

**As Precipitações 2009/2010 na BAT
destacando os dias 08/12/2009 e
21/01/2010**

**Mario Thadeu Leme de Barros
Professor Titular de Recursos Hídricos
da Escola Politécnica da USP**

**Instituto de Engenharia
11 de Agosto de 2010**

Locais de Manejo de Vazão no Sistema Tietê Pinheiros



* Existem diversos pontos de drenagem forçada e de detenção, operados automaticamente

Base de Dados

- Dados de precipitação da rede telemétrica do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) operado pela FCTH
- Dados de nível dos rios da rede telemétrica do SAISP
- Dados do Radar Meteorológico do DAEE, operado pela FCTH
- Dados de Operação Hidráulica da EMAE

Postos Telemétricos Operados pelo SAISP-FCTH

Rede - Entidade	Número de Estações
Alto Tietê – DAEE/FCTH	45
Detenção – DAEE/FCTH	44
Detenção – SIURB	3
Estações Meteorológicas – SIURB	21
SABESP – SABESP	34
Piracicaba Quantidade – DAEE/FCTH	17
Piracicaba Qualidade – DAEE/FCTH	2
Registro – DAEE/FCTH	7
Cubatão – DAEE/FCTH	7
Total	180



Postos da Rede Limnimétrica do SAISP

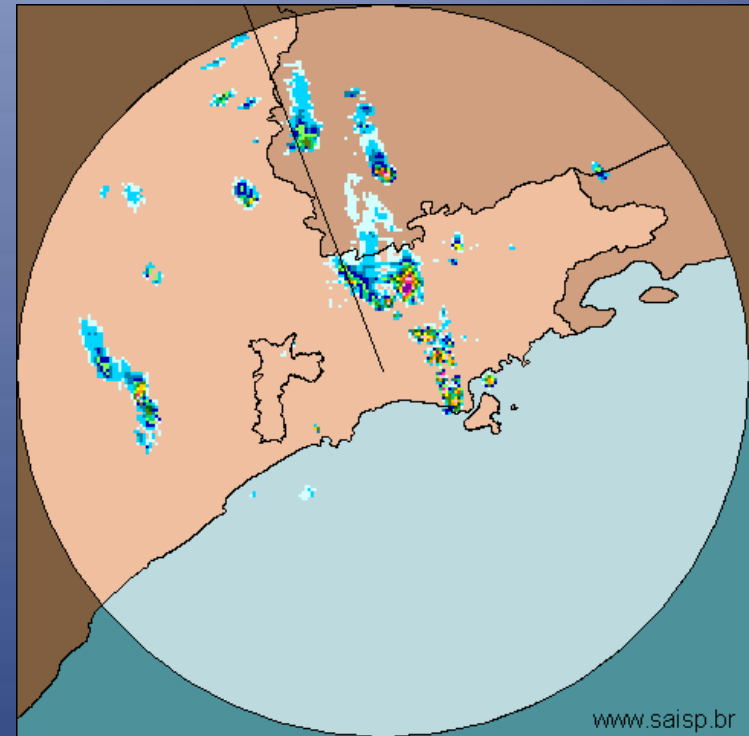


Radar Meteorológico do DAEE e sua Área de Cobertura



Radar banda S em Ponte Nova
cabeceira do rio Tietê

Círculo com raio de 200 km

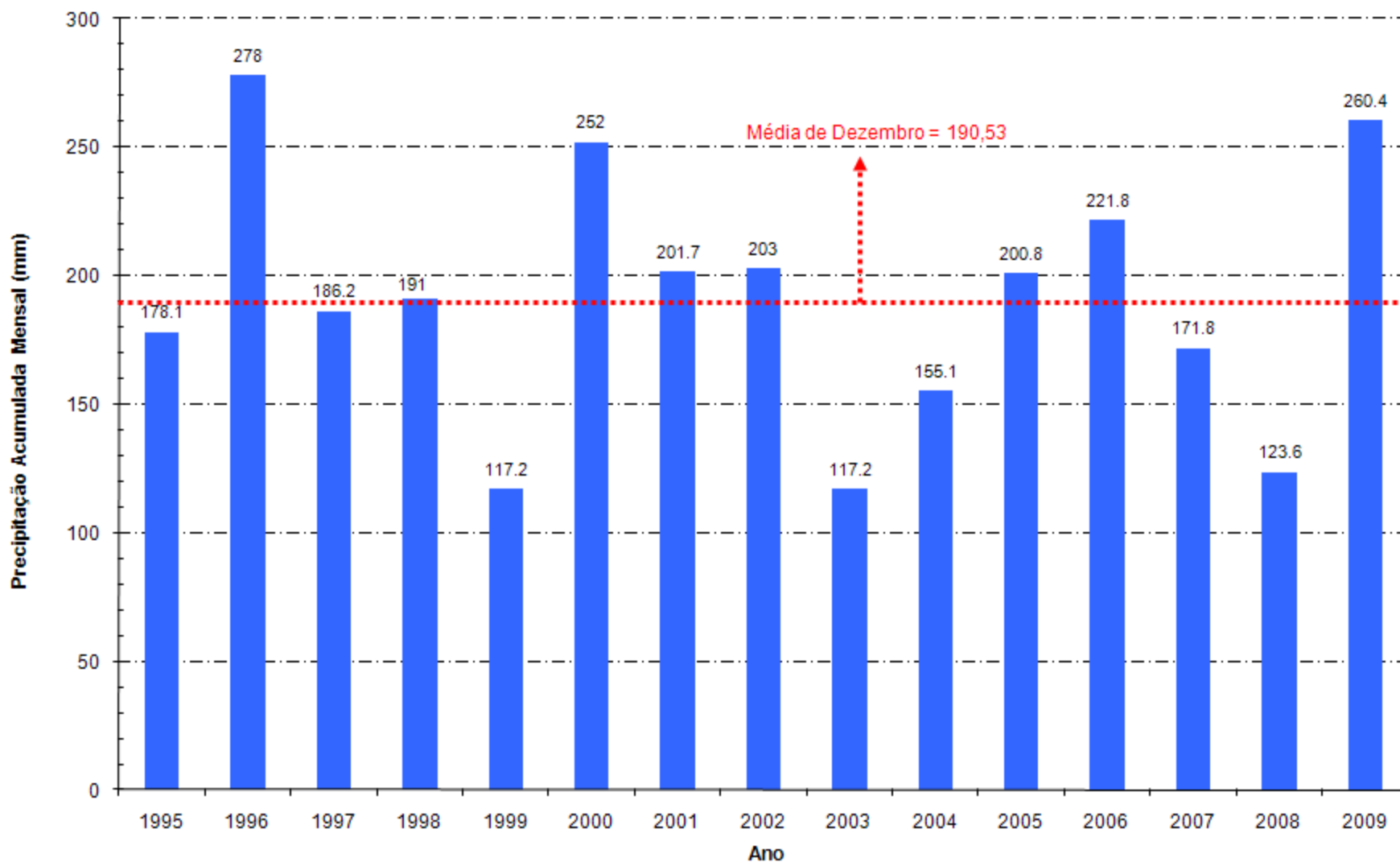


Informações Climáticas Importantes: Condições Antecedentes

Precipitação Mensal em São Paulo de Julho a Novembro de 2009

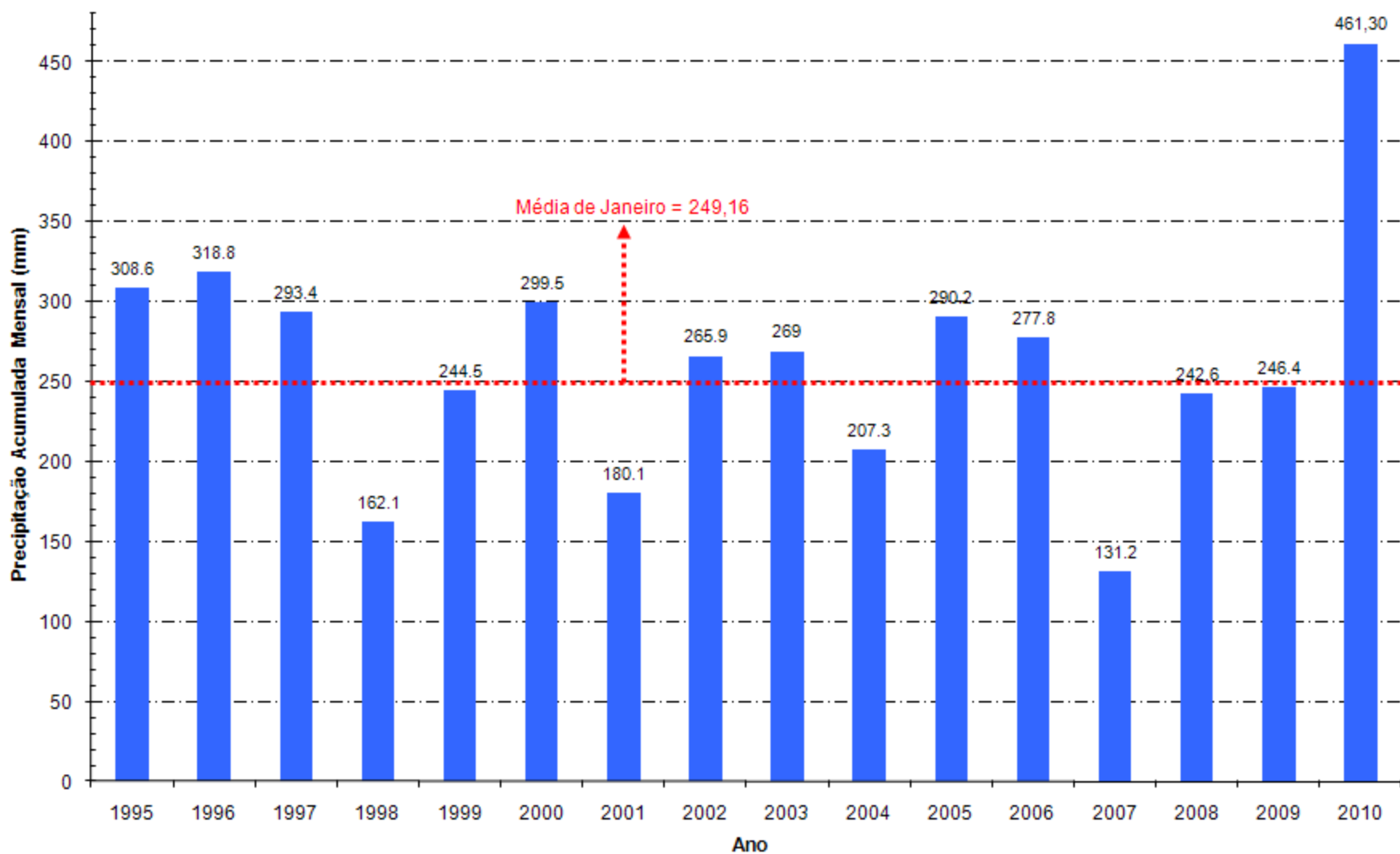
JULHO			AGOSTO			SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO		
ANO	Precipitação Mensal Média (mm)		ANO	Precipitação Mensal Média (mm)		ANO	Precipitação Mensal Média (mm)		ANO	Precipitação Mensal Média (mm)		ANO	Precipitação Mensal Média (mm)	
1995	48.60	6.42%	1995	17.60	-37.08%	1995	46.90	-36.20%	1995	193.50	60.91%	1995	88.60	-33.13%
1996	5.40	-88.18%	1996	25.10	-10.27%	1996	152.90	107.99%	1996	151.40	25.90%	1996	82.10	-38.03%
1997	4.70	-89.71%	1997	31.20	11.53%	1997	118.20	60.79%	1997	103.70	-13.77%	1997	155.20	17.14%
1998	11.40	-75.04%	1998	38.70	38.35%	1998	103.90	41.33%	1998	161.70	34.47%	1998	33.40	-74.79%
1999	30.90	-32.34%	1999	2.10	-92.49%	1999	71.40	-2.87%	1999	61.40	-48.94%	1999	67.20	-49.28%
2000	59.20	29.64%	2000	73.80	163.82%	2000	96.20	30.86%	2000	82.20	-31.64%	2000	199.00	50.20%
2001	39.20	-14.16%	2001	30.90	10.46%	2001	55.90	-23.96%	2001	215.30	79.04%	2001	155.90	17.67%
2002	29.50	-35.40%	2002	40.00	42.99%	2002	42.80	-41.78%	2002	110.00	-8.53%	2002	182.50	37.75%
2003	14.40	-68.47%	2003	20.50	-26.72%	2003	26.30	-64.22%	2003	99.00	-17.67%	2003	84.40	-36.30%
2004	81.10	77.59%	2004	1.30	-95.35%	2004	20.10	-72.66%	2004	85.30	-29.07%	2004	135.40	2.20%
2005	12.90	-71.75%	2005	7.90	-71.76%	2005	106.90	45.42%	2005	153.50	27.65%	2005	153.50	15.86%
2006	66.80	46.28%	2006	1.70	-93.92%	2006	73.70	0.25%	2006	40.60	-66.24%	2006	217.50	64.17%
2007	130.40	185.55%	2007	0.00	-100.00%	2007	8.40	-88.57%	2007	85.80	-28.65%	2007	152.00	15.33%
2008	0.00	-100.00%	2008	73.40	162.33%	2008	27.70	-62.32%	2008	104.20	-13.35%	2008	101.60	-23.31%
2009	150.50	229.56%	2009	55.40	98.05%	2009	151.40	105.95%	2009	156.20	29.89%	2009	178.20	34.50%
média	45.67		média	27.97		média	73.51		média	120.25		média	132.49	

