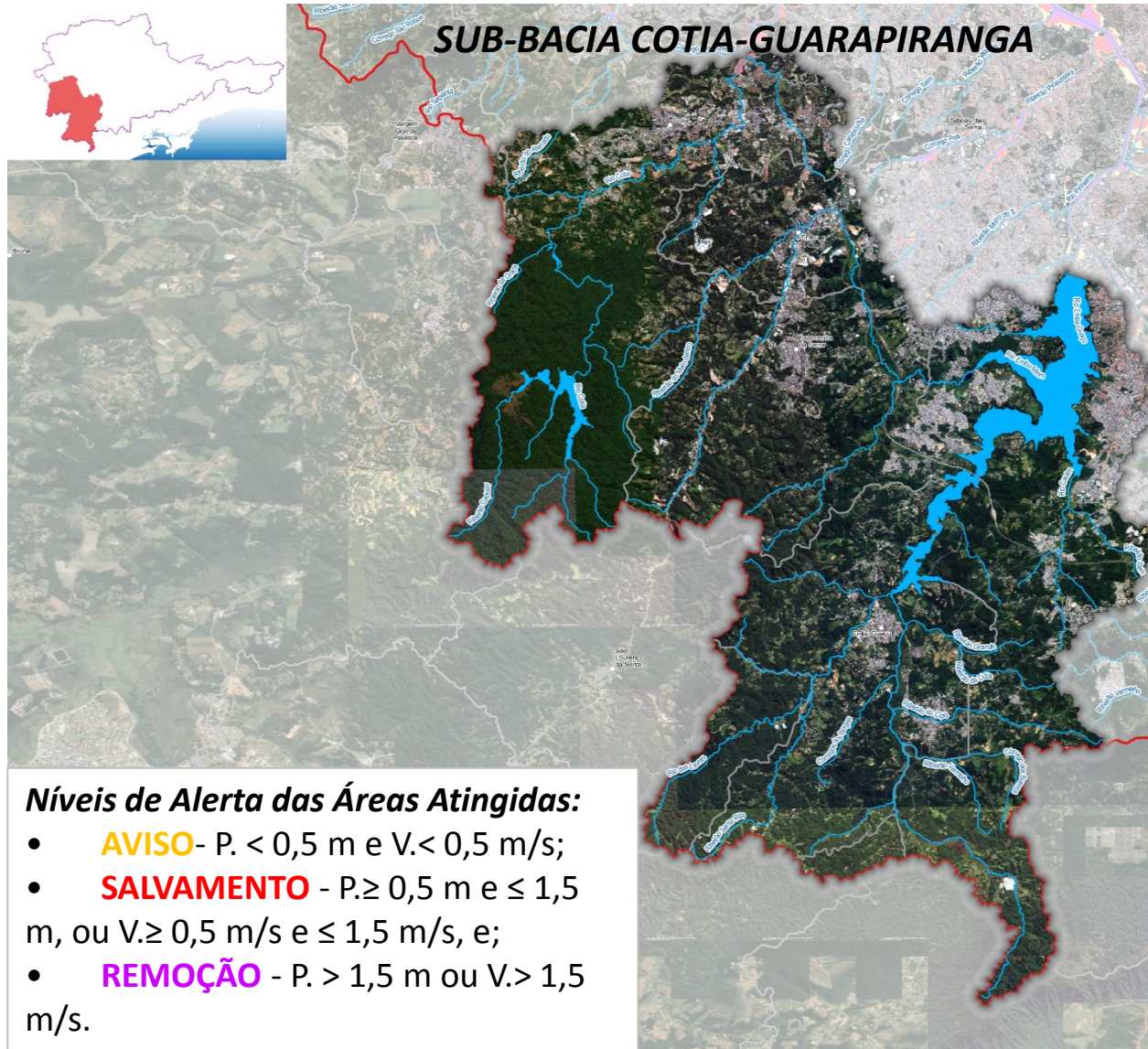


# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3



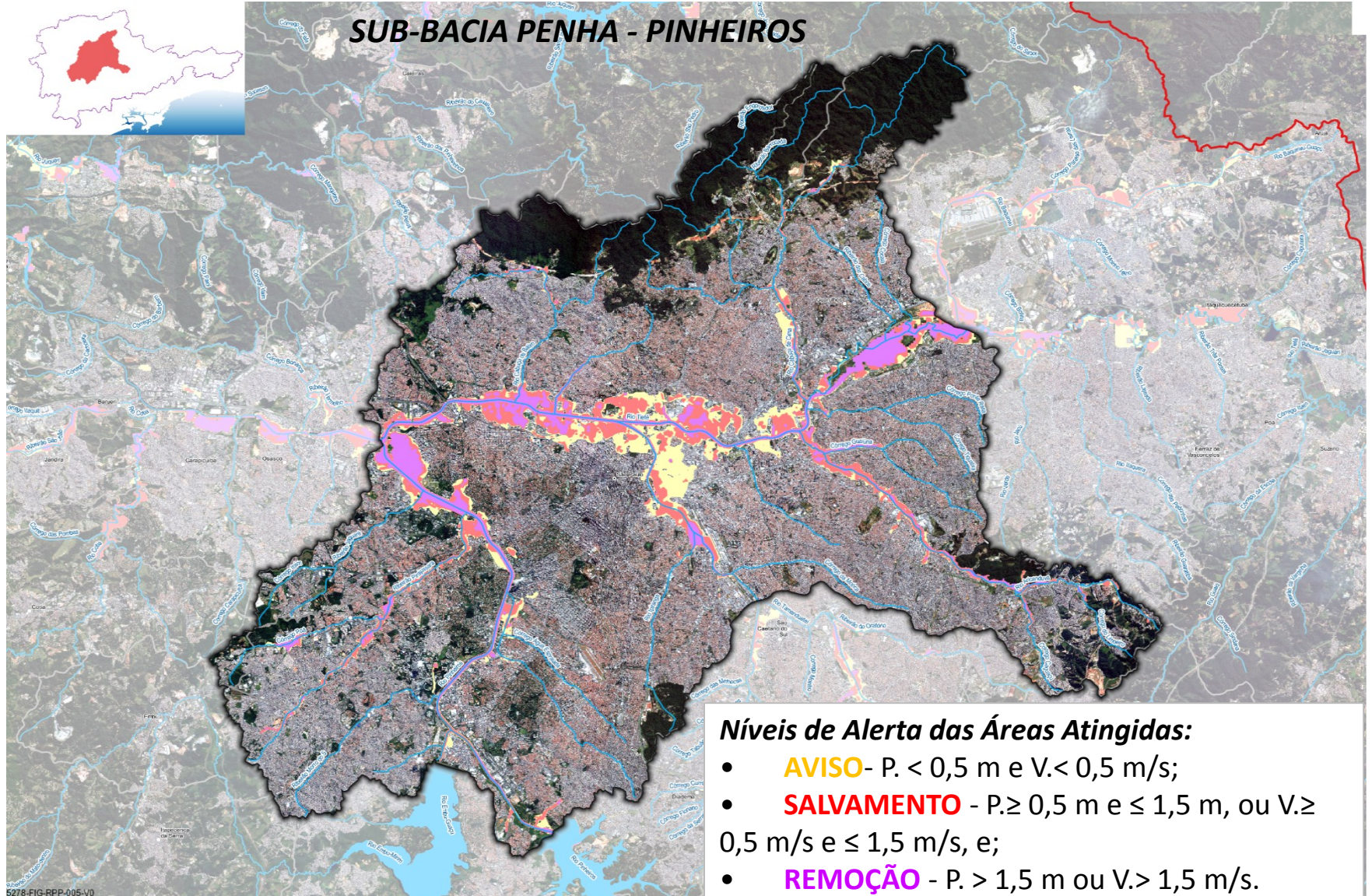


# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3





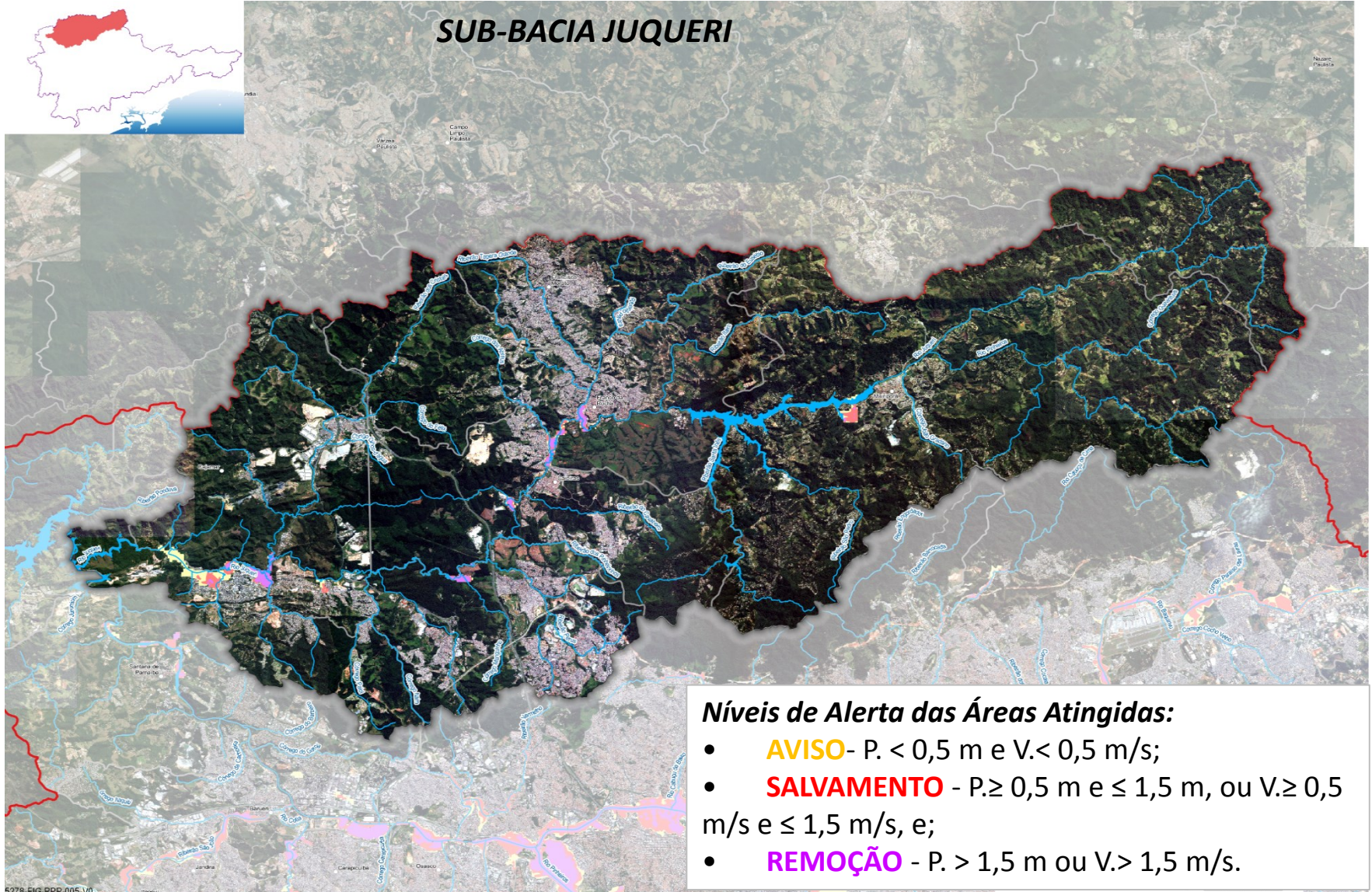
# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3





# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## SUB-BACIA JUQUERI



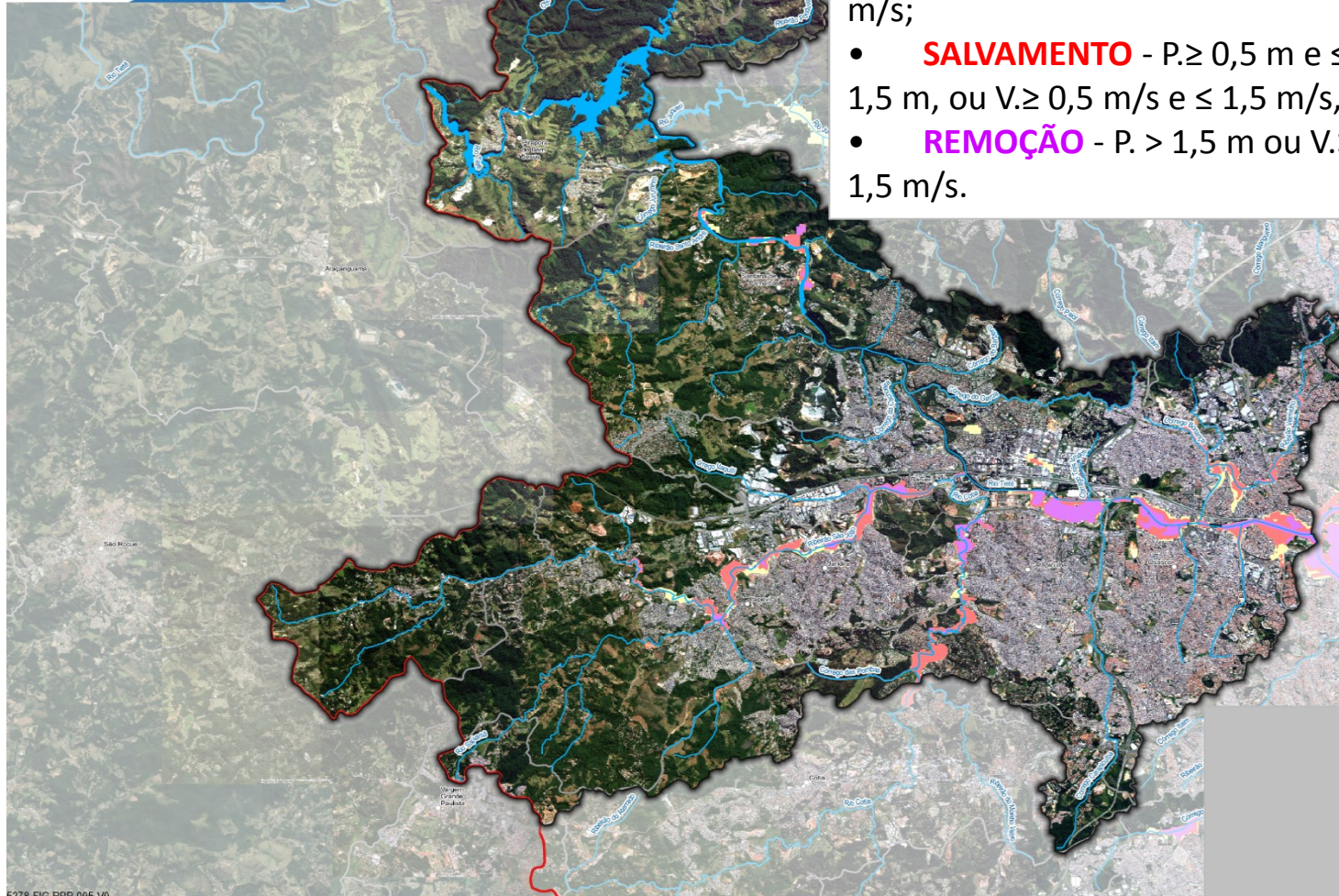
5278-FIG-RPP-005-V0



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3



## SUB-BACIA PINHEIROS - PIRAPORA



### Níveis de Alerta das Áreas Atingidas:

- **AVISO** -  $P. < 0,5 \text{ m}$  e  $V. < 0,5 \text{ m/s}$ ;
