



DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

COMO COMPONENTE DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO

Luiz Fernando Orsini Yazaki
17 de agosto de 2016

Panorama geral

Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

Panorama geral

- Considerado um ramo secundário da engenharia
- Obras executadas em reação a grandes desastres
 - Sem planejamento e sem projetos adequados
 - Soluções pontuais
- Projetos não integrados
 - Aos planos diretores, planos viários e demais serviços de saneamento
 - Vem depois do viário, do Metrô, da água, do esgoto...
 - Drenagem não é contemplada em grande parte dos Planos de Saneamento

Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

Panorama geral

- Desorganização na aplicação de recursos
 - Sem seguir um plano
 - Geralmente após estados de calamidade
- Projetos rejeitados pelos agentes financeiros por não terem um nível mínimo de qualidade
- Carência de técnicos capacitados
- Não existem normas brasileiras
- Sistemas de esgotos são interligados aos sistemas de drenagem
 - A maior parte da poluição que chega aos corpos hídricos é transportada pelo sistema de drenagem

O que diz a Lei

Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007

Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010

Serviços de saneamento

Conjunto dos serviços públicos de:

- Manejo de resíduos sólidos
- Limpeza urbana
- Abastecimento de água
- Esgotamento sanitário
- Drenagem e manejo de águas pluviais

Alguns princípios

- Universalização do acesso
- Manejo de águas pluviais realizado de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente
- Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais
- **Eficiência** e sustentabilidade econômica
- Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos

Definição de Serviços Públicos de Manejo das Águas Pluviais Urbanas

1. Drenagem urbana
2. Transporte de águas pluviais urbanas
3. Detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias
4. **Tratamento** e disposição final de águas pluviais urbanas.

Cobrança

Os serviços terão sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração que permita recuperação dos custos

- Na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades
- Deverá levar em conta, em cada lote urbano, o percentual de área impermeabilizada e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção

Níveis de Atendimento

Serviços de Saneamento

SNIS, 2014

Serviço	Índice de Atendimento
Abastecimento de água	83%
Coleta de lixo	96%
Tratamento de lixo	68%
Coleta de esgotos	58%
Tratamento de esgotos	41%
Sistema de drenagem	???
Tratamento de águas pluviais	0%

O lixo de quase 46 milhões de pessoas é jogado na drenagem

Mais de 20 bilhões de litros de esgotos são despejados diariamente nos rios brasileiros pela drenagem

Inundações no Brasil

- **2.606** estados de emergência e calamidade pública entre 01/2010 e 03/2011
- **41%** dos municípios sofrem inundações periódicas
- Em 2007 o MIN gastou **R\$ 53 milhões** na prevenção e **R\$ 348 milhões** em “respostas aos desastres”



Juatuba, MG, 5/1/2012
Douglas Magno/O Globo

Metas do PLANSAB para 2033 água, esgotos e lixo

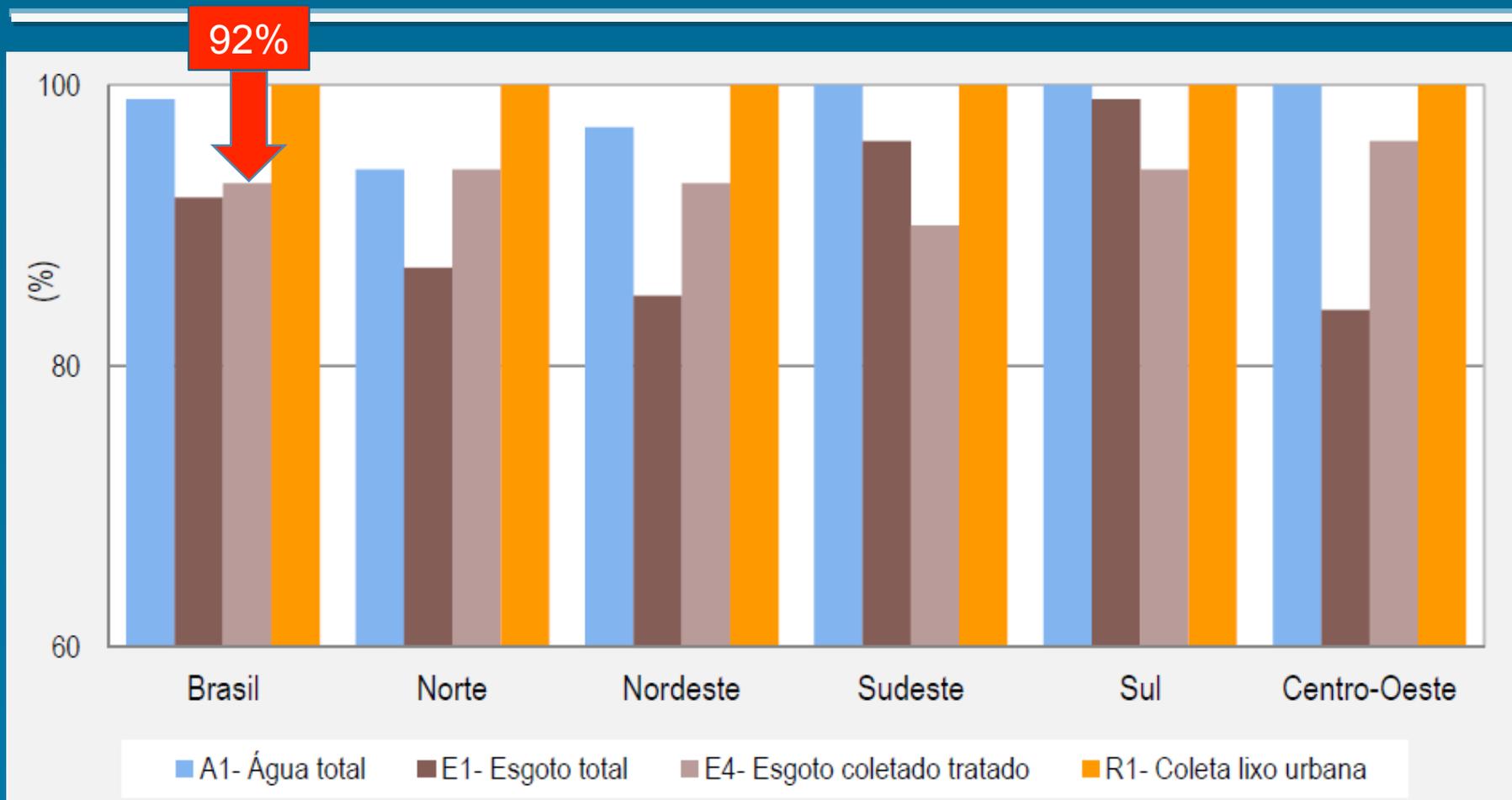


FIGURA 6.1: Principais metas para saneamento básico nas macrorregiões e no País em 2033

Metas do PLANSAB para drenagem

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
D1. % de municípios com inundações e/ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos ⁽²⁾	2008	41	33	36	51	43	26
	2018		--	--	--	--	--
	2023		--	--	--	--	--
	2033	11	6	5	15	17	5

⁽²⁾ O indicador D1 adotado é o único em que se dispõe de série histórica capaz de orientar a projeção de metas. Na avaliação, monitoramento e revisões do Plano, deverão ser progressivamente incorporados elementos do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais.

Investimentos para universalização

PLANSAB - valores atualizados para julho de 2016

Serviço	Investimentos 2014 – 2033 (bilhões de R\$)
Água	161
Esgotos	240
Resíduos sólidos	31
Drenagem	91 (1)
Gestão	148 (2)
Total	671

(1) Valor subestimado. Não inclui: desapropriações, microdrenagem e se baseia em pesquisa com alto índice de subnotificações (PNSB, IBGE, 2000)

(2) Aumento da eficiência, capacitação técnica, campanhas educativas, etc.

Conclusão

Dos quatro componentes do saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais são os que têm maior potencial de desenvolvimento