Precipitação Média Mensal de Dezembro na cidade de São Paulo

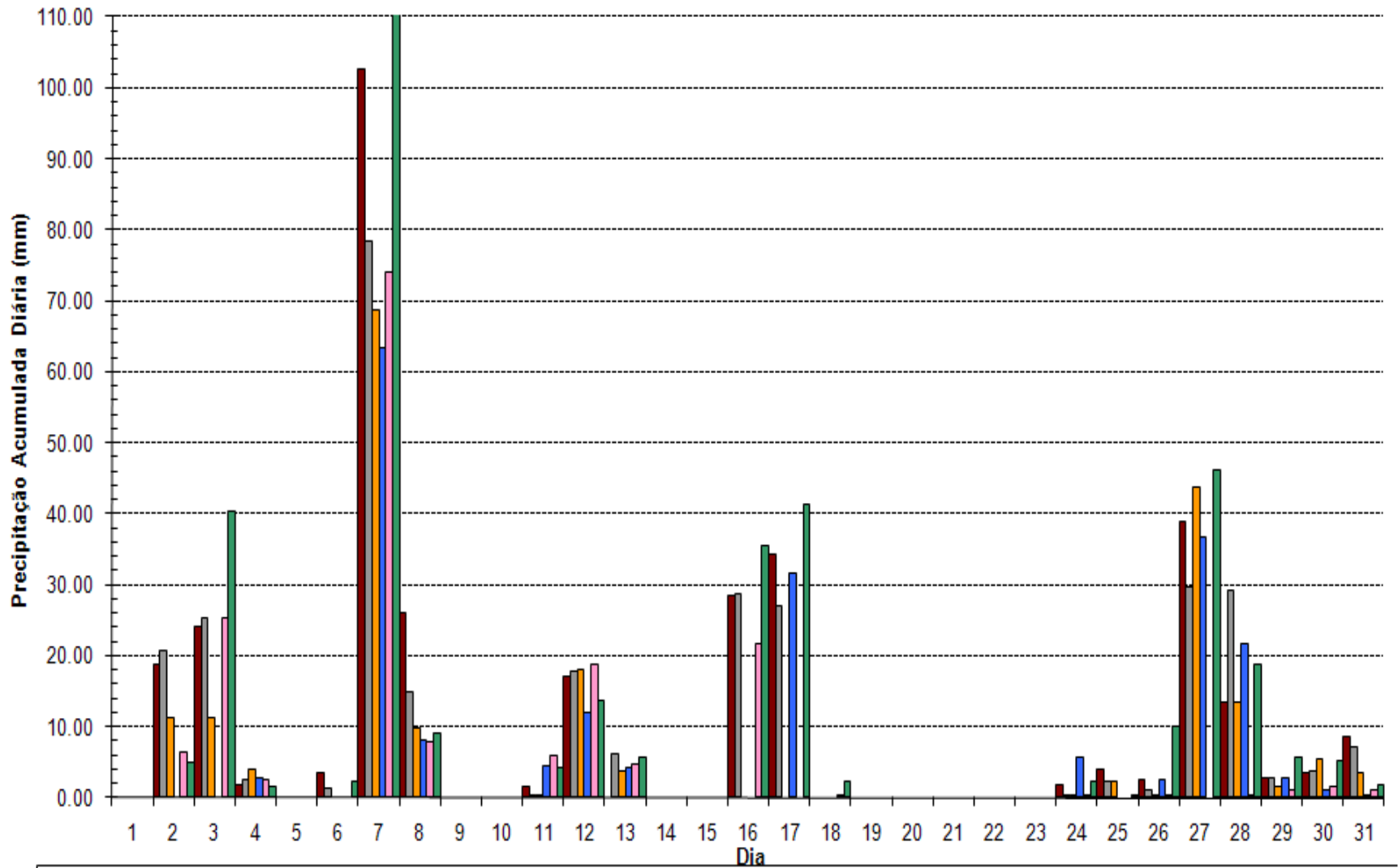


Estimativas feitas com a rede telemétrica do SAISP

Precipitação Média Mensal de Janeiro na cidade de São Paulo

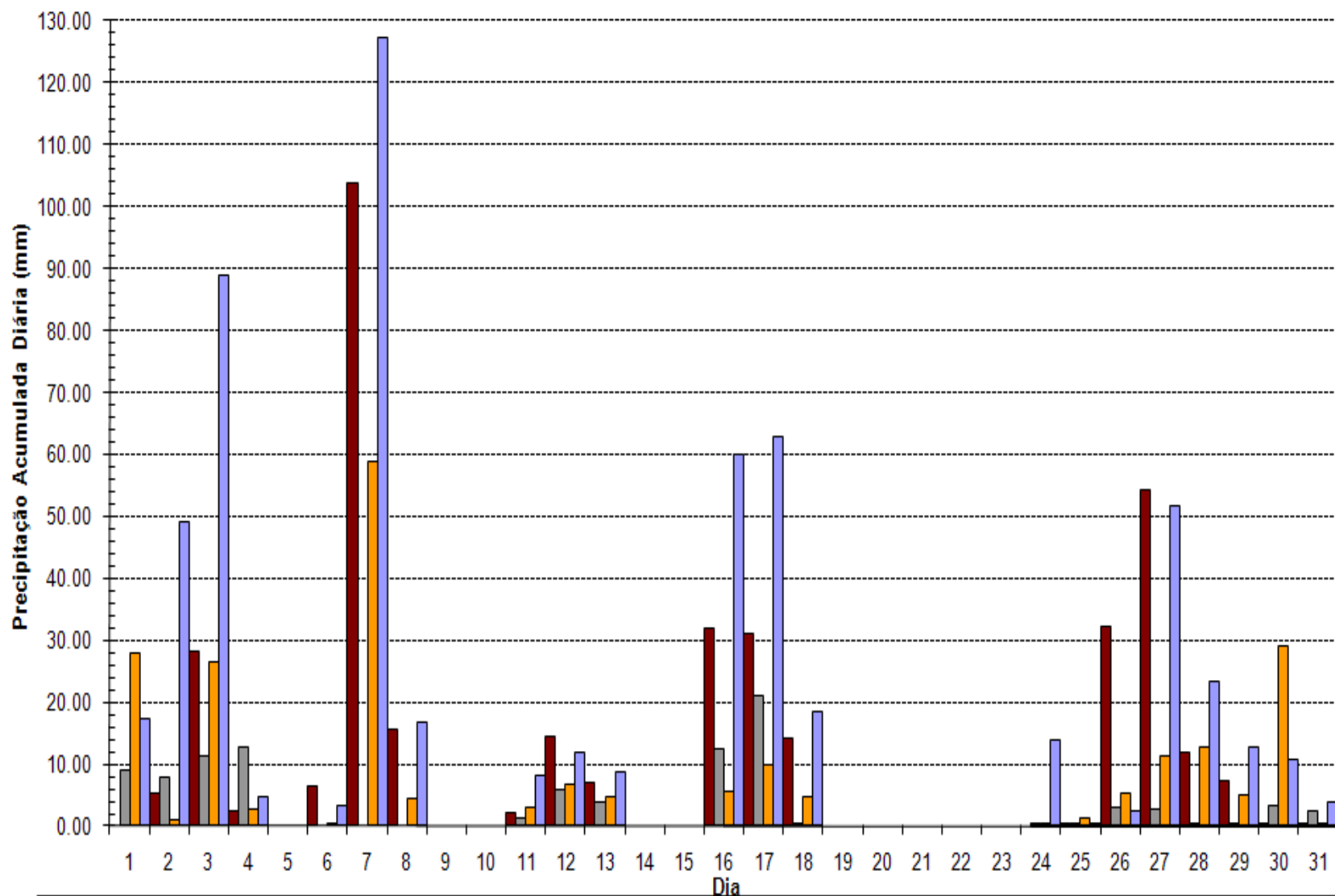


Precipitação Diária - Dezembro 2009 - Rio Tietê



■ Rio Tietê na Barragem da Penha (Montante)
 ■ Rio Tietê na Barragem da Penha (Jusante)
 ■ Belenzinho
 ■ Anhembi
 ■ Limão
 ■ Rio Tietê - Ponte do Piquerí