- **SALVAMENTO** -  $P. \geq 0,5 \text{ m}$  e  $\leq 1,5 \text{ m}$ , ou  $V. \geq 0,5 \text{ m/s}$  e  $\leq 1,5 \text{ m/s}$ , e;
- **REMOÇÃO** -  $P. > 1,5 \text{ m}$  ou  $V. > 1,5 \text{ m/s}$ .

5278-FIG-RPP-005-V0

## PDMAT3

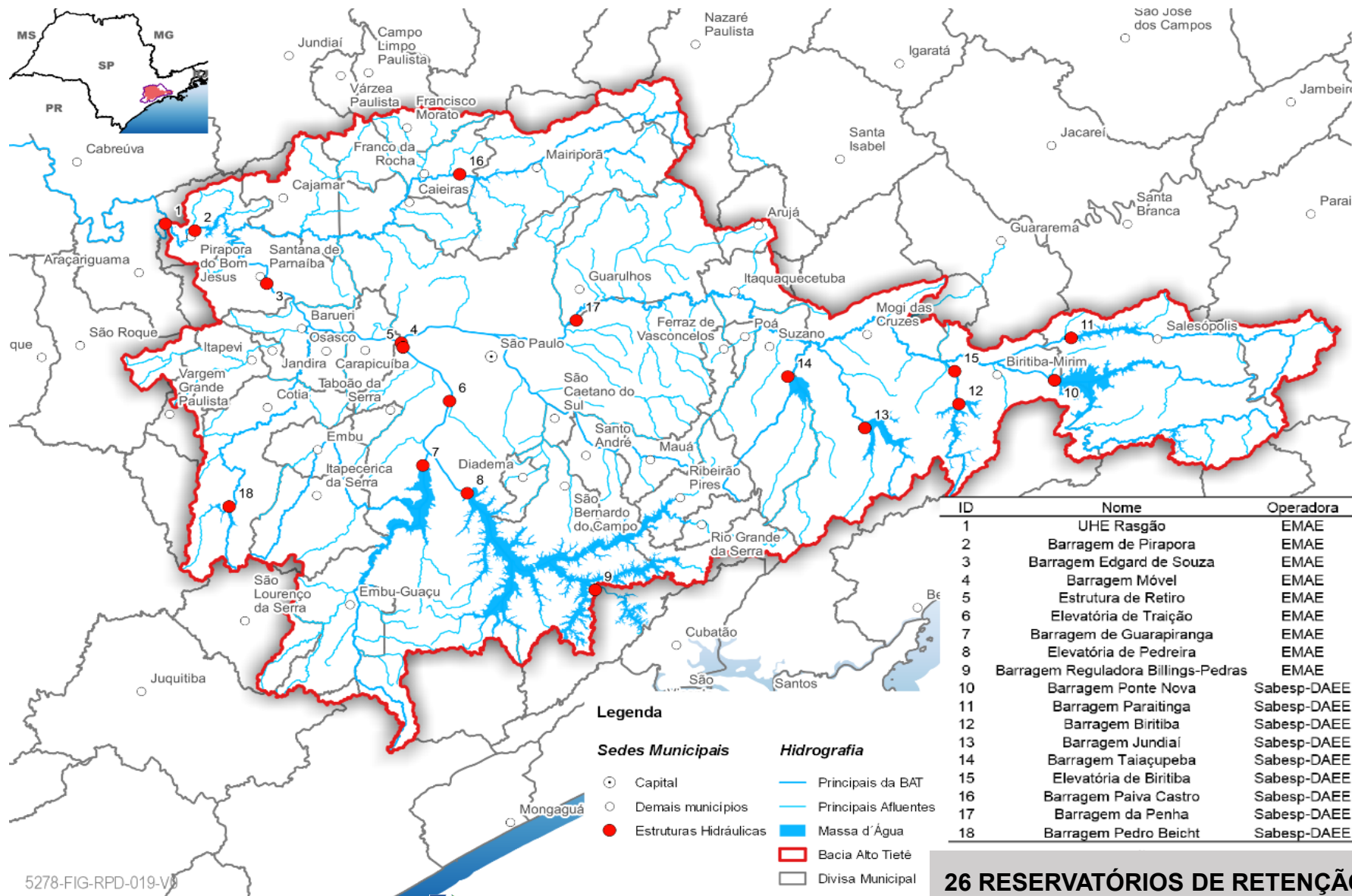
Concepção de um programa de intervenções estruturais e não-estruturais para a BAT.