Alguns Exemplos



MARICÁ, RJ, 2016



PISCINÃO ANHANGUERA 2016



**Várzea do Carmo, séc XIX segundo Benedito Calixto de Jesus
Inundação da Várzea do Carmo de 22/03/1892**



Pariza do Carmo, século XXI

Ocupação de várzeas



Salesópolis, SP



S. Paulo – Zona Leste

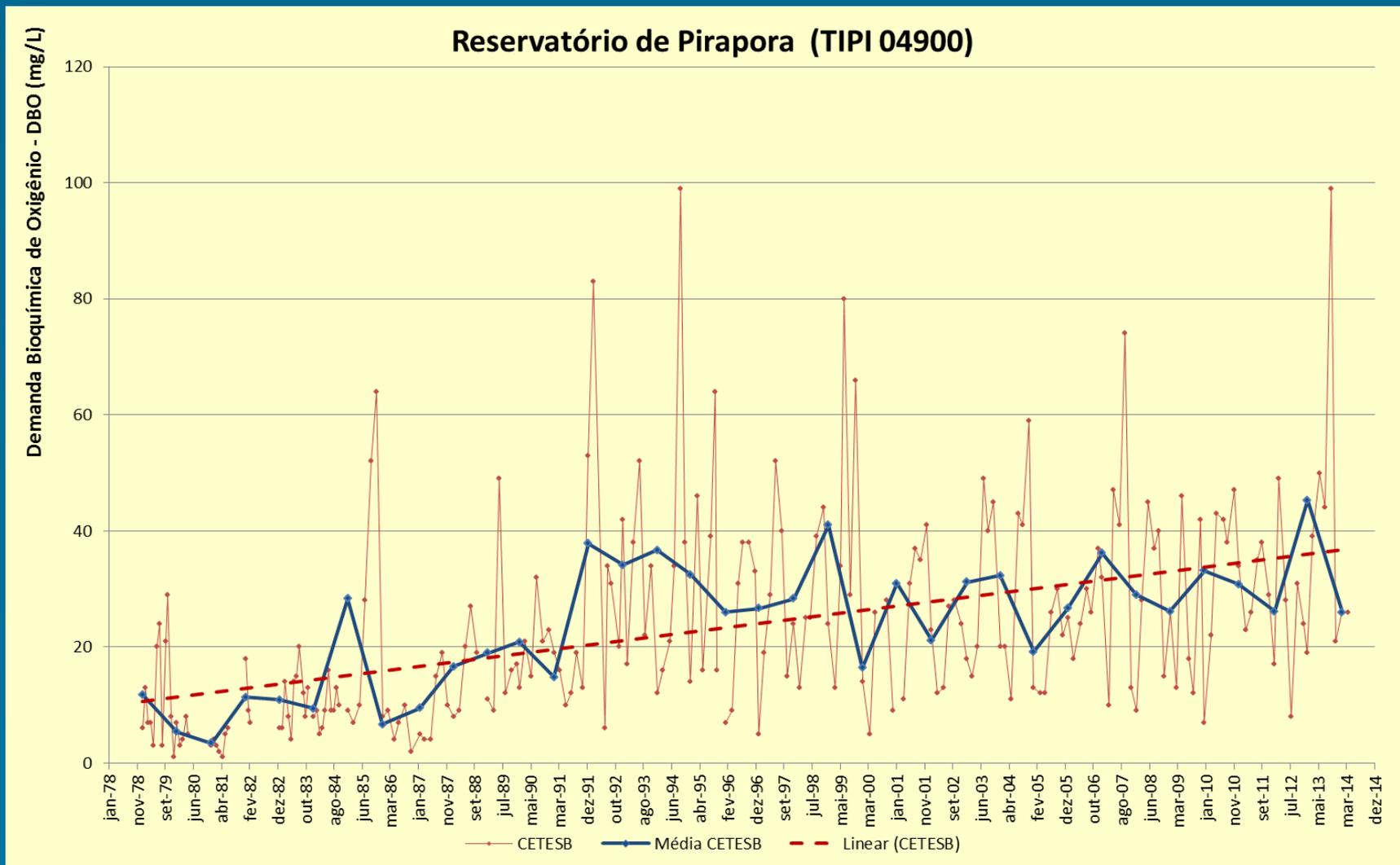


**RIO TIETÊ
PIRAPORA DO BOM JESUS**

Bacia do Alto Tietê (5.000 Km²)