Precipitação Diária - Dezembro 2009 - Rio Pinheiros



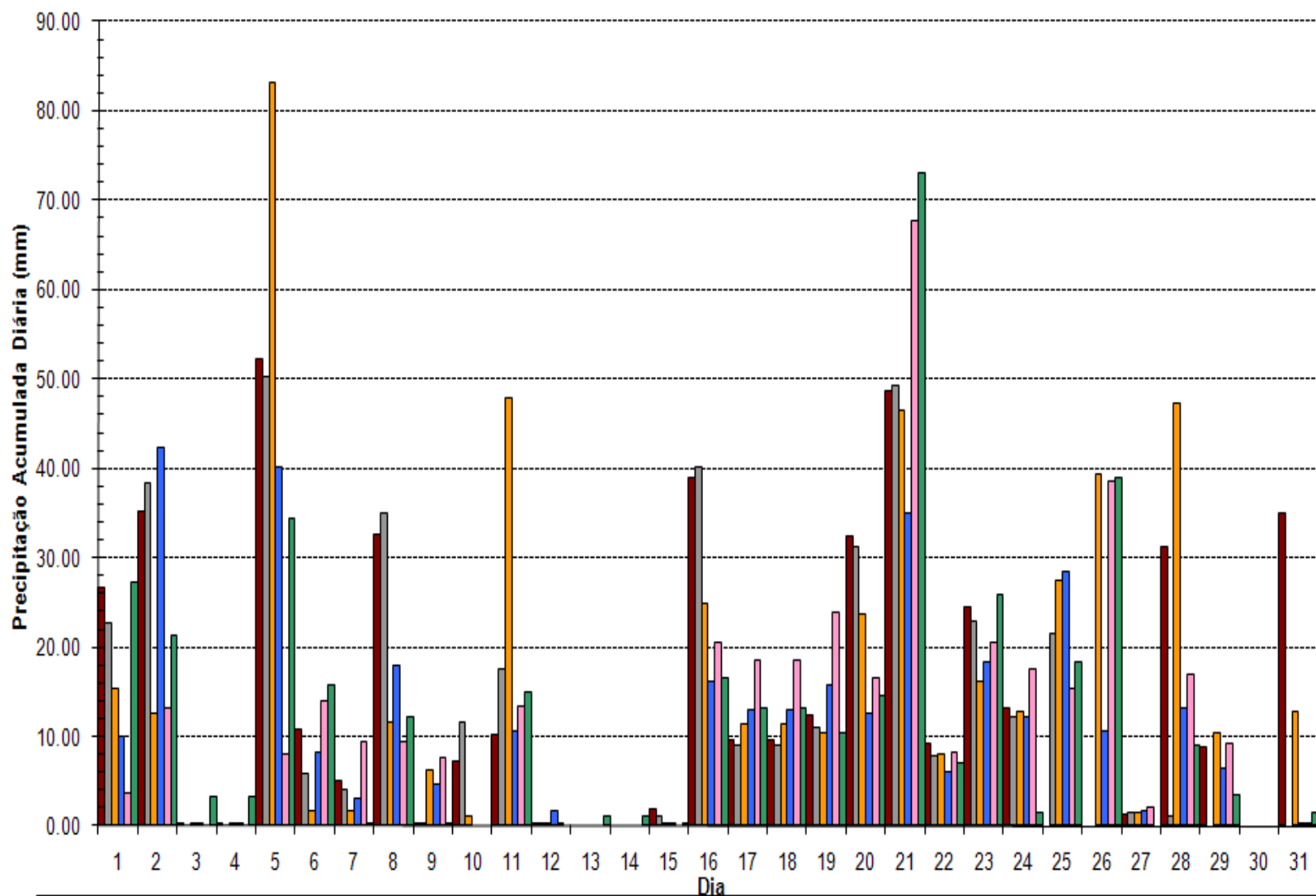
■ Barragem Móvel

■ Rio Pinheiros - Ponte Cid. Universitária

■ Morro do S

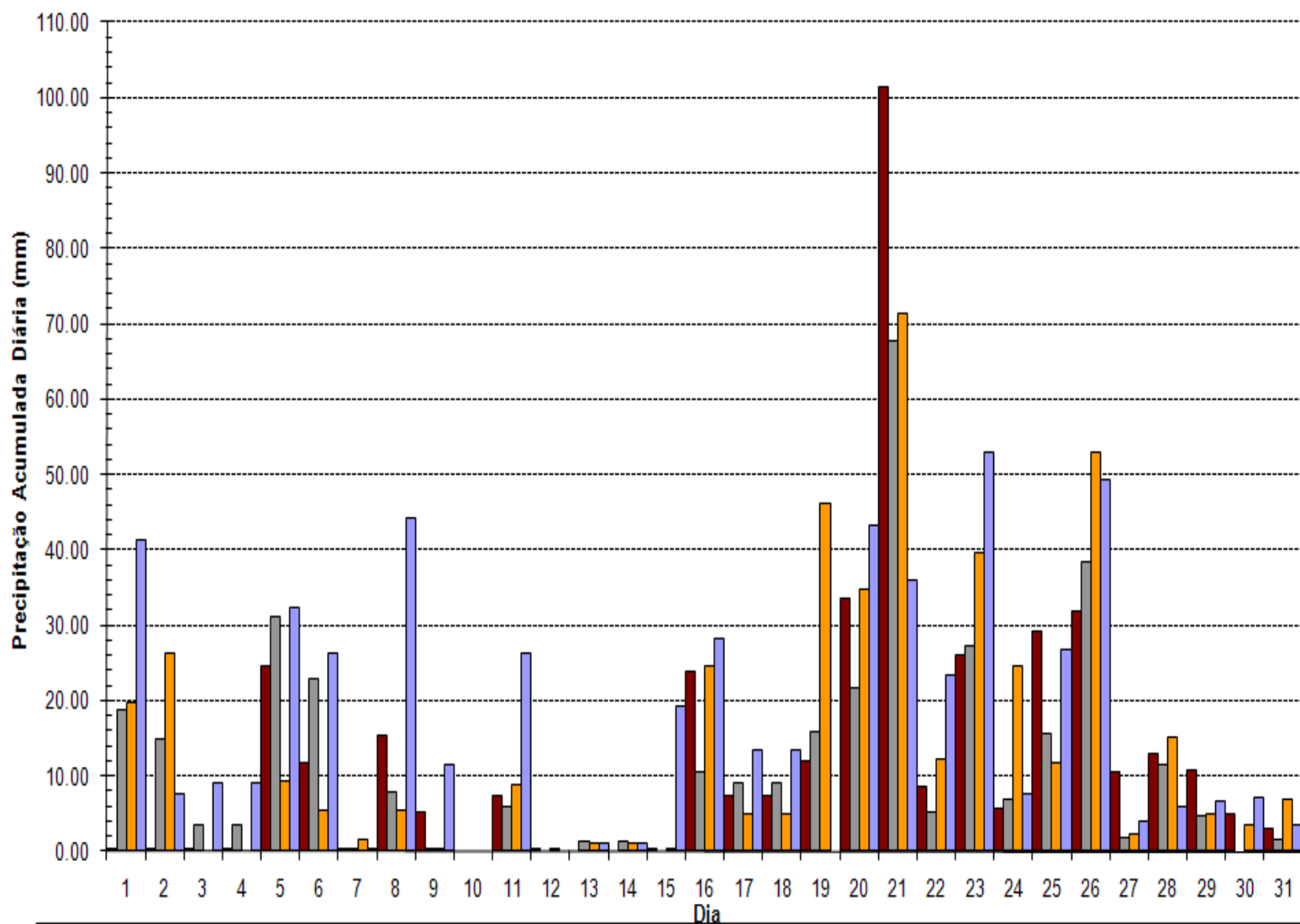
■ Córrego Jaguaré

Precipitação Diária - Janeiro 2010 - Rio Tietê



■ Rio Tietê na Barragem da Penha (Montante)
 ■ Rio Tietê na Barragem da Penha (Jusante)
 ■ Belenzinho
 ■ Anhembi
 ■ Limão
 ■ Rio Tietê - Ponte do Piquerí

Precipitação Diária - Janeiro 2010 - Rio Pinheiros



■ Barragem Móvel

■ Rio Pinheiros - Ponte Cid. Universitária

■ Morro do S

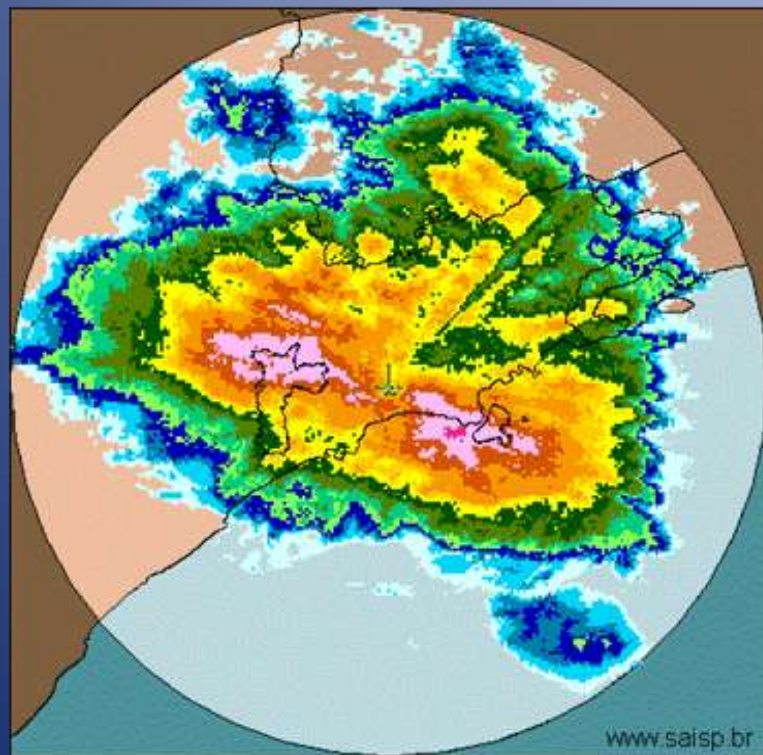
■ Córrego Jaguaré

Comparação entre os eventos dos dias 08/12/2009 e 21/01/2010 em termos de distribuição temporal e distribuição espacial

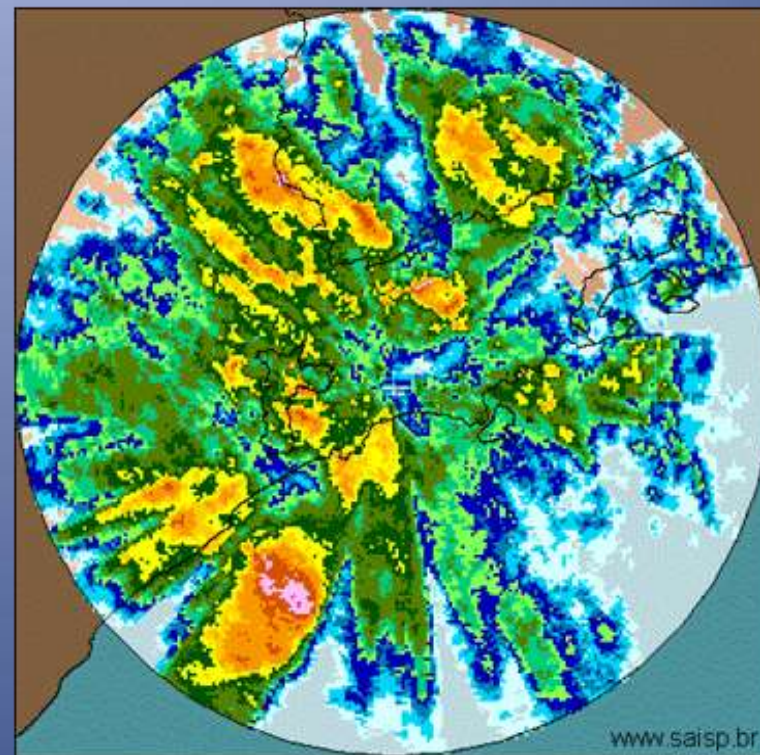
Informações Gerais

- Dia 08/12/2009: Núcleo de Precipitação de 12 horas (das 21:00 do dia 07/12/2009 as 09:00 do dia 08/12/2009), com volume médio de 90 mm, cobrindo praticamente toda a BAT
- Dia 21/01/2010: A precipitação nesse dia foi mais concentrada na região norte e sul da RMSP, com destaque para a bacia do rio Tamanduateí, com duração aproximada de 6 horas com volume médio de 60 mm

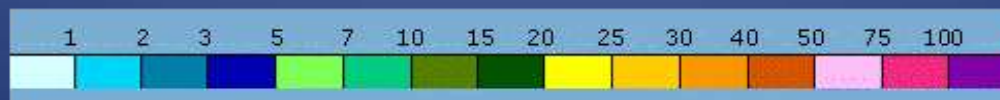
Comparação entre as chuvas dos dias 08/12/2009 e 21/01/2010



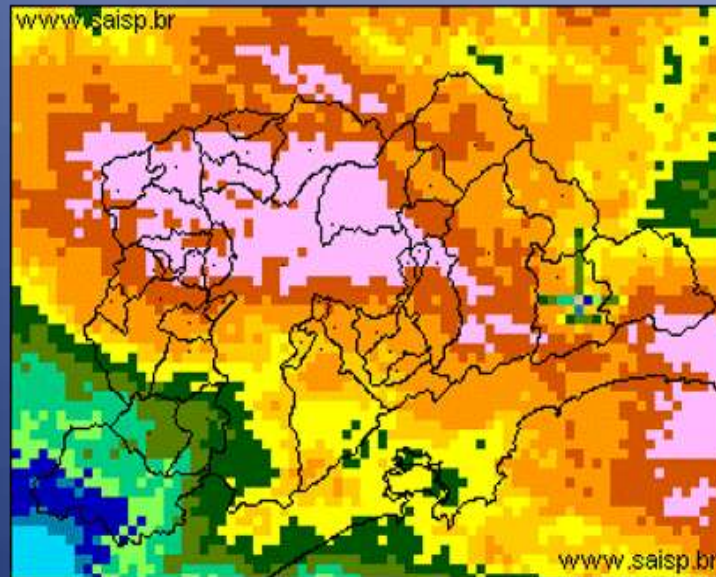
08/12/2009



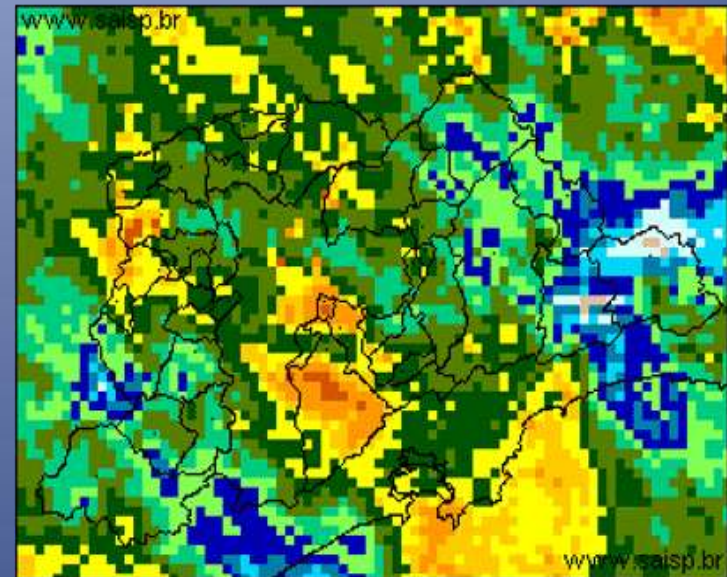
21/01/2010



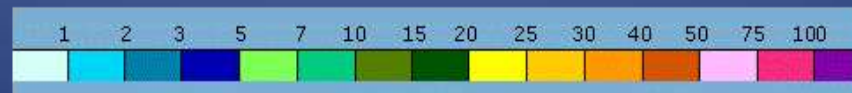
Comparação entre as chuvas dos dias 08/12/2009 e 21/01/2010