ESTUDO DE NATUREZA EMINENTEMENTE ESTRATÉGICA



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## BAT – ESTRUTURAS HIDRÁULICAS



5278-FIG-RPD-019-V0



**FABHAT**  
Fundação Agência de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

Consórcio

**cobrappe** JNS

**26 RESERVATÓRIOS DE RETENÇÃO**



## Alternativas Estudadas – PDMAT3

Principais Elementos:

- Túneis de Desvio
- Rebaixamentos de Calha
- Reservatórios de Retenção
- Reservatórios Subterrâneos

## Principais Proposições Estruturais

### 1ª Camada

#### Rio Tietê

- Ponte Nova até Barragem da Penha (BP): Preservação de várzeas e PVT para conter urbanização
  - Ampliação do Parque Várzeas Tietê
  - Construção de Polderes
- BP até UHE Edgard de Souza: (7 Alternativas)

#### **Escolhida (Alternativa 5):**

- Rebaixamento gradativo do fundo do canal da BP até córrego Carandiru onde atinge 2.5m;
- Rebaixamento de 2.5 do fundo do canal, do córrego Carandiru a até Barragem Móvel (BM);
- Aumento da declividade média do canal, do Rio Tietê da BM até a UHE Edgard de Souza.

## Rio Tietê

- UHE Edgard de Souza até UHE Rasgão:

### Situação do Reservatório de Pirapora (RP)

- Assoreamento do canal e dos braços do Reservatório de Pirapora (RP) limitam a capacidade de laminação de vazão;
- Capacidade do canal junto a estrada dos Romeiros é de 700 m<sup>3</sup>/s.

### Proposições:

- Túnel de desvio de vazões do RP até jusante da UHE Rasgão com capacidade de 1.850 m<sup>3</sup>/s (D 14m), extensão de 5,5 km, ou
- Túnel de desvio de vazões com capacidade de 1.600 m<sup>3</sup>/s (D 10 m), se feito o desassoreamento;

# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## Croqui da solução proposta para o Rio Tietê (Alternativa 5)



## Rio Pinheiros: (Projeto INFRA FCTH )

- Rebaixamento da calha de 3 a 4 m;
- Ampliação do Bombeamento das EEs Pedreira (atual 385 m<sup>3</sup>/s) e Traição (atual 280 m<sup>3</sup>/s) em 120 m<sup>3</sup>/s cada uma;
- Mudança do nível operacional do Canal do Pinheiros Inferior de 715.5m para 714.5m

## Rio Tamanduateí: (duas opções, recomendada a opção “a”)

- a) Piscinões, construção de 38 reservatórios, com capacidade de reservação de 6,2 hm<sup>3</sup> (fazendo a vazão na foz, junto ao Tietê, cair de 780 m<sup>3</sup>/s para 510 m<sup>3</sup>/s, valor da capacidade do canal);
- b) Reservatório Subterrâneo, confluência com o ribeirão dos meninos (5,1 hm<sup>3</sup>) e adequação no canal;

## Rio Juqueri:

- Construção de 45 Piscinões; e
- Adequação de trechos do canal do Rio Juqueri.

## Proposições Estruturais

### 2ª Camada

### Corpos D'Água

- Aricanduva, Baquirivu, Cabuçu de Baixo, Cabuçu de Cima, Cotia, Couros e Meninos, Mandaqui, Oratório, Pirajussara, São João do Barueri e Vermelho

### Propostas:

- 77 Reservatórios de Detenção;
- Algumas galerias de apoio;
- Ampliações de Seções;
- Regularizações de fundo e paredes;
- Troca de revestimento



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

Custos Totais das Obras Propostas para a 1ª e a 2ª Camadas	
Canais principais, Bacias e Sub-bacias	Total (R\$ x 10 <sup>3</sup> )
<b>1ª Camada</b>	
Tietê – Ponte Nova – Penha	<b>24.778</b>
Tietê – Alternativa 5 (rebaixamento da calha)	<b>4.028.442</b>
Tietê – Alternativa 5 - Túnel Pirapora – 5,5 km D=14m	<b>1.052.907</b>
Tamanduateí – Piscinões PDMATs	<b>707.923</b>
Pinheiros	<b>418.100</b>
Juqueri	<b>1.918.407</b>
<b>Sub-Total</b>	<b>8.150.557</b>
<b>2ª Camada</b>	
Aricanduva, Baquirivú, Cabuçú de Baixo, Cabuçú de Cima, Cotia, Couros e Meninos, Mandaqui, Oratório, Pirajuçara, S. João do Barueri, Vermelho.	
<b>Sub-Total</b>	<b>5.374.592</b>
<b>Total</b>	<b>13.525.149</b>