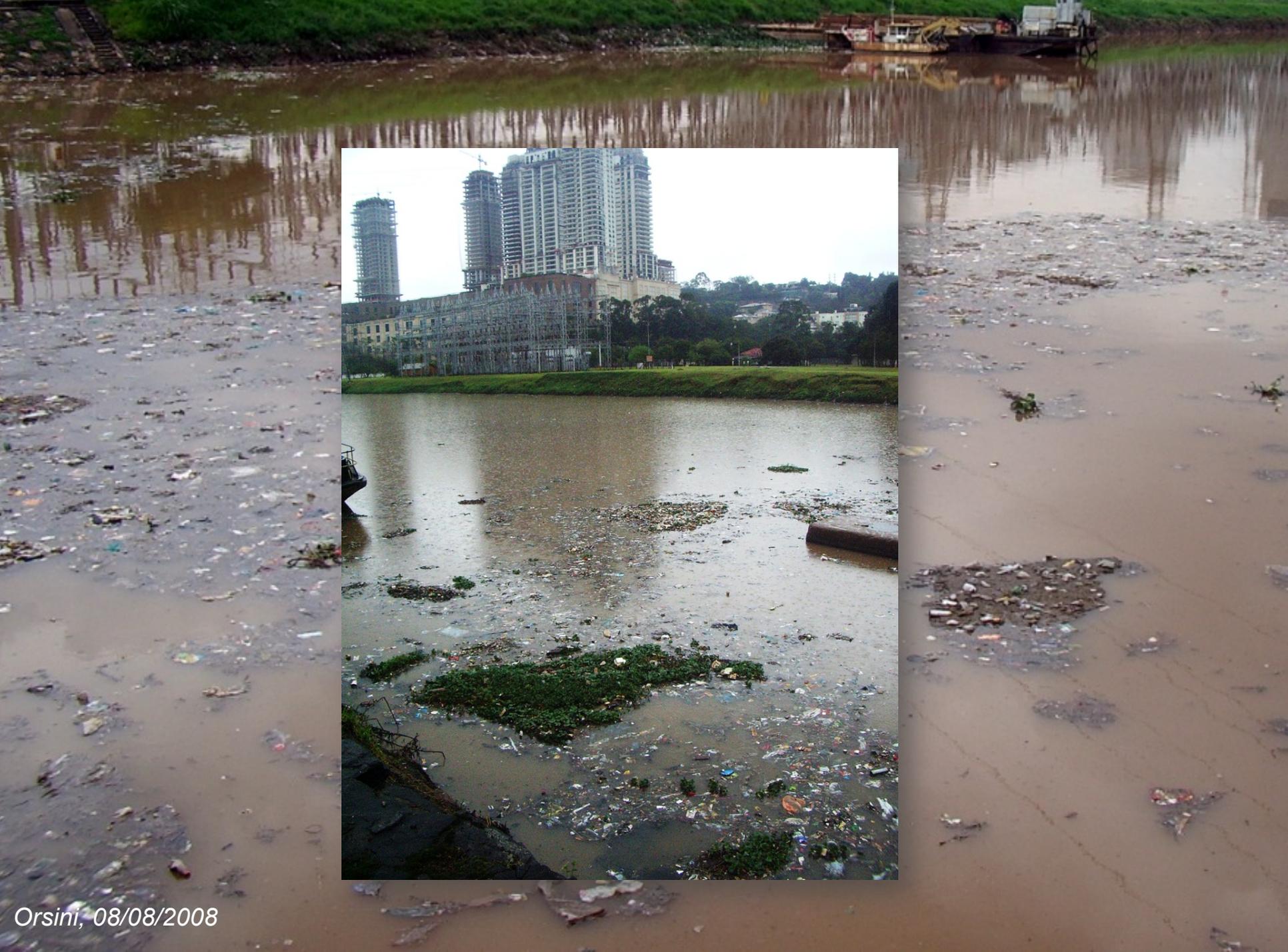


DBO na saída da Bacia do Alto Tietê - 1978 à 2014





ÁGUA DO RIO PINHEIROS
LOGO APÓS A CHUVA

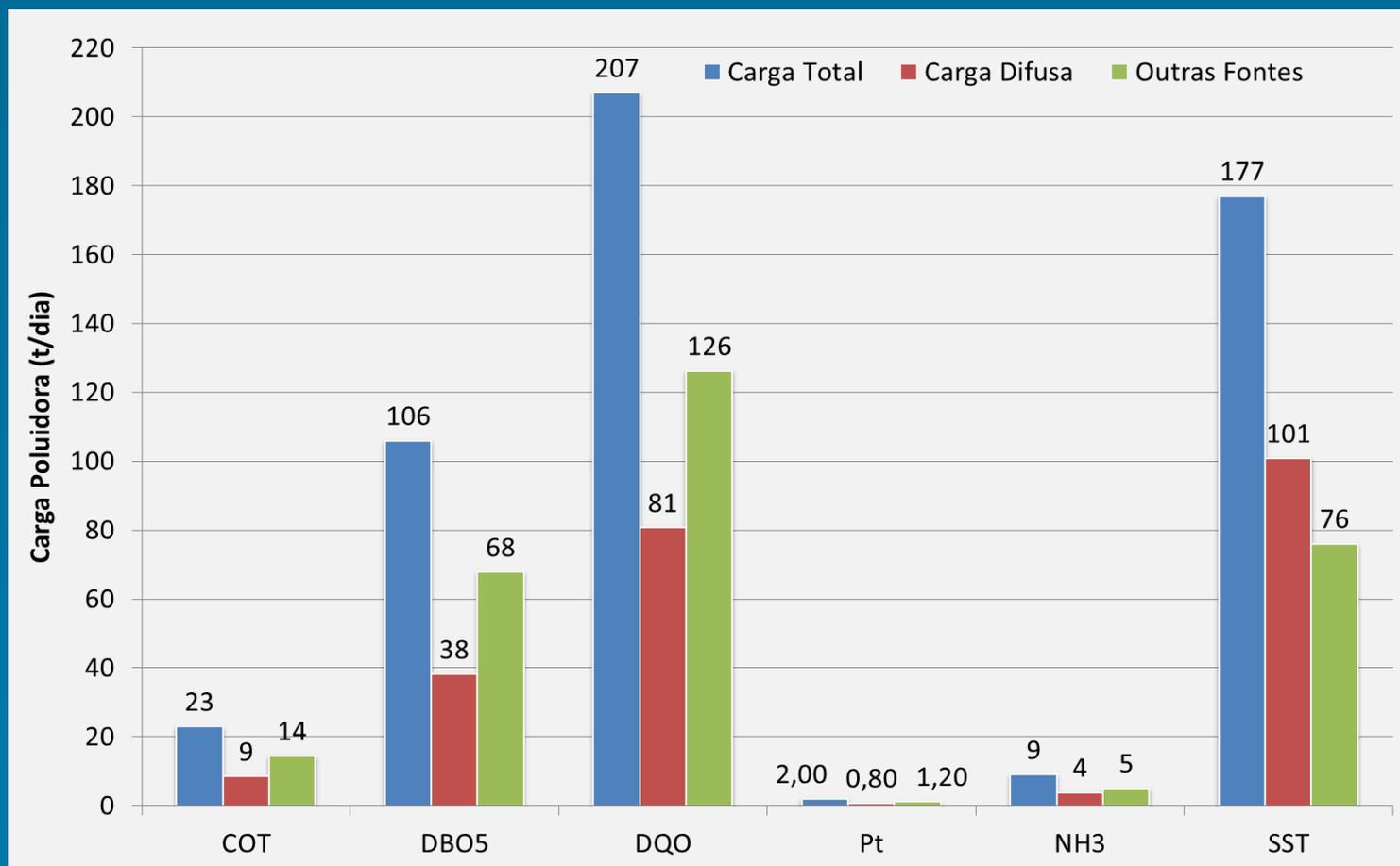


Orsini, 08/08/2008

Carga difusa no Rio Pinheiros

monitoramento de 18 eventos entre agosto e dezembro de 2009

Cargas totais, carga difusa e de outras fontes (tonelada/dia)



Esgotos na drenagem



Bacia do Córrego do Sapateiro SVMA, São Paulo, 2004

Boca de lobo adaptada

2006



2016



Al. Campinas, Jardim Paulista, São Paulo

Galeria de Águas Pluviais com Esgotos

Origem:
vazão de
esgotos em dia
sem chuva



Al. Campinas x Al. Lorena, Jardim Paulista, São Paulo

Orsini, 6/02/2016



Importante!

Sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais são planejados, projetados, construídos e operados para reduzir simultaneamente:

- Poluição hídrica
- Riscos de inundação
- Erosão

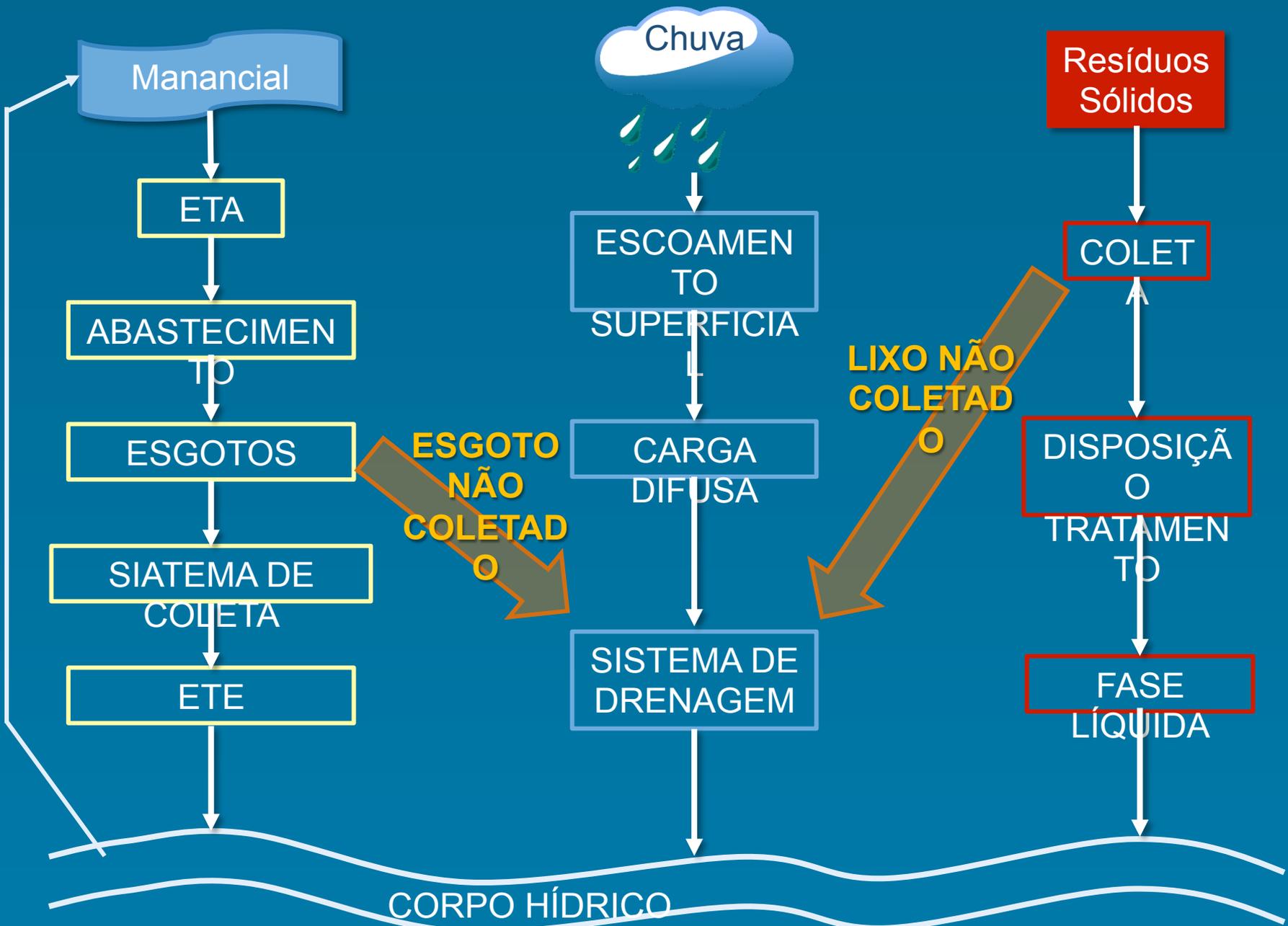
Integração

- Água
- Esgotos
- Lixo
- Drenagem

ÁGUA E ESGOTOS

DRENAGEM

LIXO



Manancial

ETA

ABASTECIMENTO

ESGOTOS

SISTEMA DE COLETA

ETE

Chuva

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

CARGA DIFUSA

SISTEMA DE DRENAGEM

Resíduos Sólidos

COLET

DISPOSIÇÃO O TRATAMENTO

FASE LÍQUIDA

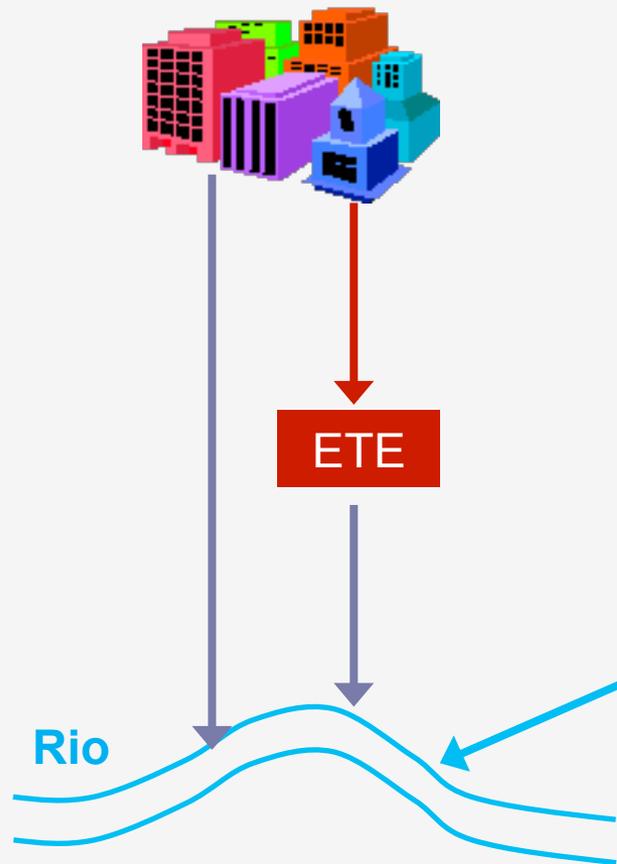
ESGOTO NÃO COLETADO

LIXO NÃO COLETADO

CORPO HÍDRICO

Concepção tradicional

Objetivo: índice de atendimento



Sistema de Esgotos dimensionado em função de:

- População / índice de atendimento
- Consumo de água
- Características urbanas
- Etc.