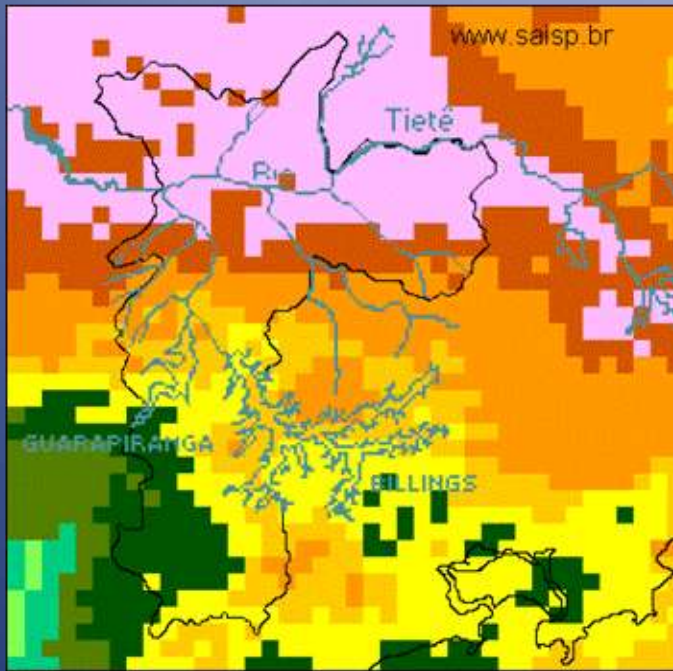
08/12/2009



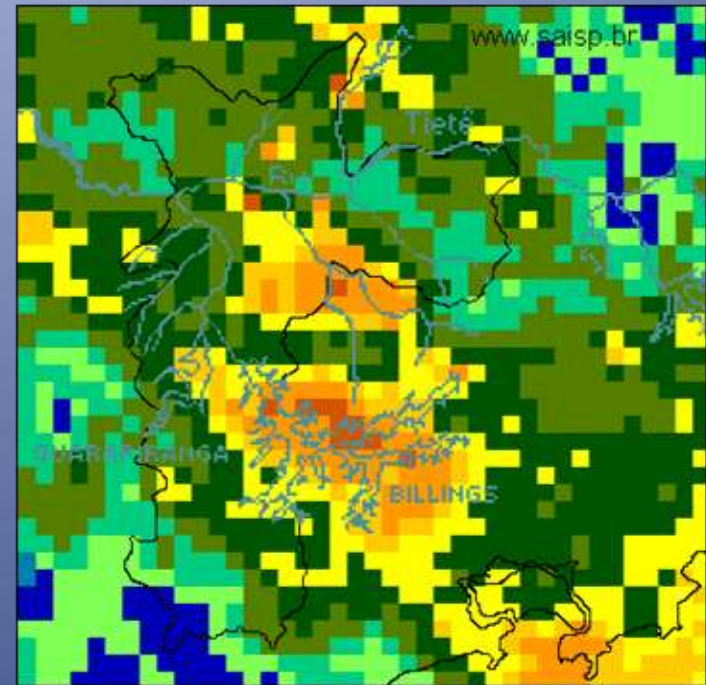
21/01/2010



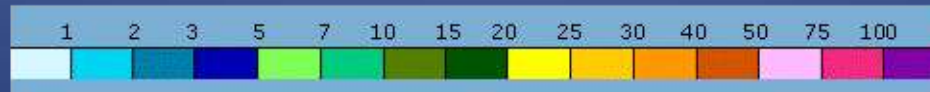
Comparação entre as chuvas dos dias 08/12/2009 e 21/01/2010



08/12/1009

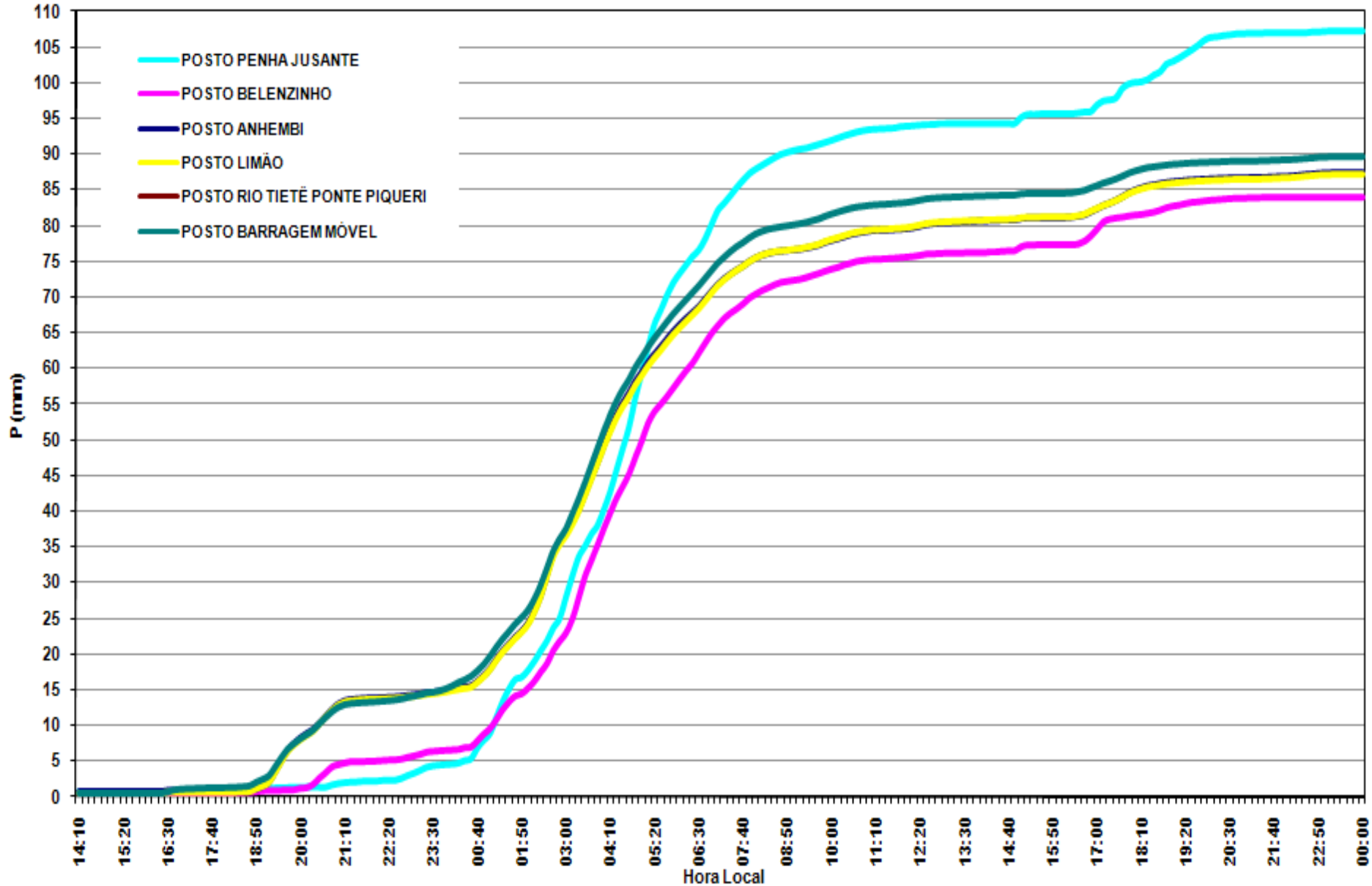


21/01/2010

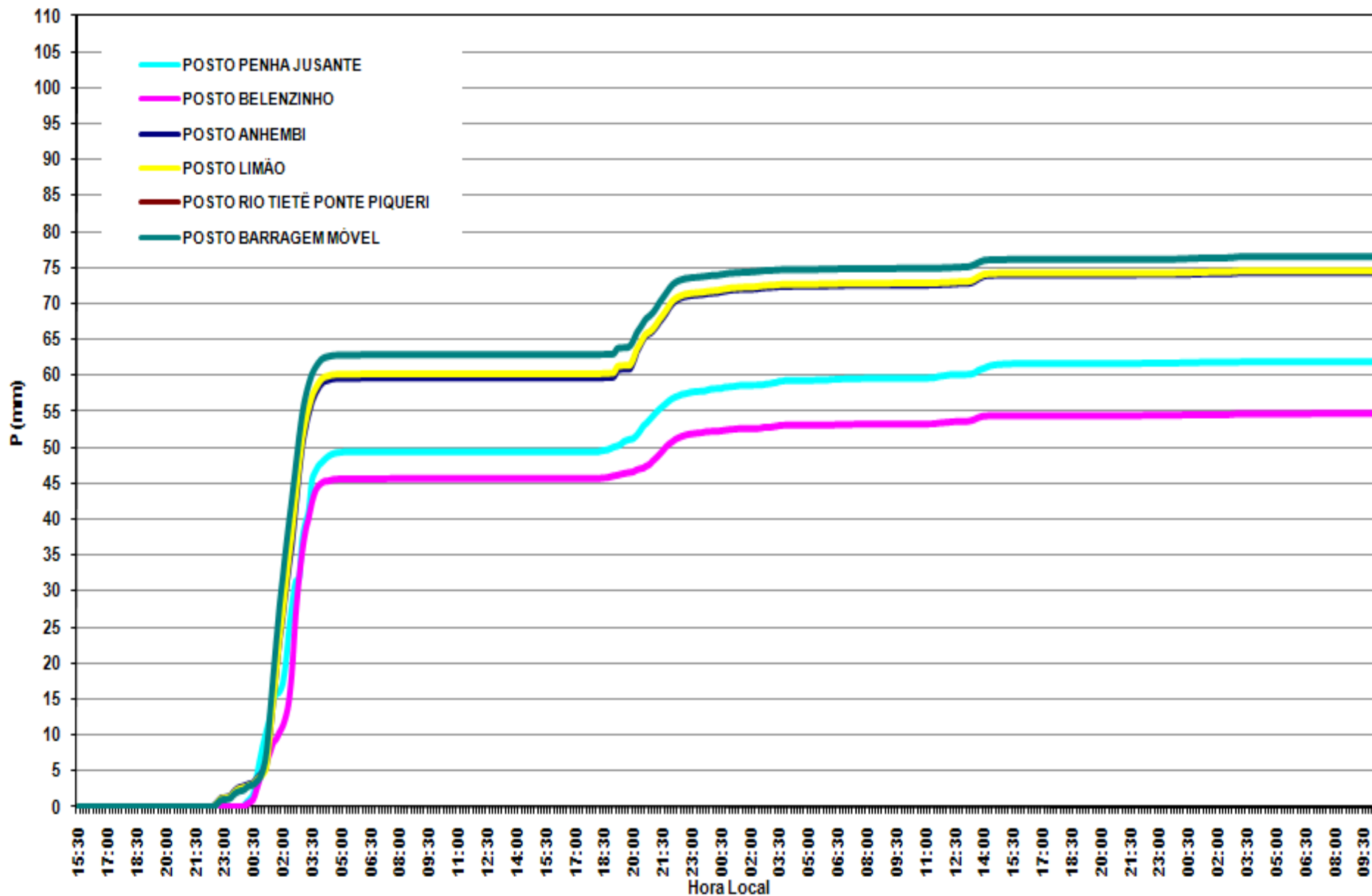


Análise Comparativa em Termos de Volumes Precipitados

Evento do dia 08/dez/2009
Bacia do Tietê entre a Barragem da Penha e a Barragem Móvel
Precipitação Média Acumulada



Evento do dia 21/jan/2010
Bacia do Tietê entre a Barragem da Penha e a Barragem Móvel
Precipitação Média Acumulada



O Evento de 08/12/2009

Imagens do Evento de 08/12/2009



Alagamento próximo a Ponte Anhanguera após chuva nesta terça-feira, em São Paulo. 08/12/2009

Foto: Carlos Heitzmann Junior/FotoRepórter/AE



Ponte do Tatuapé



Via expressa sentido Lapa



Via expressa sentido Ayrton Senna



Vista da Ponte da Casa Verde



Homem atravessa trecho alagado na marginal Tietê na altura da ponte das Bandeiras; em 12h, chove um terço do esperado no mês



Motorista aguarda resgate em caminhão na marginal Tietê, altura da ponte das Bandeiras

Fonte: Folha Online



Transbordamento do rio Tietê no fim da rodovia Castello Branco, em Osasco (Grande São Paulo)



Motoristas deixam carros durante interdição da marginal Pinheiros, no Jaguaré



Foto Mario T L Barros

Parque Ecológico do Tietê e Barragem da Penha – 08/12/2009 – 11:30 AM



Parque Ecológico Vista de Montante – 08/12/2009 – 11:30 AM
Observar o grande volume de água retiro no lago



Foto Mario T L Barros

Rio Tietê no dia 08/12/2009 – 11:30 AM – nível descendo, praticamente sem extravasamentos nesta hora