Referência Preço: Março 2014



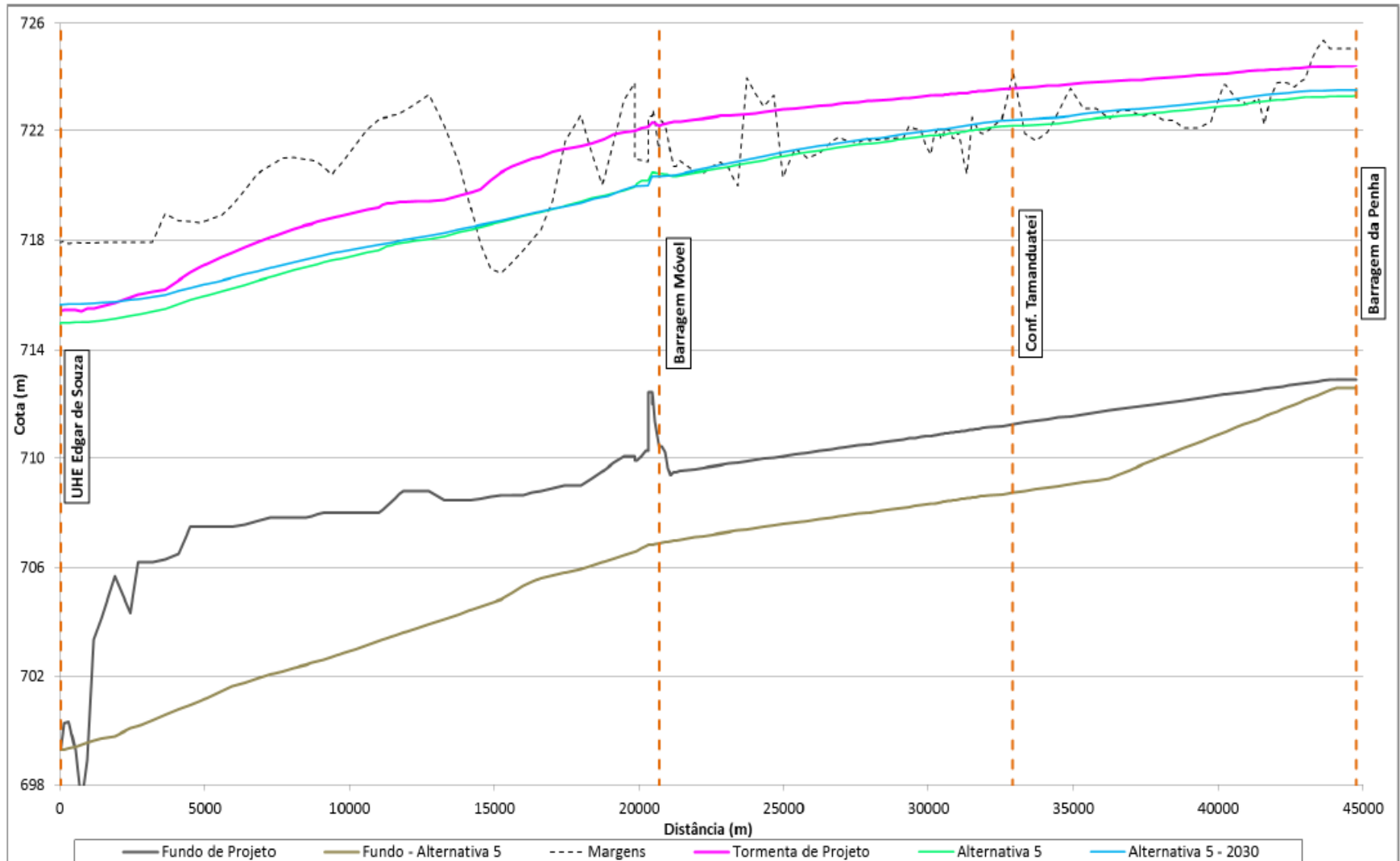
# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## Proposições Não Estruturais (Focam no UOS)