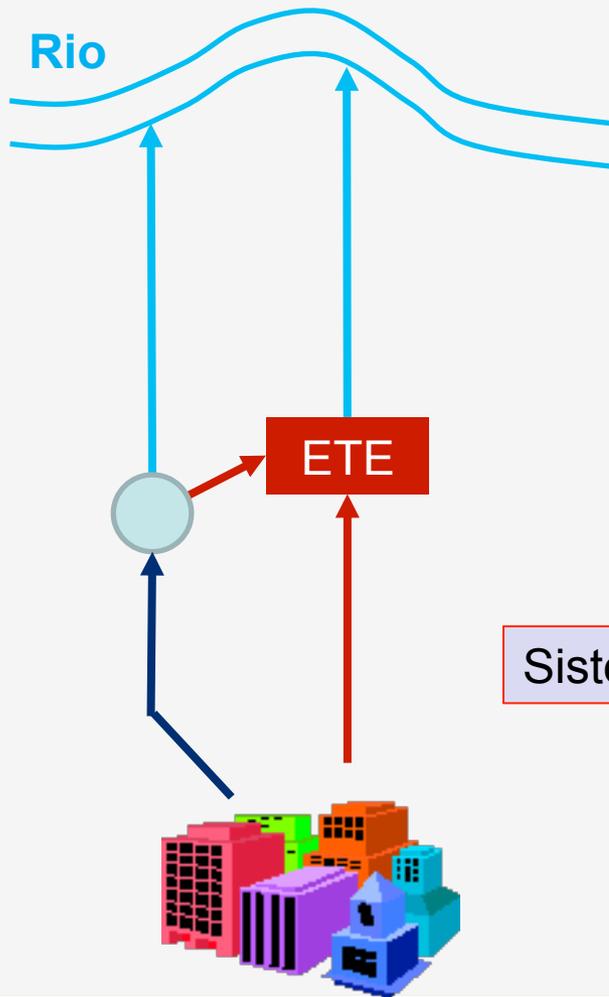
Sistema de Drenagem dimensionado em função de:

- Pontos críticos
- Impermeabilização
- Carac. urbanas
- Intensidade da chuva
- Etc.

- Qualidade da água no rio é função da eficiência dos sistemas de Esgotos
- Uso da água condicionado à qualidade resultante

Concepção prevista na legislação brasileira

Objetivos: qualidade da água, proteção do meio ambiente



Usos da água (classe de enquadramento)

METAS:

- Qualidade da água
- Redução dos riscos de inundação

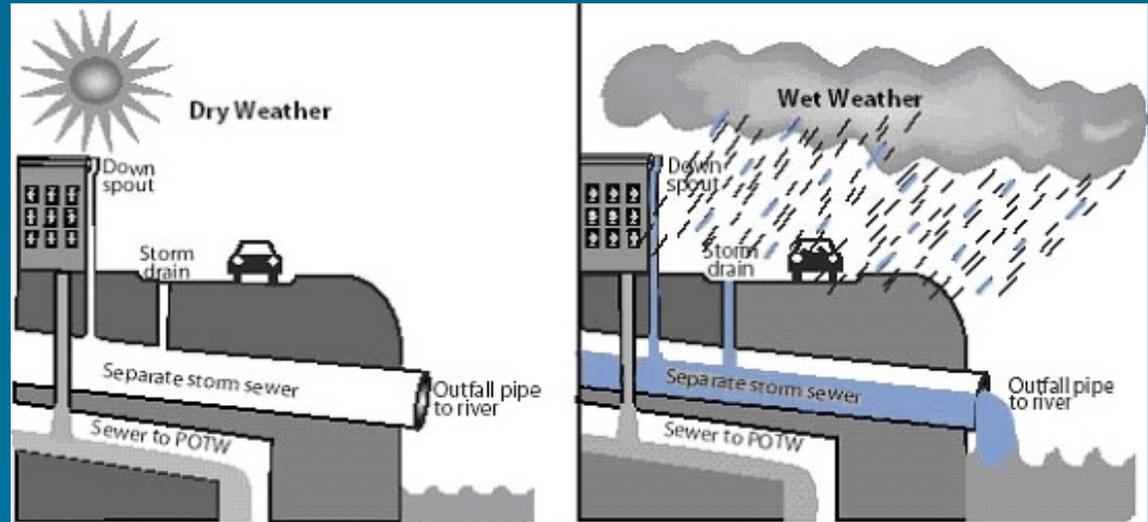
Sistema de saneamento planejado em função das METAS

Sistema de saneamento condicionado à qualidade da água

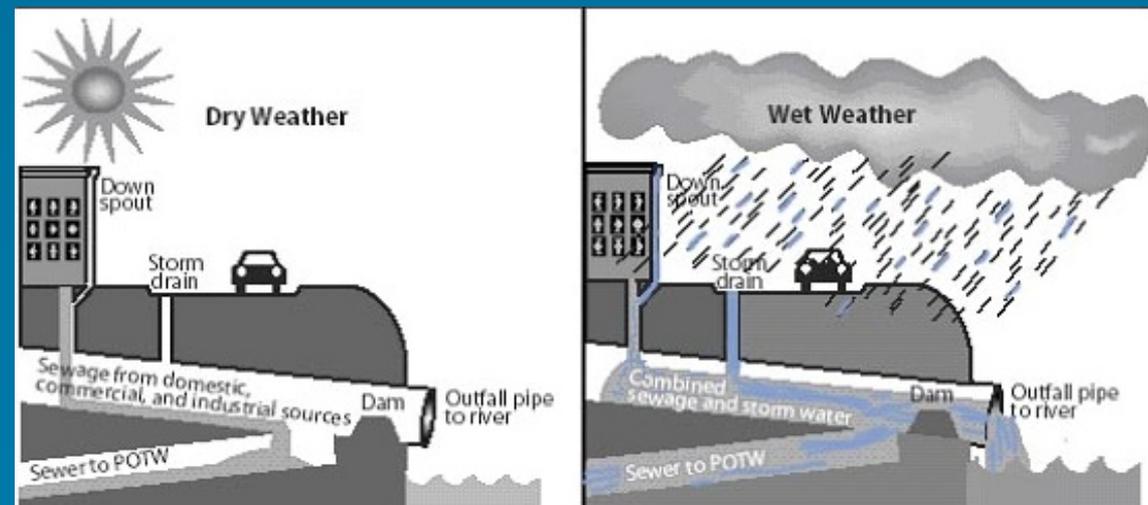
Esgotos e Drenagem

Sistema separador ou unitário?

Sistema separador



Sistema unitário ou combinado



Sistema separador ou unitário?

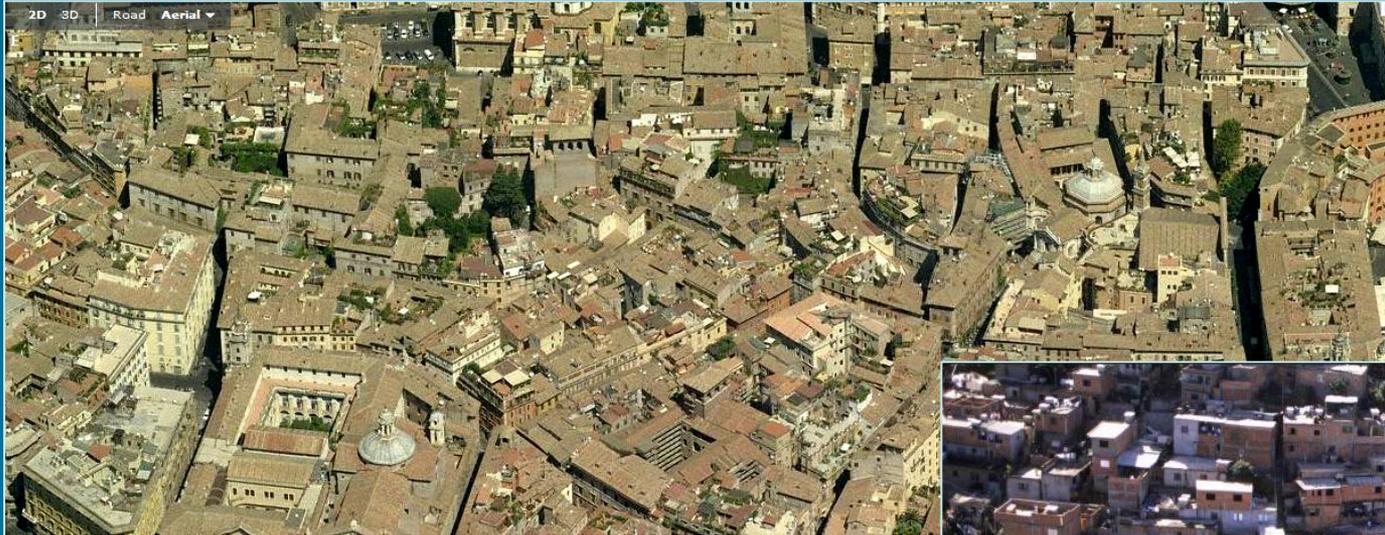
- Cidade IDEAL
 - Urbanização planejada
 - Esgotos e águas pluviais coletados e transportados separadamente desde a origem
 - Esgotos são tratados antes do lançamento nos corpos hídricos
 - Carga difusa desprezível
- Cidade REAL
 - Urbanização não planejada
 - Esgotos e águas pluviais misturados
 - Cargas difusas significativas