Foto Mario T L Barros

Ponte da Anhanguera – 08/12/2009 – 11:30 AM – último local de extravasamento



Rio Tietê

Foto Mario T L Barros

Cebolão no dia 08/12/2009 – 11:30 AM – detalhes:BM, galeria CEASA e Retiro



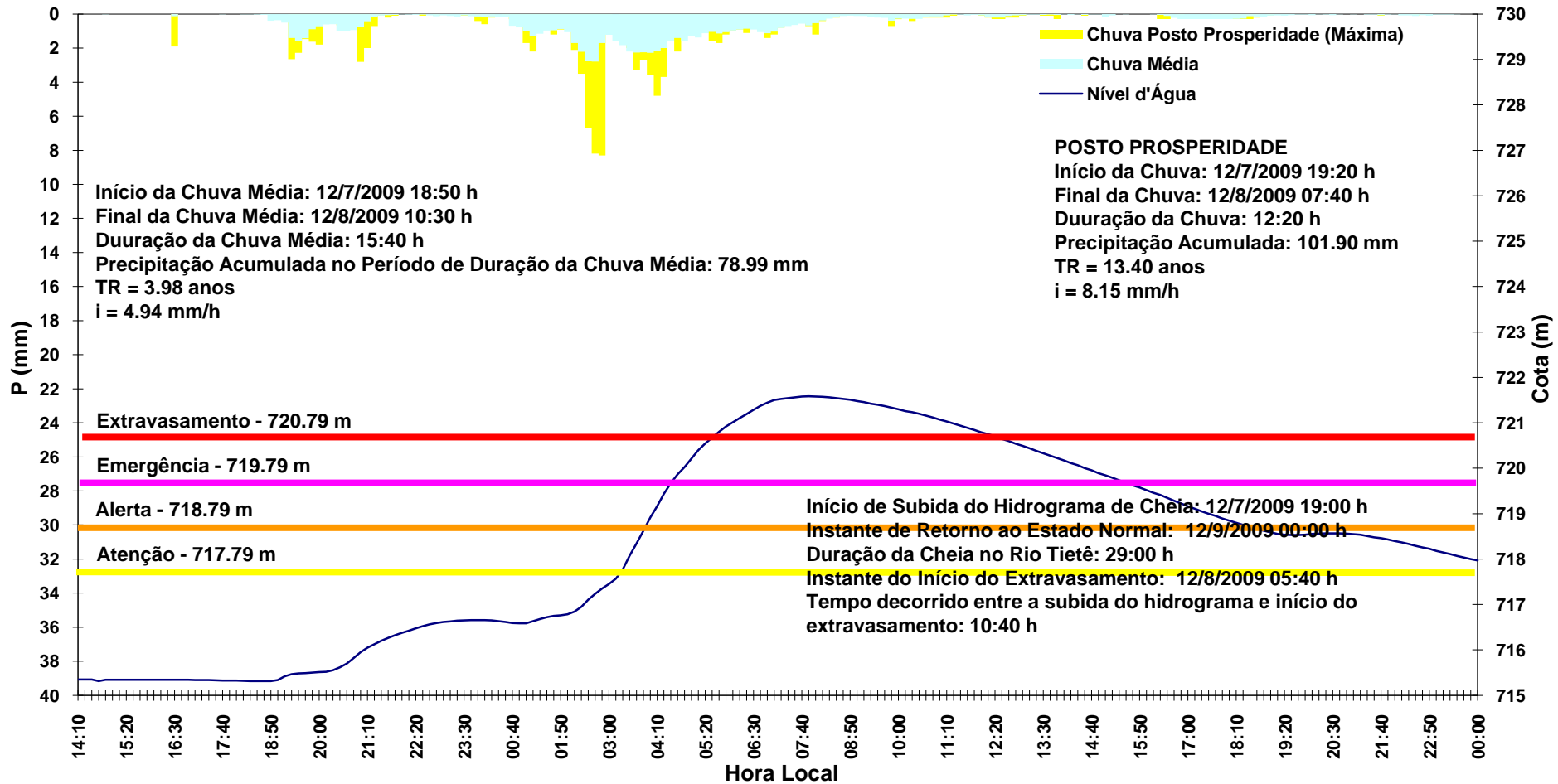
Foto Mario T L Barros

Rio Pinheiros e CEASA – 08/12/2009 – 11:30 AM

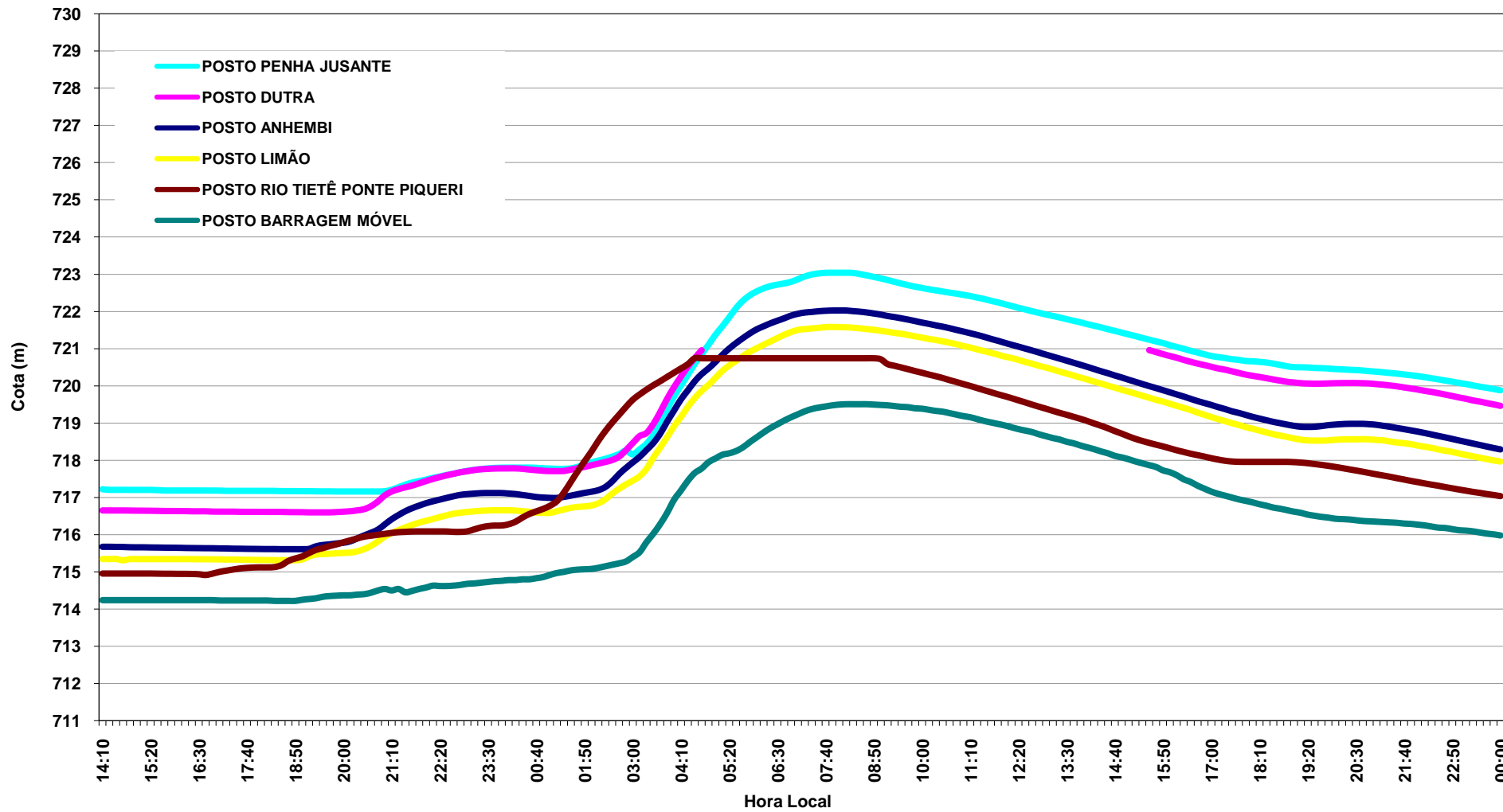
Comportamento Hidráulico do rio Tietê em 08/12/2009

**Evento do dia 08/dez/2009
RIO TIETÊ - POSTO LIMÃO**

Nível d'Água no Posto - letograma da Chuva Média dos Postos a Montante - letograma da Chuva no Posto Prosperidade (Chuva Máxima na BAT entre Barragem da Penha e Limão)



Evento do dia 08/dez/2009
Bacia do Tietê entre a Barragem da Penha e a Barragem Móvel
Nível d'Água



Posto	Tempo para extravasamento (h)	Tr (anos)	Precip. Média (mm)
Penha	10,4	8,37	97
Belenzinho	10,3	3,40	76
Anhembi	11,0	3,95	79
Limão	10,4	3,98	79
Piqueri	9,4	4,28	81
Barragem Móvel	11,4	4,53	82

**Resumo das características das cheias ocorridas
no rio Tietê no dia 08/12/2009**

Afluências ao rio Tietê no evento de 08/12/2009

Cabuçu de Cima - Vila Galvão FLU(m)



Cabuçu de Baixo - Guaratã FLU(m)



Arcanduba (Foz) FLU(m)



Rio Tamanduaí - Vd. Pacheco Chaves FLU(m)



Rio Tamanduaí - Vd. Pacheco Chaves FLU(m)



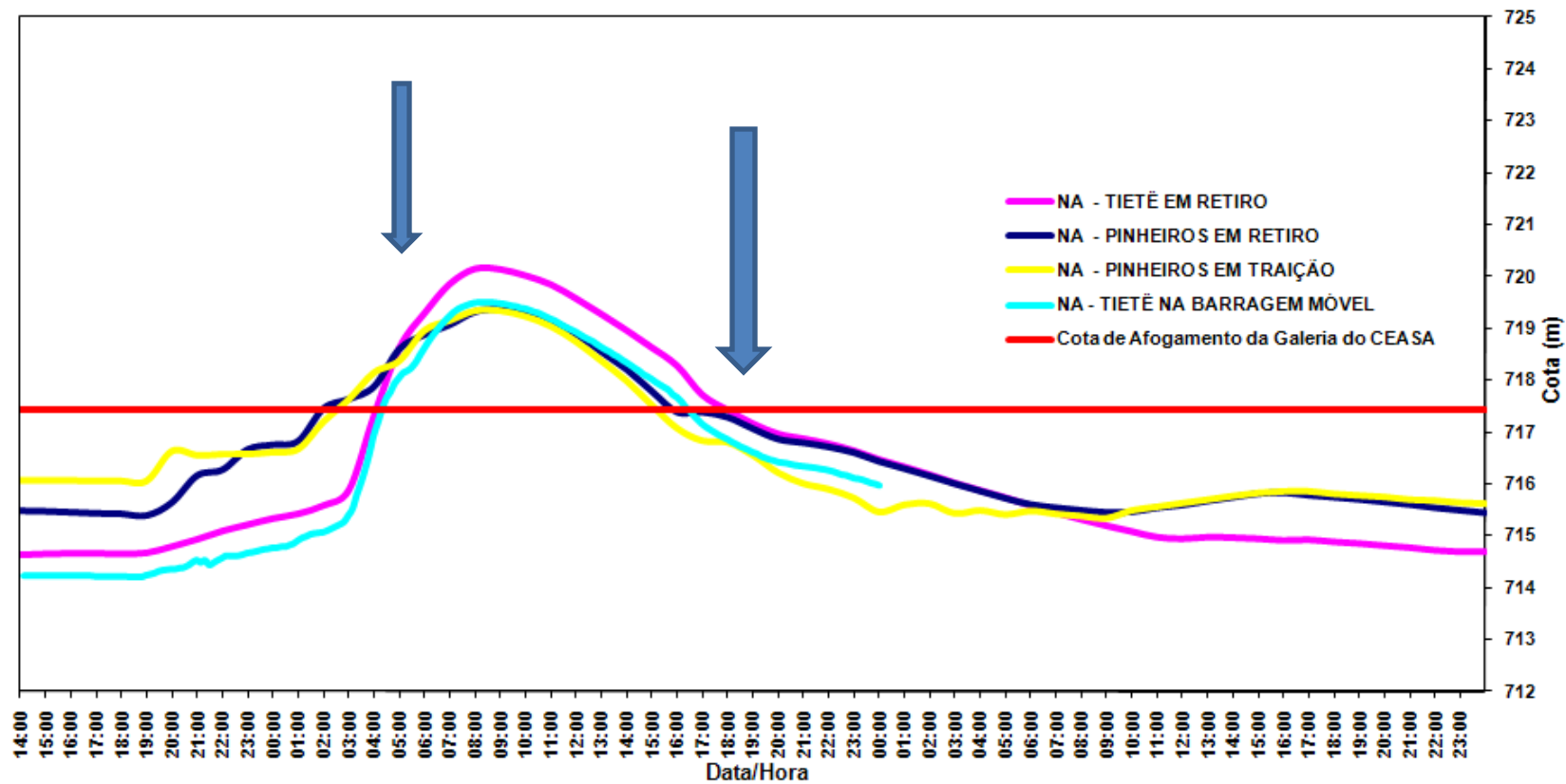
Barragem Móvel FLU(m)