Gestão	Monitoramento	Medidas Econômicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento de <b>12 Distritos de Drenagem</b> e <b>70 Subdistritos de Drenagem</b>;</li> <li>• <b>Modelo de gestão de drenagem</b>; com proposição de (i) Gestor Metropolitano de Drenagem; (ii) Operador Metropolitano de Drenagem; (iii)</li> <li>• <b>Zoneamento Ambiental Urbano</b> com compatibilização com os zoneamentos municipais.</li> <li>• Estabelecimento de indicadores de Drenagem, relativos a Qualidade e Quantidade.</li> </ul>	<p>Aprimoramento ao Sistema de Informação, Monitoramento e Avaliação com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos de: coleta e atualização de banco de dados do sistema, modelos matemáticos (de previsão hidrológica e de operação do sistema), de produtos do sistema</li> <li>• Sala de Situação com:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modelos de Simulação e de Suporte à Decisão: Sistema de Gestão Operacional (SGO)</li> <li>➤ Modelo de Previsão de Chuvas e Inundações</li> <li>➤ Modelo de Operação Hidráulica</li> <li>➤ Módulo integrador a Plataforma de Suporte Computacional</li> </ul> </li> <li>• Expansão da rede telemétrica do solo;</li> <li>• Ampliação de rede de radares;</li> <li>• Sistema público de alerta à população;</li> <li>• Planos de Contingência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontes de Financiamento por Instituições Internacionais, Federais, Estaduais e Privadas</li> <li>• Programa de financiamento e seguro contra desastres naturais, modelos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Banco Mundial</li> <li>➤ Estados Unidos</li> <li>➤ Espanha</li> <li>➤ Considerações para o Brasil</li> </ul> </li> <li>• Melhoria da informação e avaliação de riscos</li> <li>• Consideração dos desastres como um risco fiscal para o Estado</li> <li>• Promoção do seguro de ativos privados.</li> </ul>

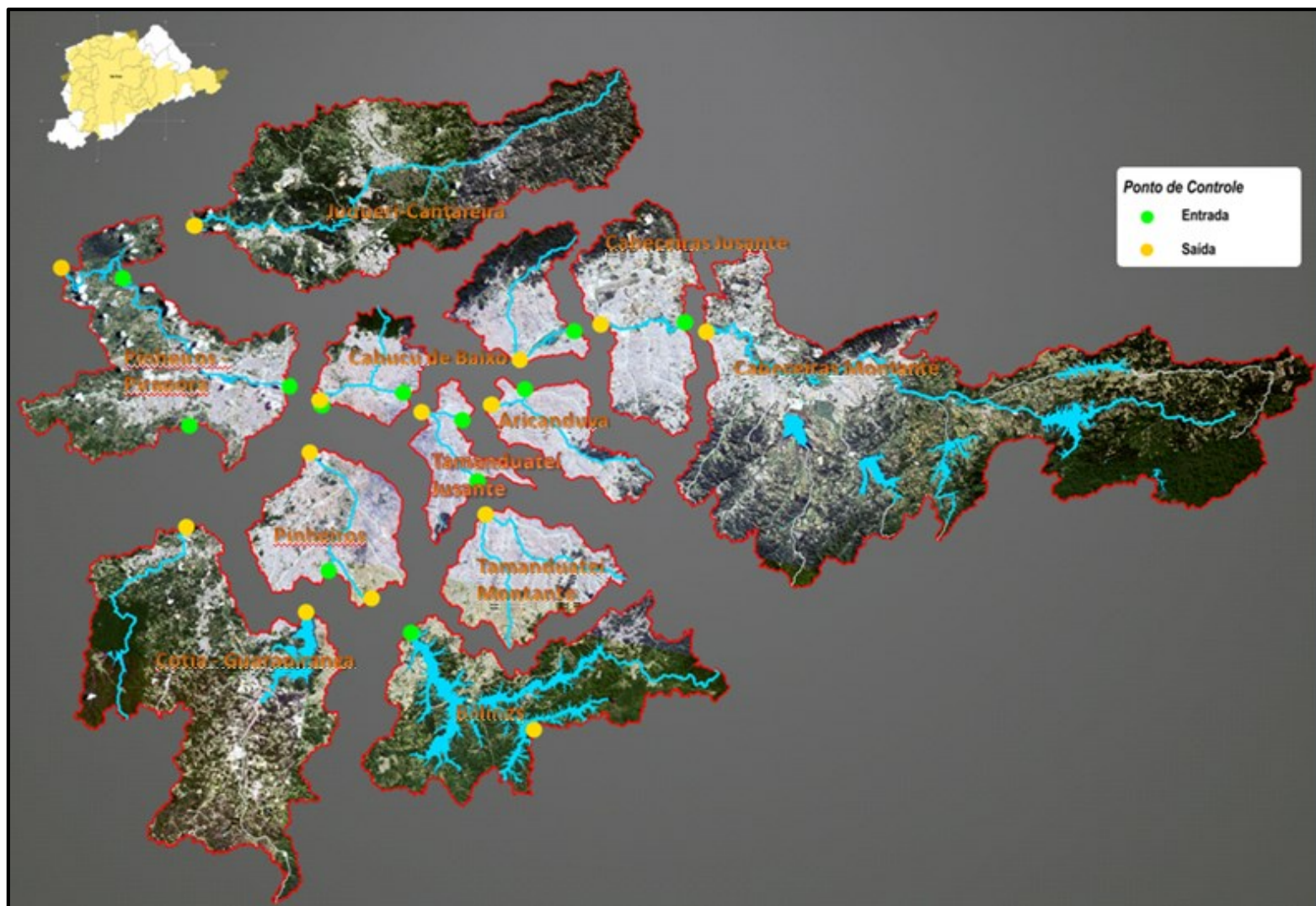
# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## Linha d'água no Rio Tietê para a Tormenta de Projeto – Alternativa 5