Cidade Real

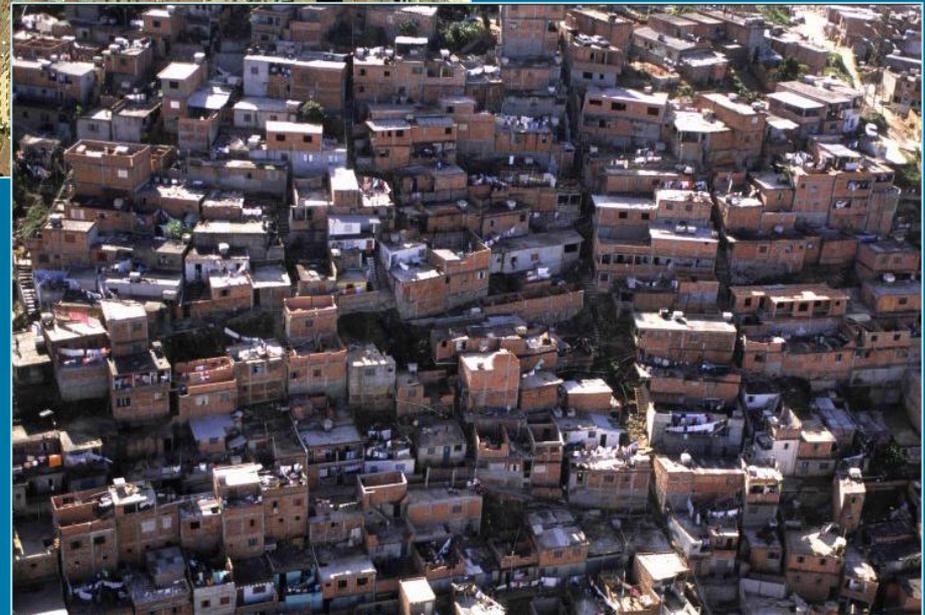


São Paulo – Eldorado Diadema

Cidades Reais



Roma



São Paulo

Como as cidades convivem com seus rios



Rio Sena, Paris



Rio Tietê, São Paulo
Portal Terra



Rio Tibre, Roma



Rio Pó, Turim



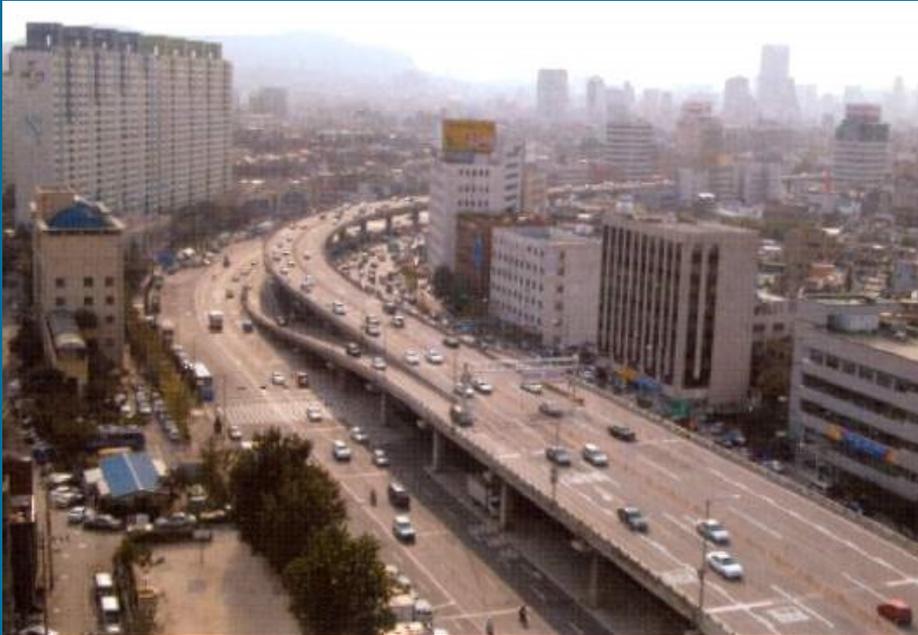
Paris, Rio Sena



São Paulo, Rio Tietê

Seul

Cheong Gye Cheon



Integração do Rio ao Ambiente Urbano



Recuperação paisagística e ambiental
Rio Pó – Turim, Itália



Recuperação da vegetação ciliar
Rio Capiberibe, Recife, PB

Evolução

Século XIX

DRENAGEM URBANA

- Conceito *higienista*
- **Afastar** a água

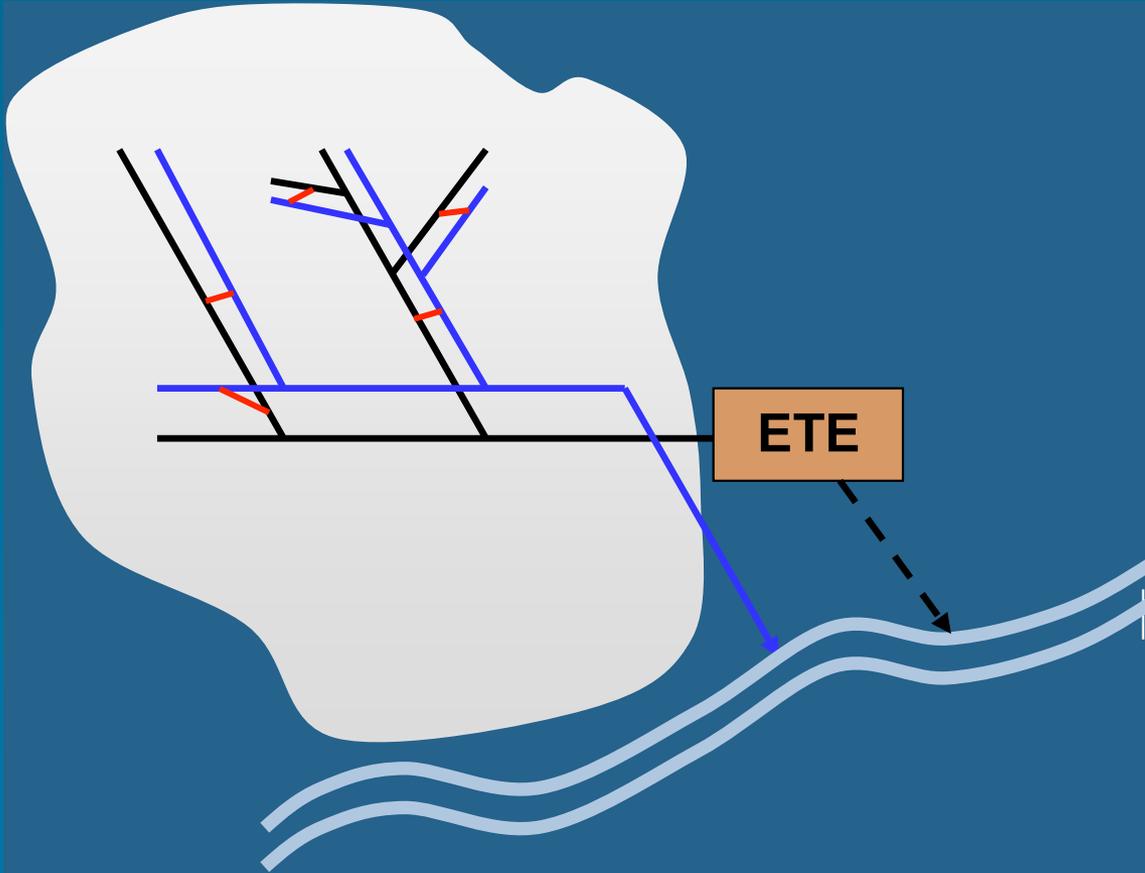


Século XXI

MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS URBANAS

- Conceito *Ambientalista*
- **Conviver** com a água

Sistema separador tradicional



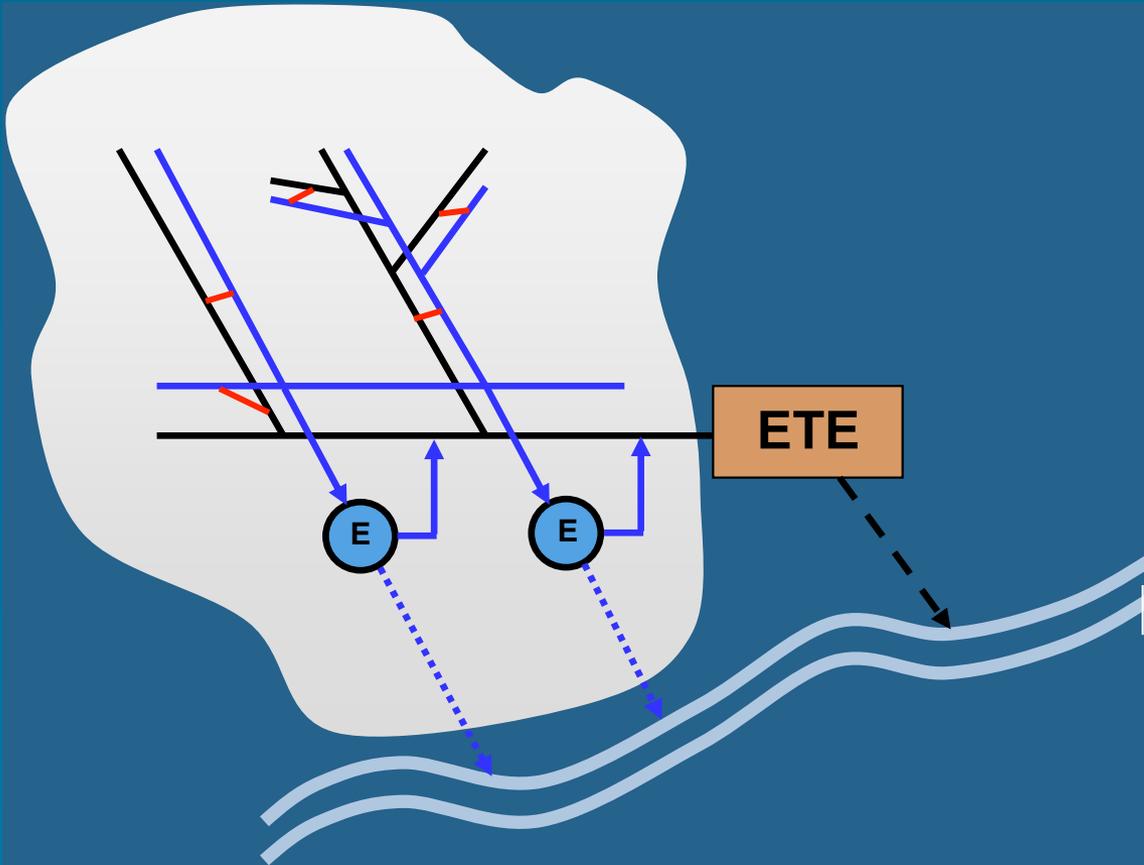
Para a ETE

- Esgotos coletados

Para o rio

- Vazão de base
- Águas Pluviais
- Carga difusa
- Esgotos não coletados
- Esgotos tratados