Comportamento Hidráulico do rio Pinheiros

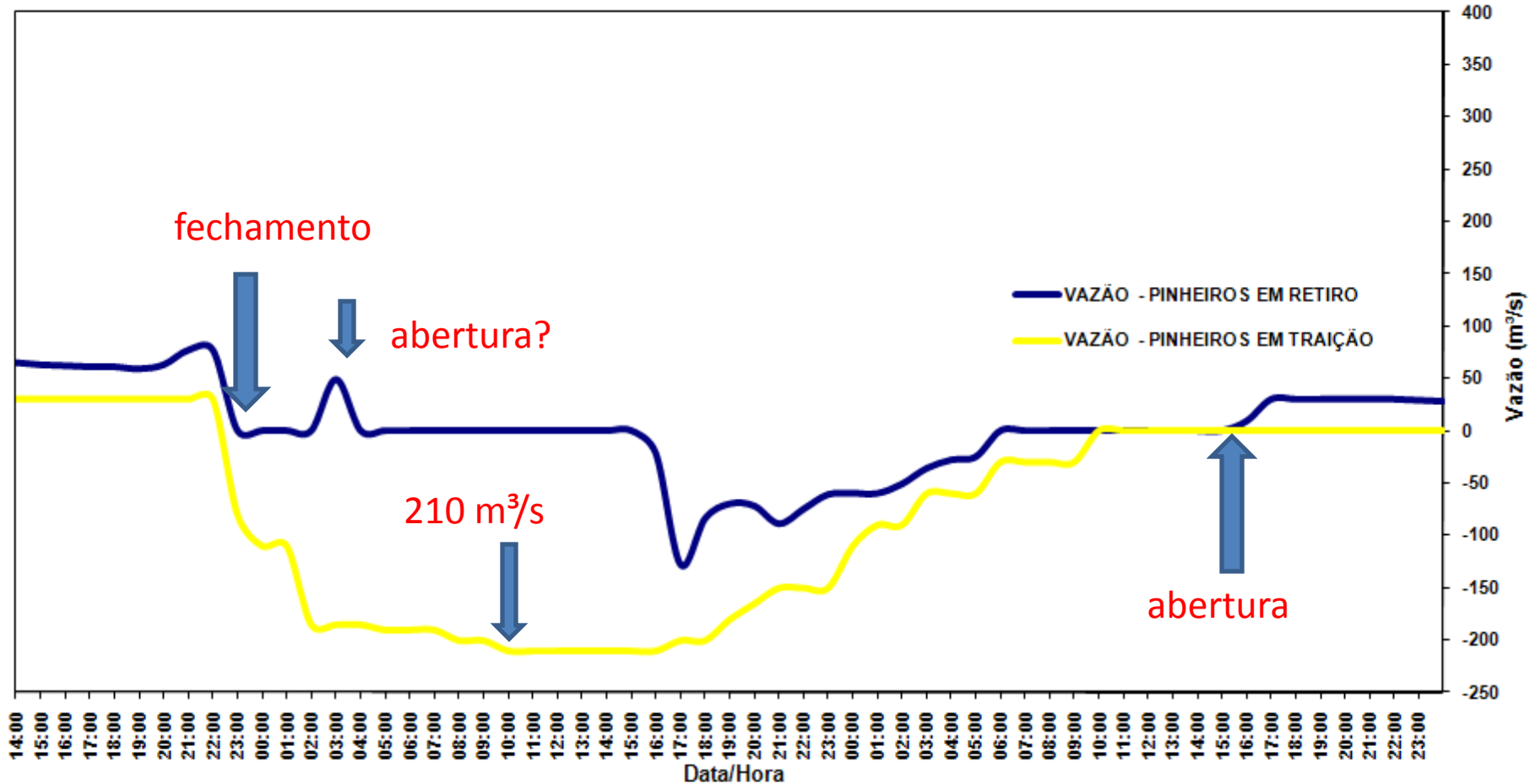
08/12/2009

Evento de 08dez2009
Pinheiros Inferior
Níveis d'Água e Precipitação Média



Nível d'água no rio Pinheiros Inferior no dia 08/12/2009

Evento de 08dez2009
Pinheiros Inferior
Precipitação Média e Vazões



Vazões no Pinheiros Inferior no dia 08/12/2009

Evento de 21/01/2010



Na região da Avenida Ibirapuera, zona sul da cidade, enchentes impossibilitam a passagem de carros. Reflexos são sentidos ainda na manhã desta quinta.



Marginal Tietê fica alagada nesta madrugada / Luiz Guarnieri-Futura Press



Deslizamento de terra atinge casa em Ribeirão Pires, no Grande ABC



Caminhão com melancias no Ceagesp na manhã do dia 21/01/2010 (quinta-feira)



AE



Futura Press

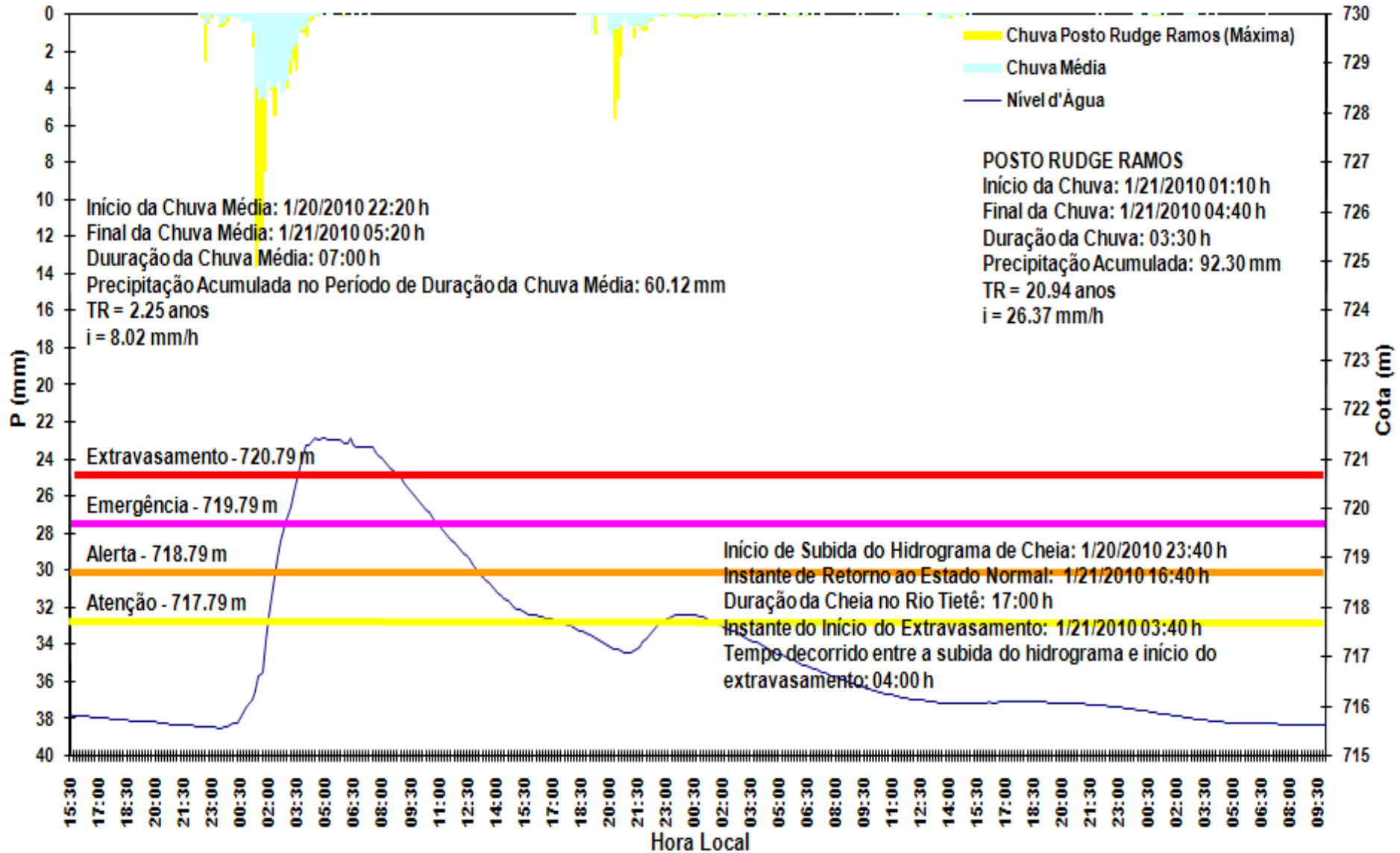
Imagens marginal Tietê no dia 21/01/2010

Comportamento Hidráulico do rio Tietê

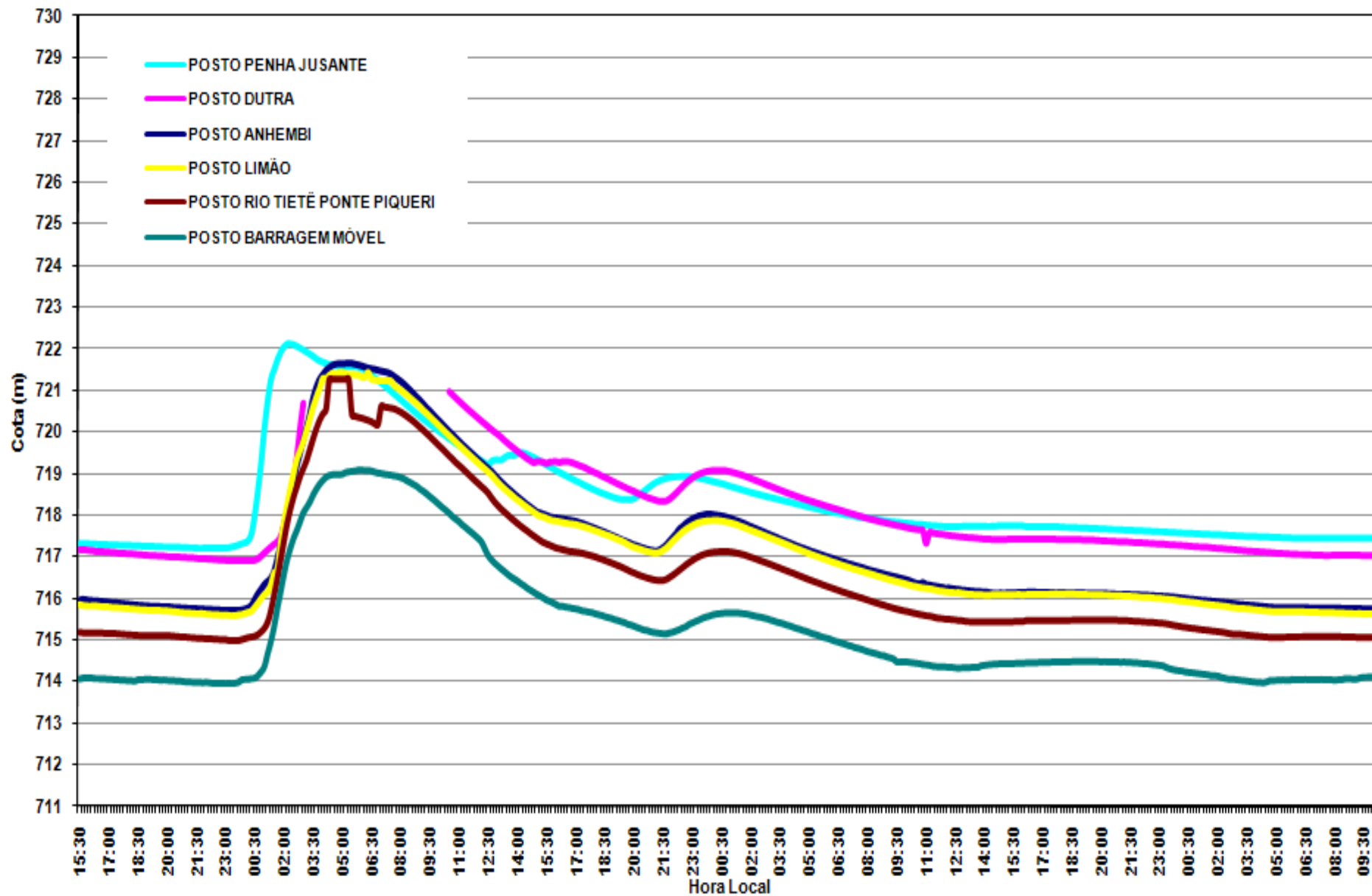
21/01/2010

Evento do dia 21/jan/2010
RIO TIETÊ - POSTO LIMÃO

Nível d'Água no Posto - letograma da Chuva Média dos Postos a Montante - letograma da Chuva no Posto Rudge Ramos (Chuva Máxima na BAT entre Barragem da Penha e Limão)

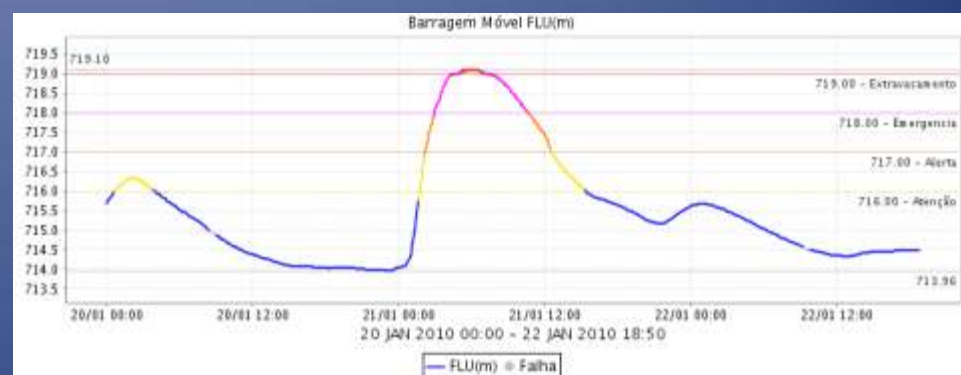
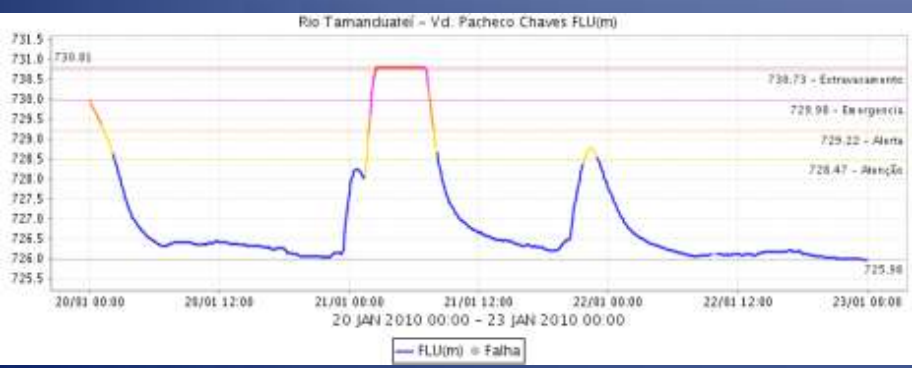
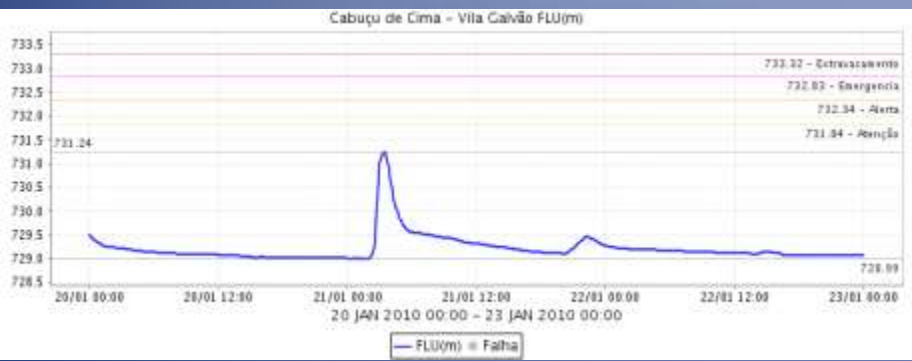
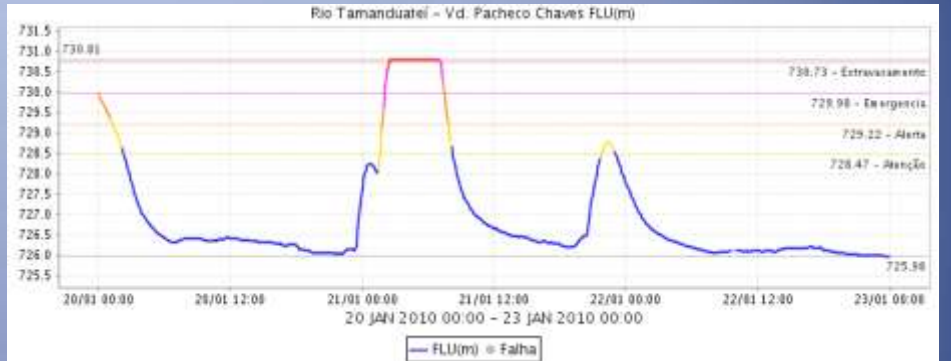