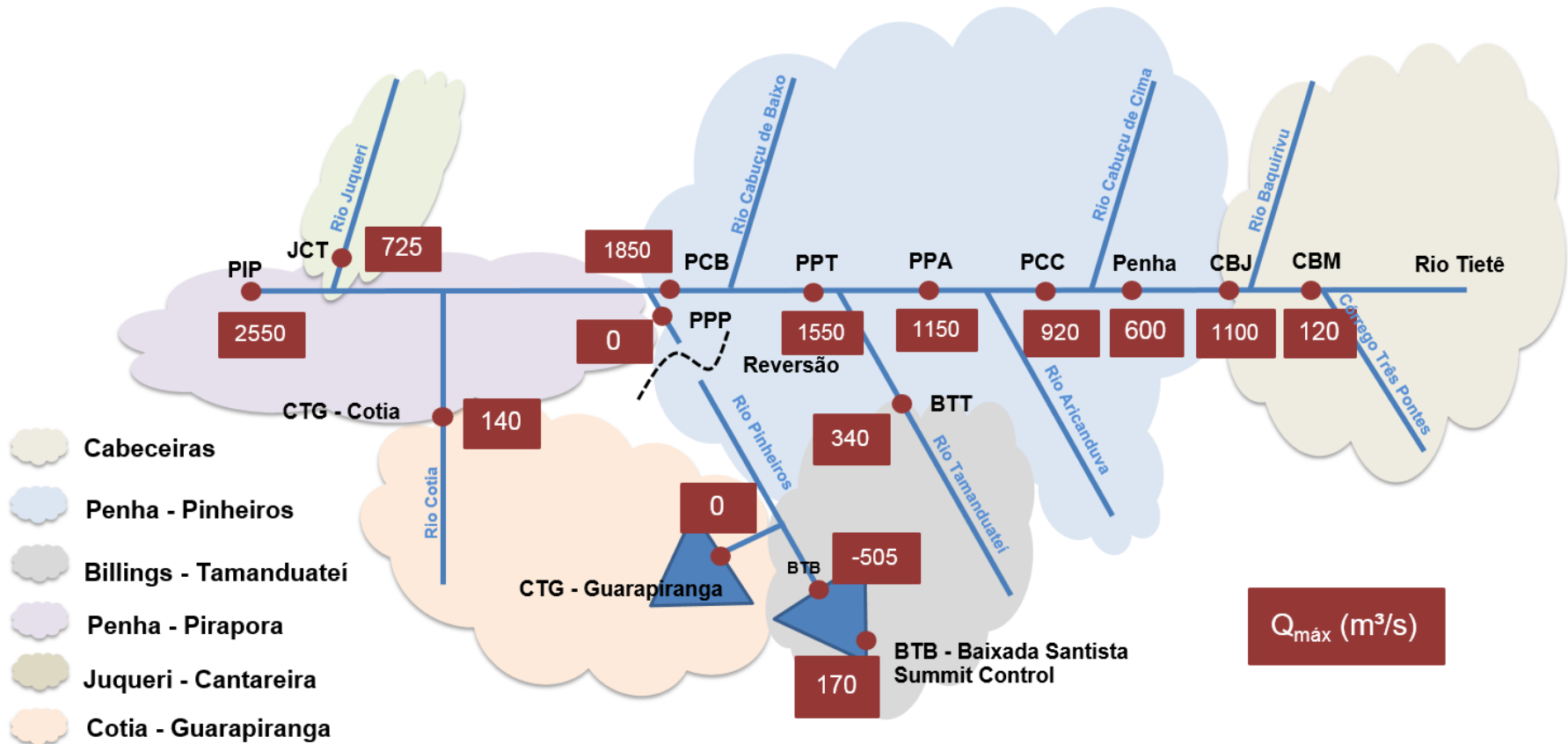
# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## Pontos de Controle e Vazões de Restrições dos Canais



# Manejo de Águas Pluviais e Drenagem (MAP) / PDMAT3

## Diagrama Unifilar: Vazões de Restrições dos Pontos de Controle para os Canais após Implantação das Obras



## VAZÕES DE RESTRIÇÕES

### ➤ Diretrizes de Planejamento

## ORIENTAR

- Projetos de Engenharia;
- Planos Municipais de Drenagem;
- Planos Diretores Municipais (UOS)

### Foco na Abordagem sustentável:

- ✓ A **bacia hidrográfica** deve ser planejada como um todo para controle do volume;
- ✓ Novos desenvolvimentos **não podem aumentar a vazão** de pico das condições naturais;
- ✓ As intervenções de controle e prevenção não devem resultar em **transferência dos impactos para jusante**.



## CONCILIAÇÃO ENTRE GESTÕES ESTATUAL E MUNICIPAIS

Planos de Bacias e Planos Diretores de Macrodrenagem devem orientar os planos diretores municipais tendo como objetivo conciliar a titularidade de macrodrenagem é estadual com a titularidade de UOS que é municipal, logo as ações em macrodrenagem somente terão eficiência apoiadas em ações em UOS.