Sistema separador com “captação de tempo seco”



Para a ETE

- Vazão de base
- Esgotos coletados e não coletados

Para o rio (quando chove)

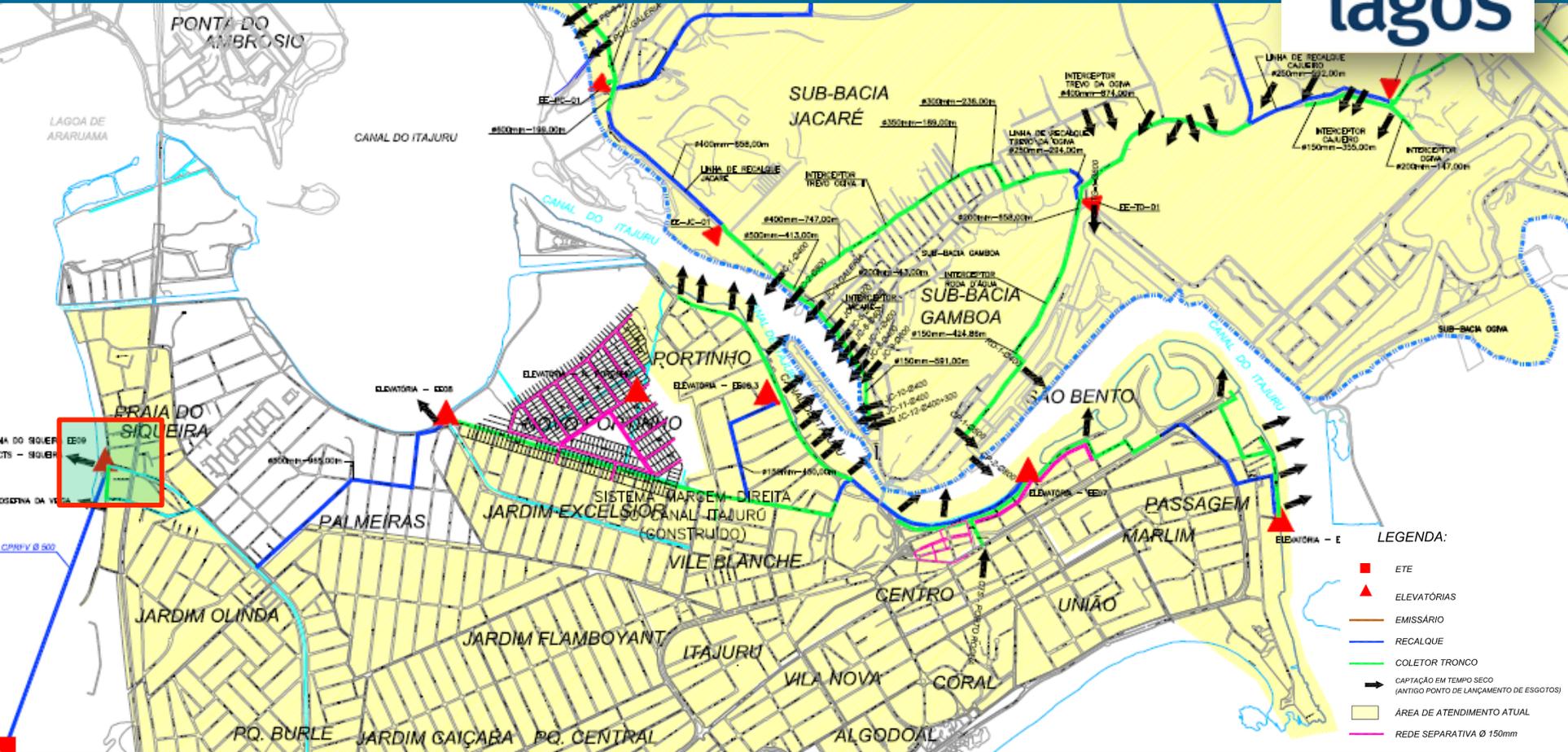
- Águas Pluviais
- Carga difusa
- Esgotos diluídos
- Esgotos tratados