Evento do dia 21/jan/2010
Bacia do Tietê entre a Barragem da Penha e a Barragem Móvel
Nível d'Água



Posto	Tempo para extravasamento (h)	Tr (anos)	Prec. Média na bacia (mm)
Penha	2,00	1,39	50
Belenzinho	2,40	1,44	46
Anhembi	4,40	2,25	60
Limão	4,00	2,25	60
Piqueri	3,50	2,29	61
Barragem Móvel	5,10	2,58	63

Comportamento das Cheias no rio Tietê durante as chuvas de 21/01/2010



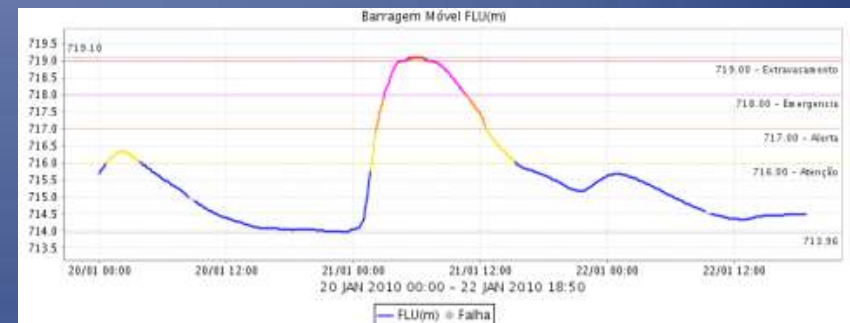
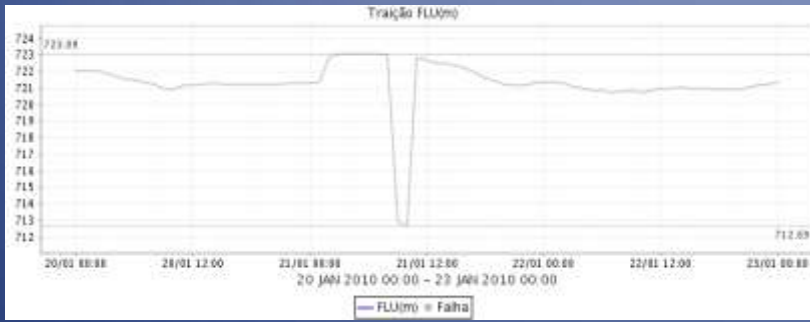
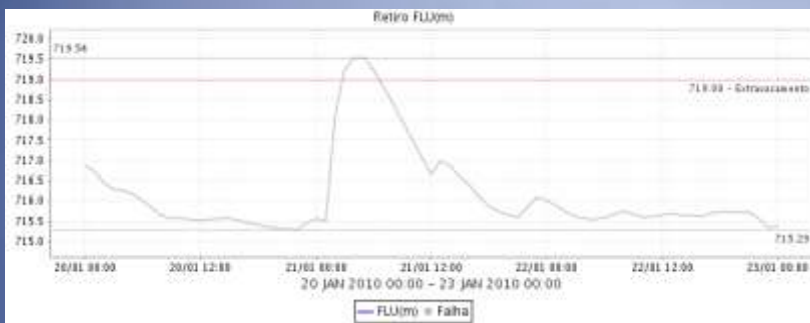
Afluências ao rio Tietê no dia 21/01/2010

Comportamento Hidráulico do rio Pinheiros

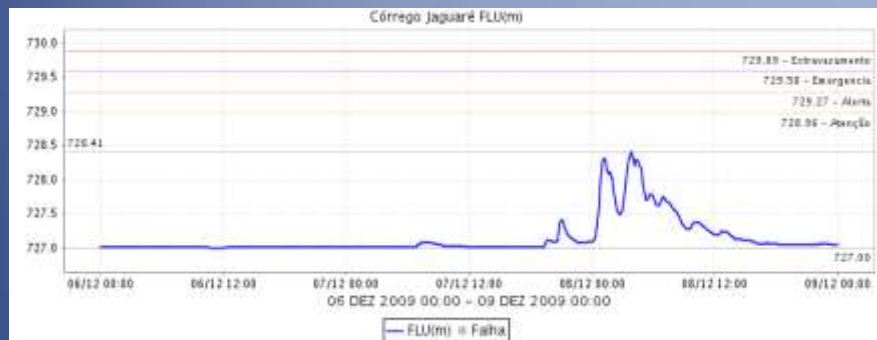
21/01/2010

Operação do Canal Inferior do rio Pinheiros no evento de 21/01/2010

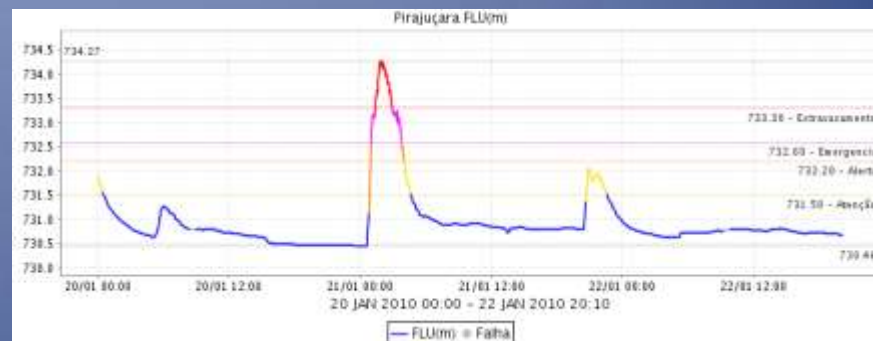
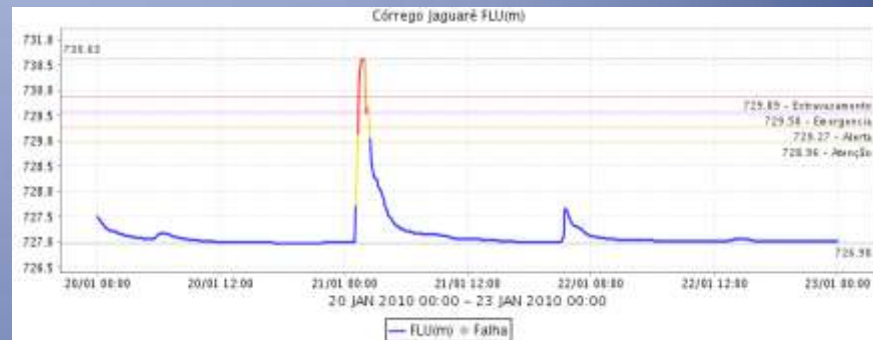
Cota de Extravasamento da Galeria do CEASA 716,286 (EPUSP)



08/12/2009

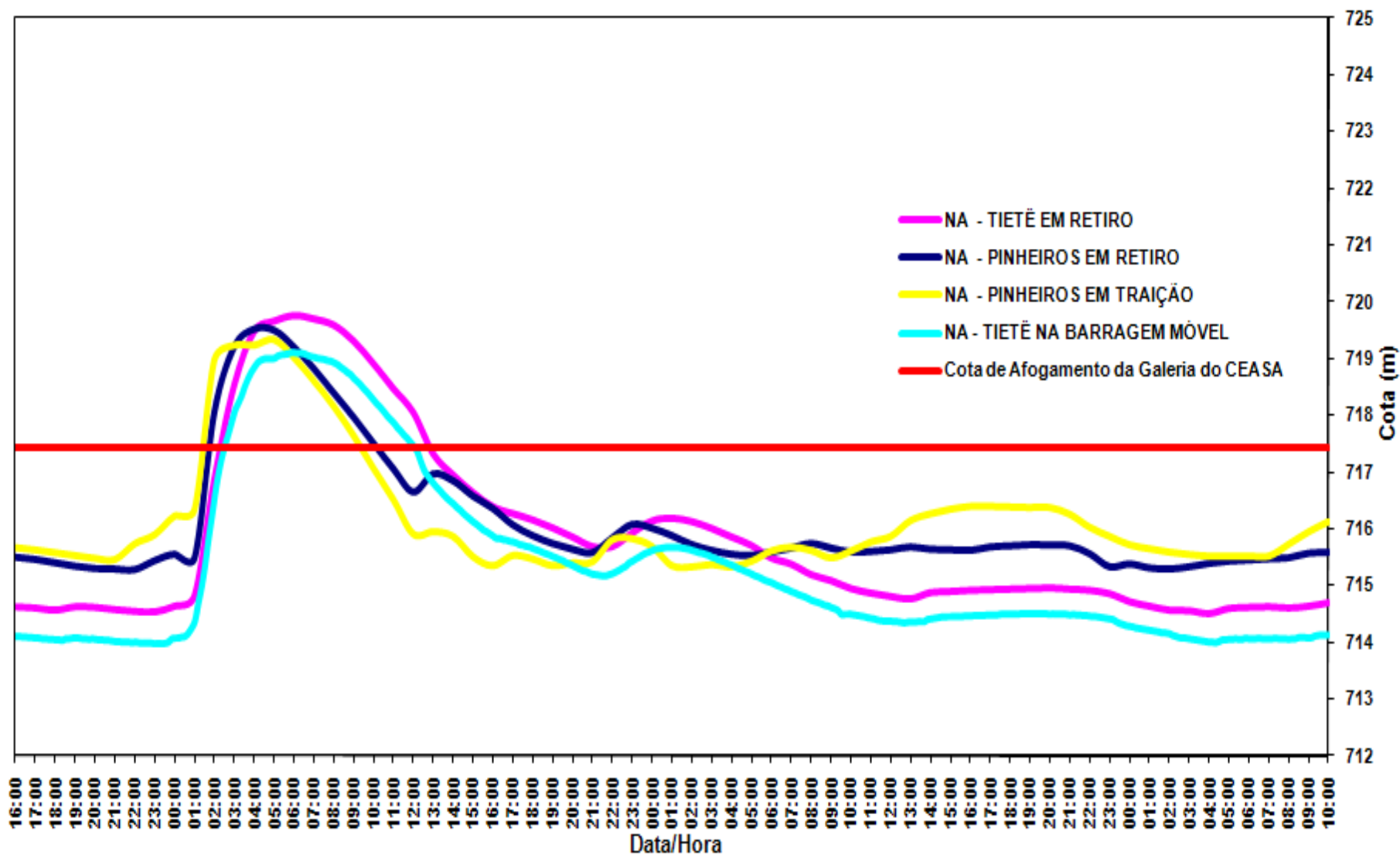


21/01/2010

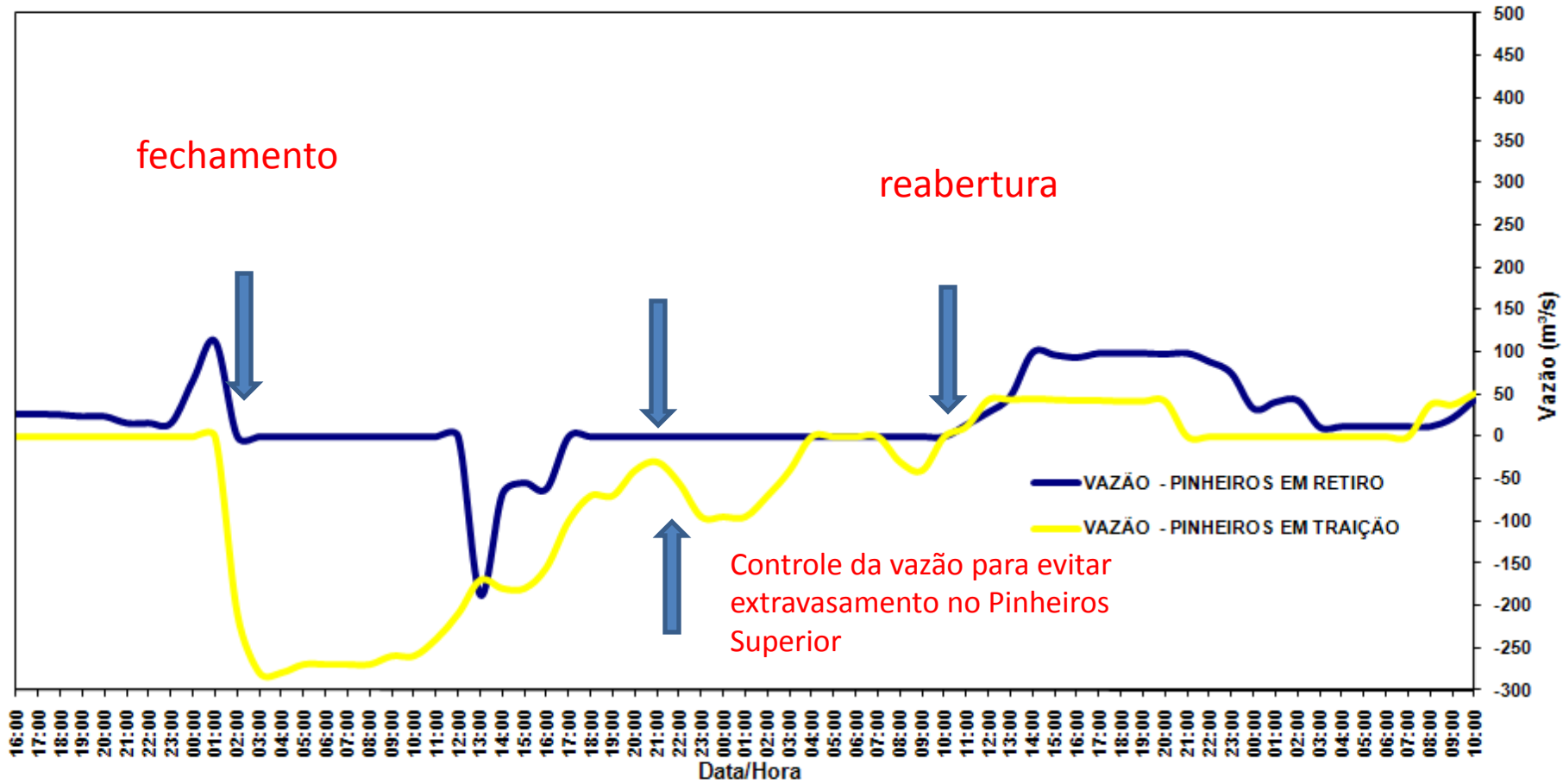


Afluências no Pinheiros Inferior nos dias 08/12/2009 e 21/01/2010

Evento de 21JAN2010
Pinheiros Inferior
Níveis d'Água e Precipitação Média

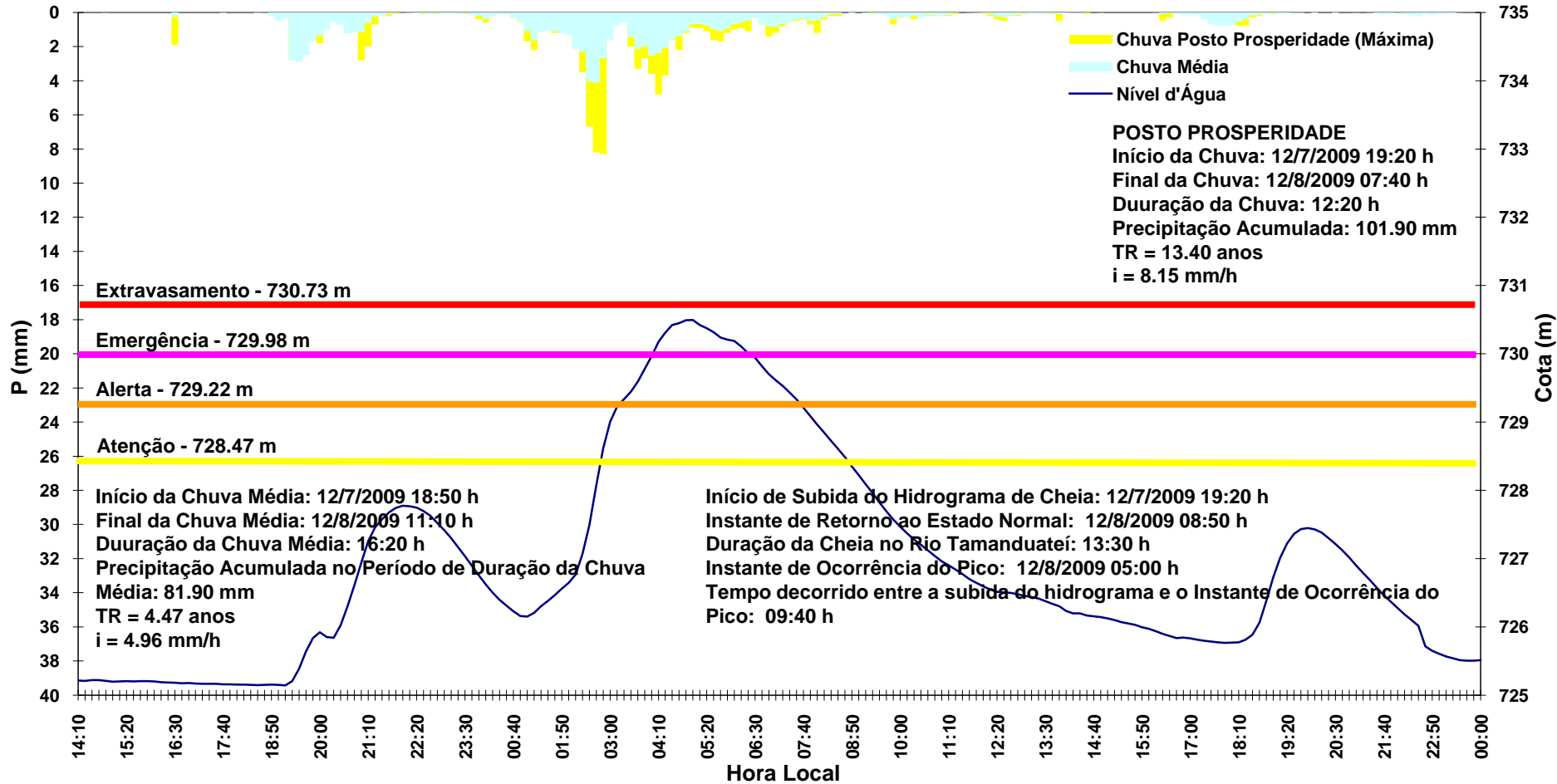


Evento de 21JAN2010
Pinheiros Inferior
Precipitação Média e Vazões

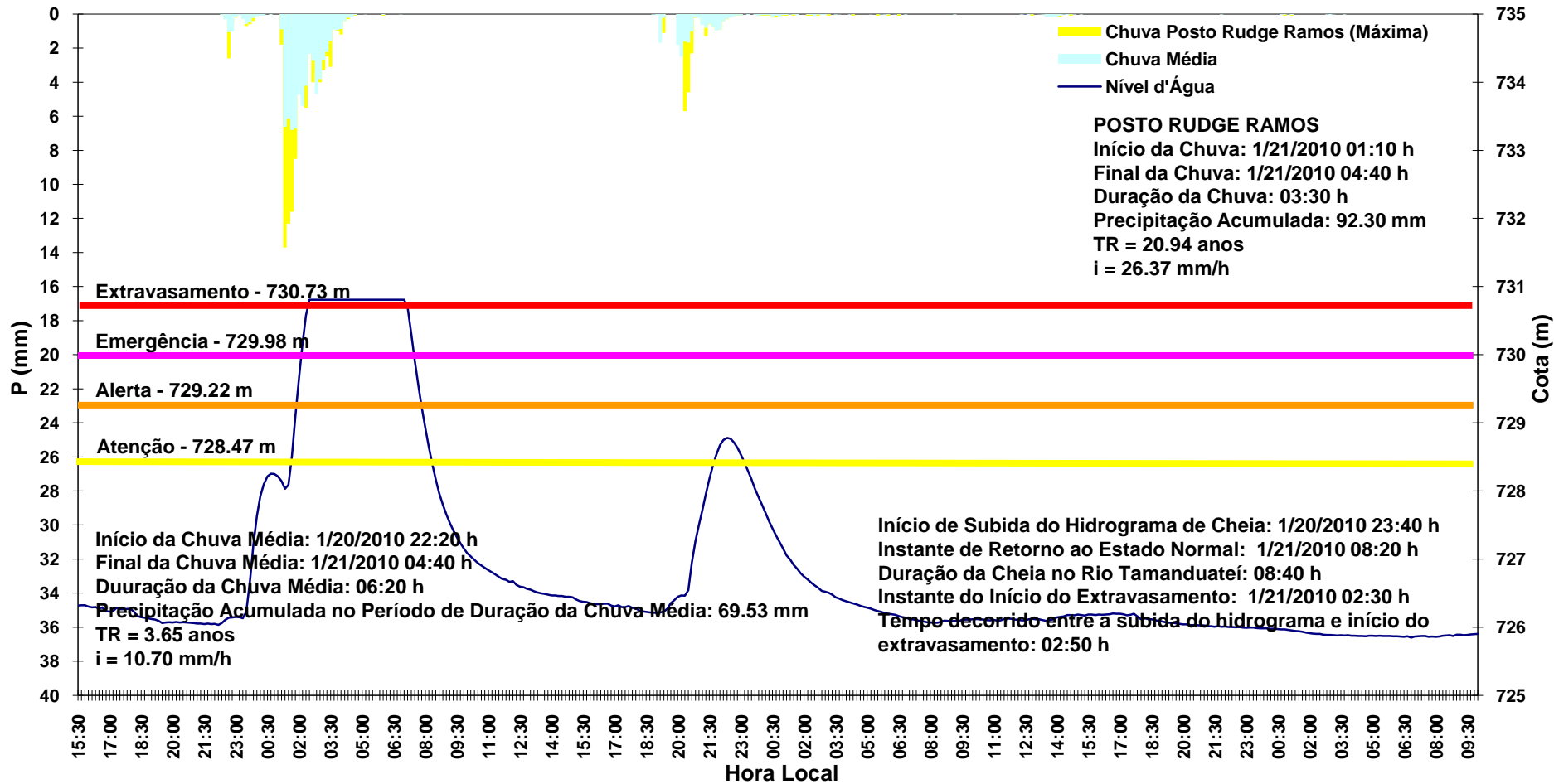


Comparação entre as Cheias de
08/12/2009 e 21/01/2010
no Rio Tamanduateí

Evento do dia 08/dez/2009
POSTO RIO TAMANDUATEÍ - VIADUTO PACHECO CHAVES
Nível d'Água no Posto - letograma da Chuva Média dos Postos a Montante - letograma da Chuva no
Posto Prosperidade (Chuva Máxima na BAT entre Barragem da Penha e Limão)



Evento do dia 21/jan/2010
POSTO RIO TAMANDUATEÍ - VIADUTO PACHECO CHAVES
Nível d'Água no Posto - letograma da Chuva Média dos Postos a Montante - letograma da Chuva no
Posto Rudge Ramos (Chuva Máxima na BAT entre Barragem da Penha e Limão)



Comentários Finais

RISCO

FUNÇÃO DE:

PROBABILIDADE
DO
EVENTO CRÍTICO

VULNERABILIDADE
(EXPOSIÇÃO AO ACIDENTE)
HAZARD ZONE

CONSEQUÊNCIAS
(DIFERENTES TIPOS)

↓
QUESTÃO
PURAMENTE
TÉCNICA

↓
QUESTÃO DE
OCUPAÇÃO DO
ESPAÇO

↓
QUESTÃO SOCIAL,
ECONÔMICA E
AMBIENTAL

quantitativo

quantitativo

qualitativo e quantitativo

$$\text{Risco Hidrológico} = 1 - (1 - 1/T)^{**} (n)$$

Agradecimentos

- Cristiane Andrioli (meteorologista SAISP)
- Deise Assenci Ros (doutoranda EPUSP-PHD)
- Flavio Conde (Coordenador de Operação do SAISP)
- Operação e Direção da EMAE
- CGE – SIURB-PMSP

Não é possível eliminar inundações, mas é possível reduzir a sua frequência, reduzindo os prejuízos e melhorando a qualidade de vida. Estimo que as perdas por inundações do tipo que ocorre em São Paulo (na drenagem urbana) é da ordem de R\$ 7,5 bilhões de reais por ano. Se controlarmos as enchentes para 10 anos de recorrência nas cidades brasileiras pode-se reduzir este prejuízo em 85%.

Prof. Carlos Tucci - IPH