Lagoa de Araruama, RJ
Captações de tempo seco

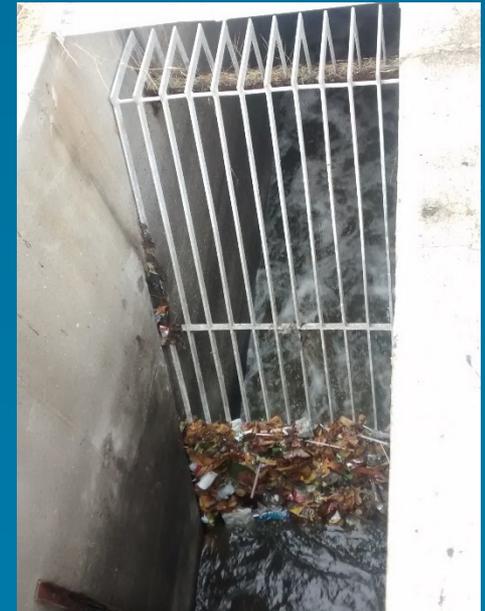
Captação de Tempo Seco - Cabo Frio, RJ

Manejo de esgotos e resíduos sólidos



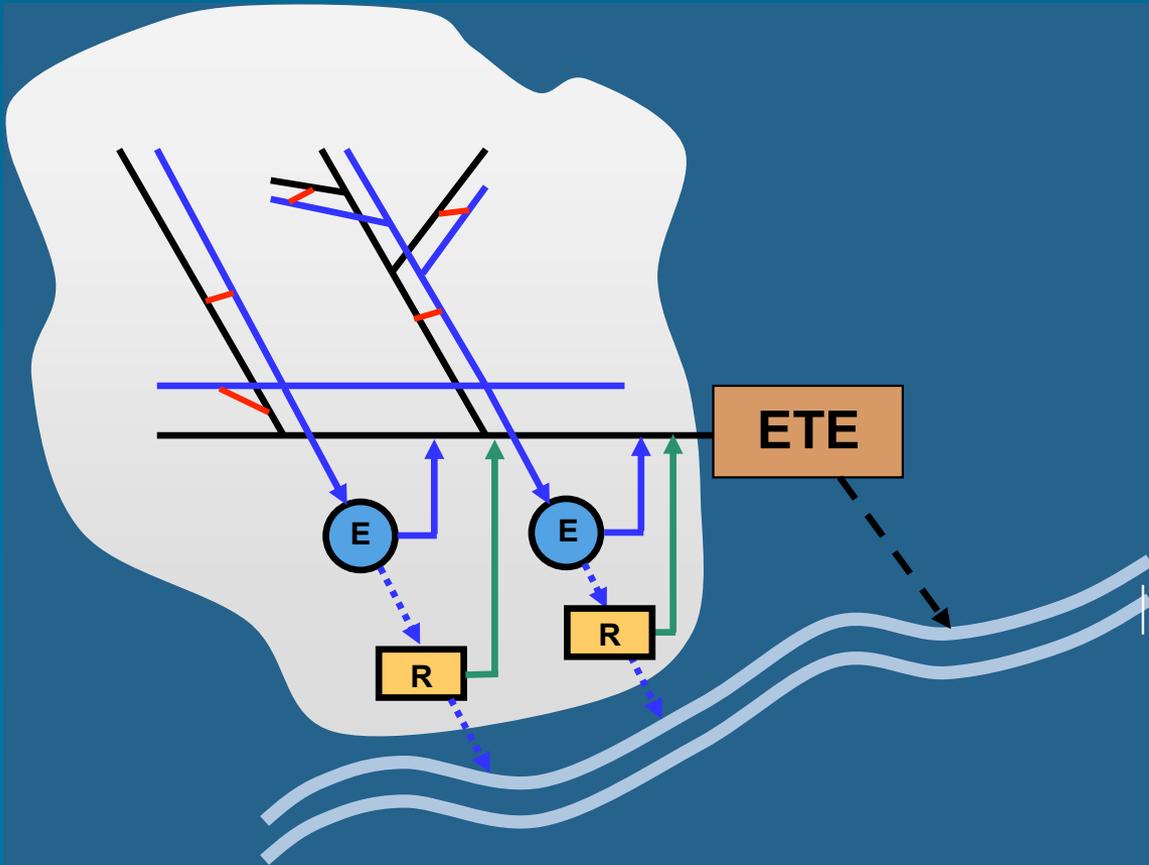
Captação de Tempo Seco - Cabo Frio, RJ

Manejo de esgotos e resíduos sólidos



Orsini, maio/2016

Sistema separador com captação de tempo seco e reservatório



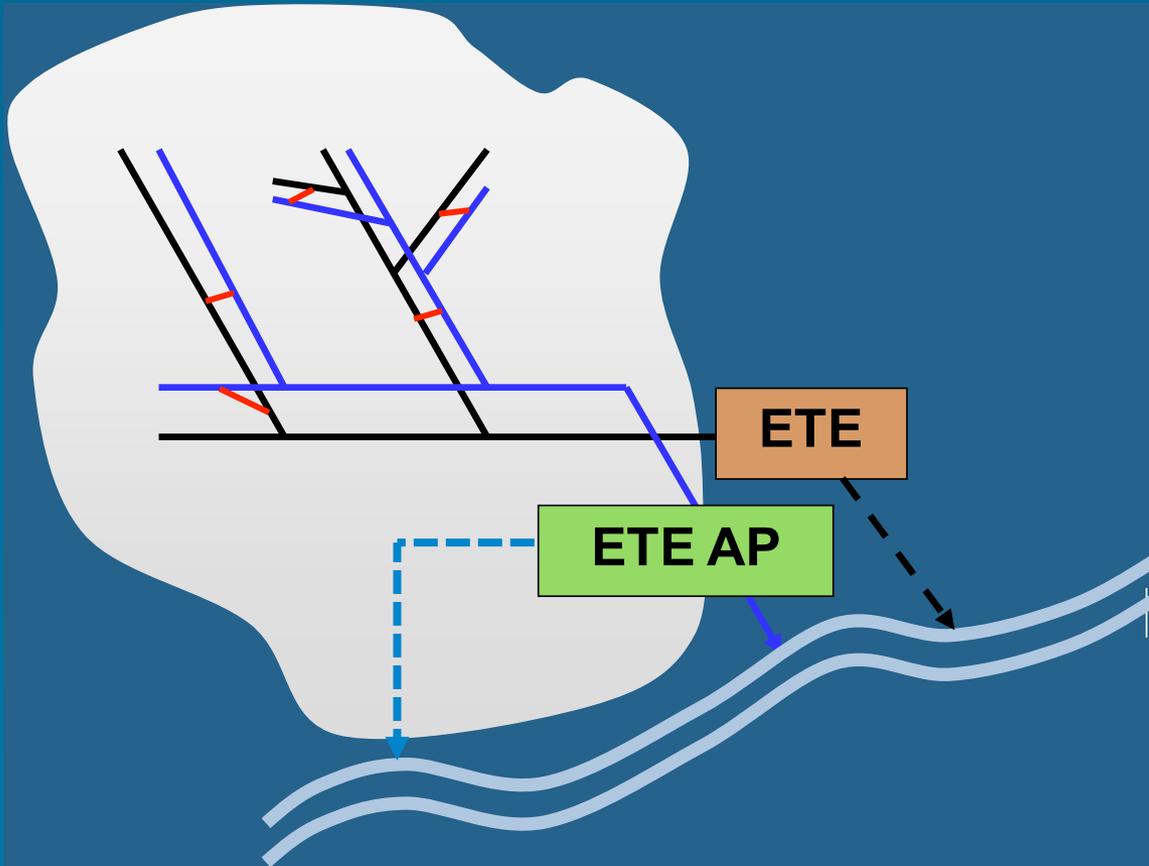
Para a ETE

- Vazão de base
- Esgotos coletados e não coletados
- Águas de primeira chuva

Para o rio

- Águas Pluviais após 1^a chuva
- Esgotos diluídos

Sistema separador com tratamento da carga difusa



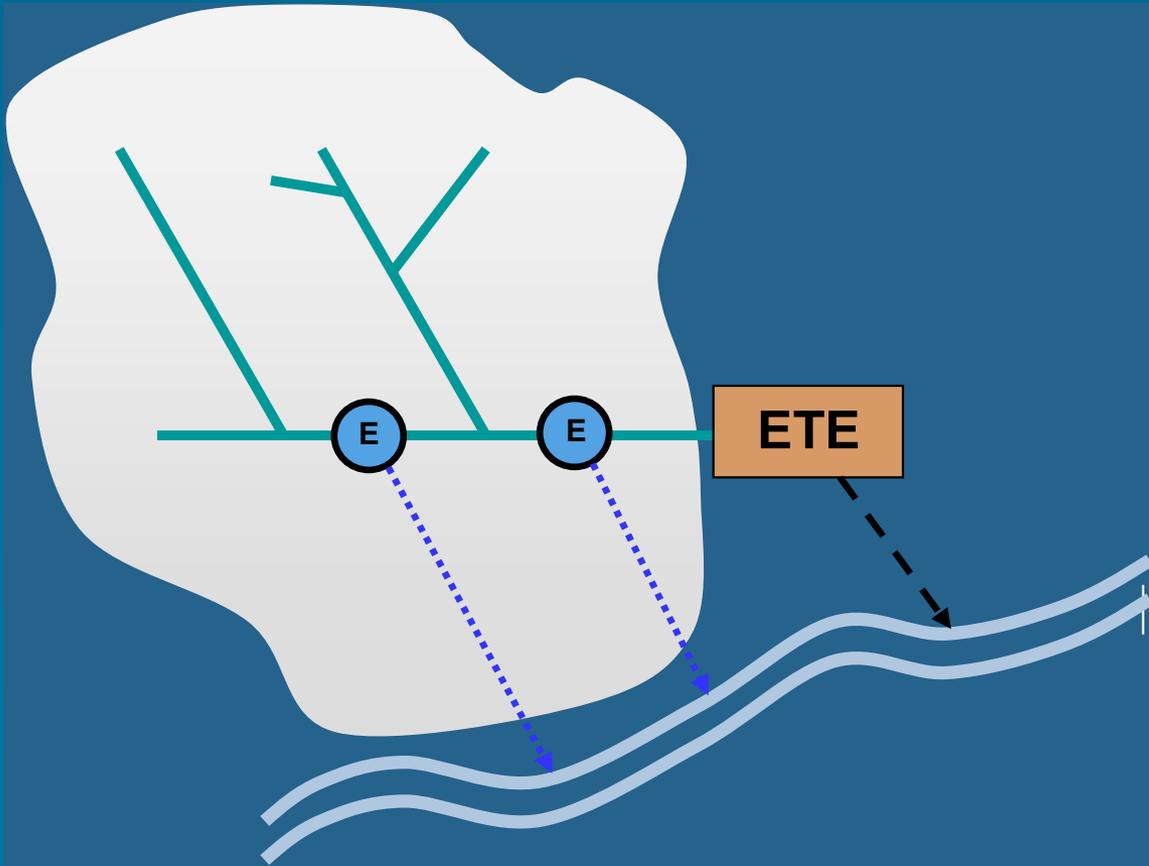
Para a ETE

- Esgotos coletados

Para o rio

- Esgotos não coletados tratados
- Águas de 1ª chuva tratadas
- Águas pluviais após 1ª chuva + esgotos diluídos

Sistema unitário



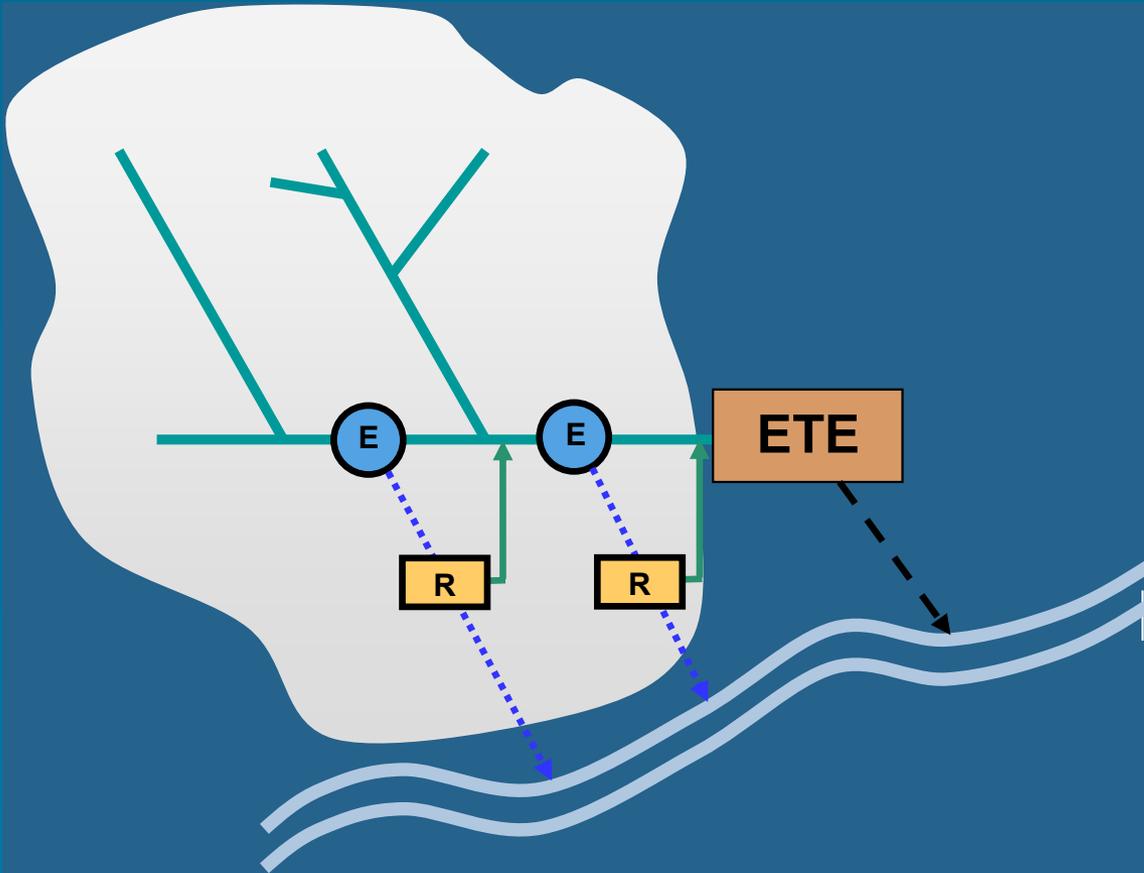
Para a ETE

- Esgotos
- Vazão de base

Para o rio

- Águas Pluviais
- Carga difusa com esgotos
- Esgotos tratados

Sistema unitário com reservatório de 1ª chuva



Paoletti; Orsini, 2006

Para a ETE

- Esgotos
- Vazão de base
- Águas pluviais de 1ª chuva
- Carga difusa

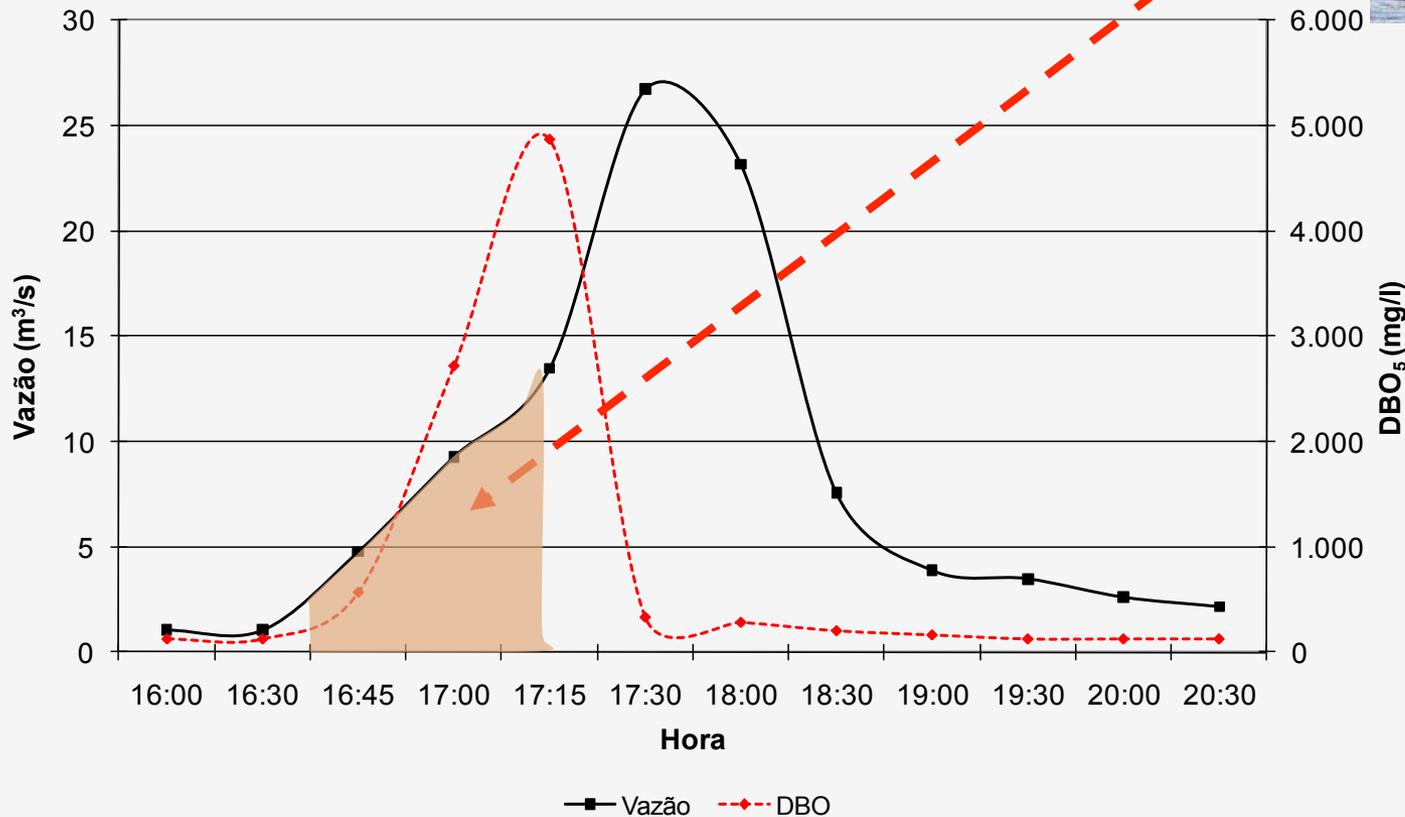
Para o rio

- Águas Pluviais após 1ª chuva com esgotos diluídos
- Esgotos e águas de 1ª chuva tratados

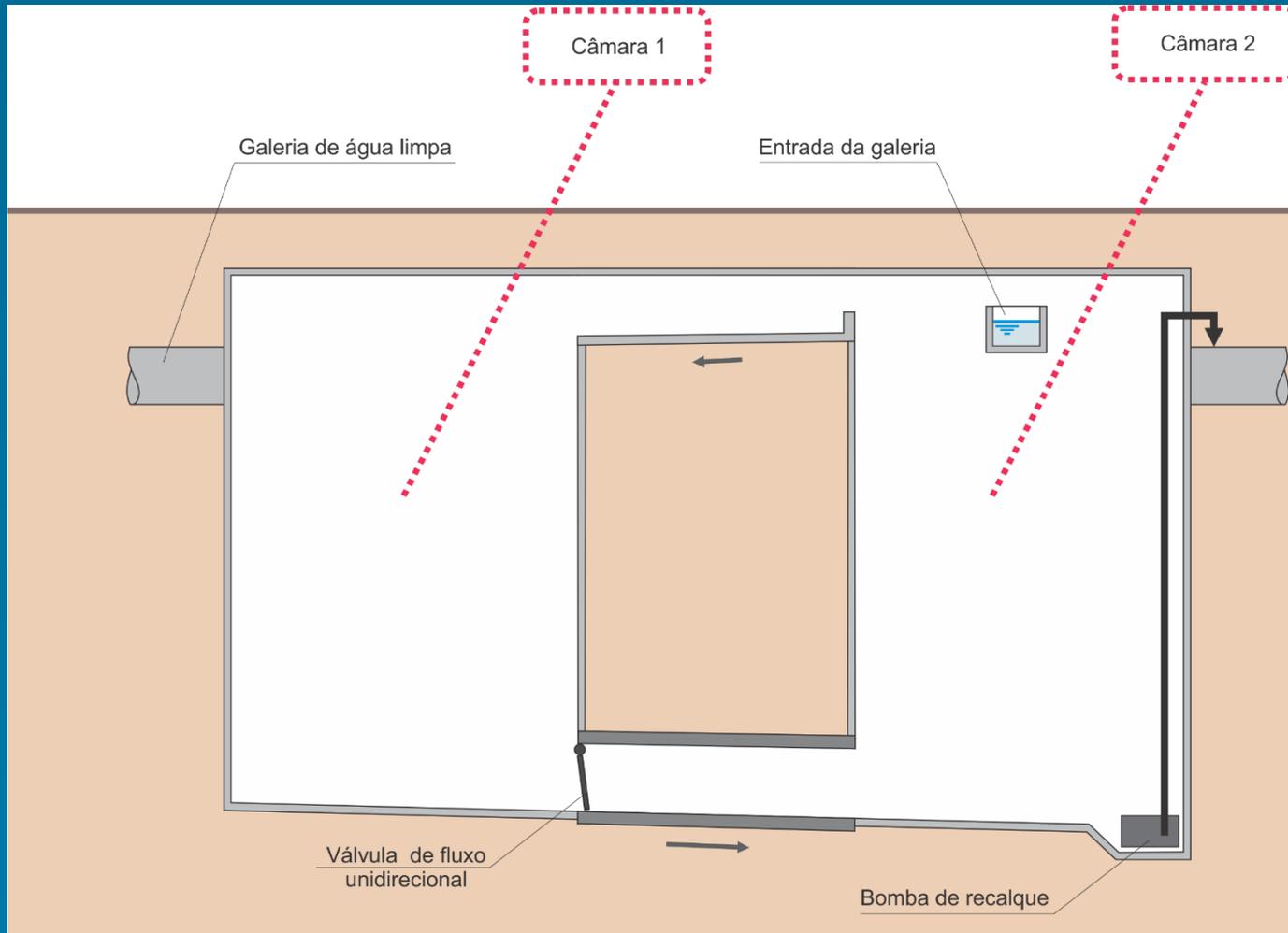
Volume a controlar



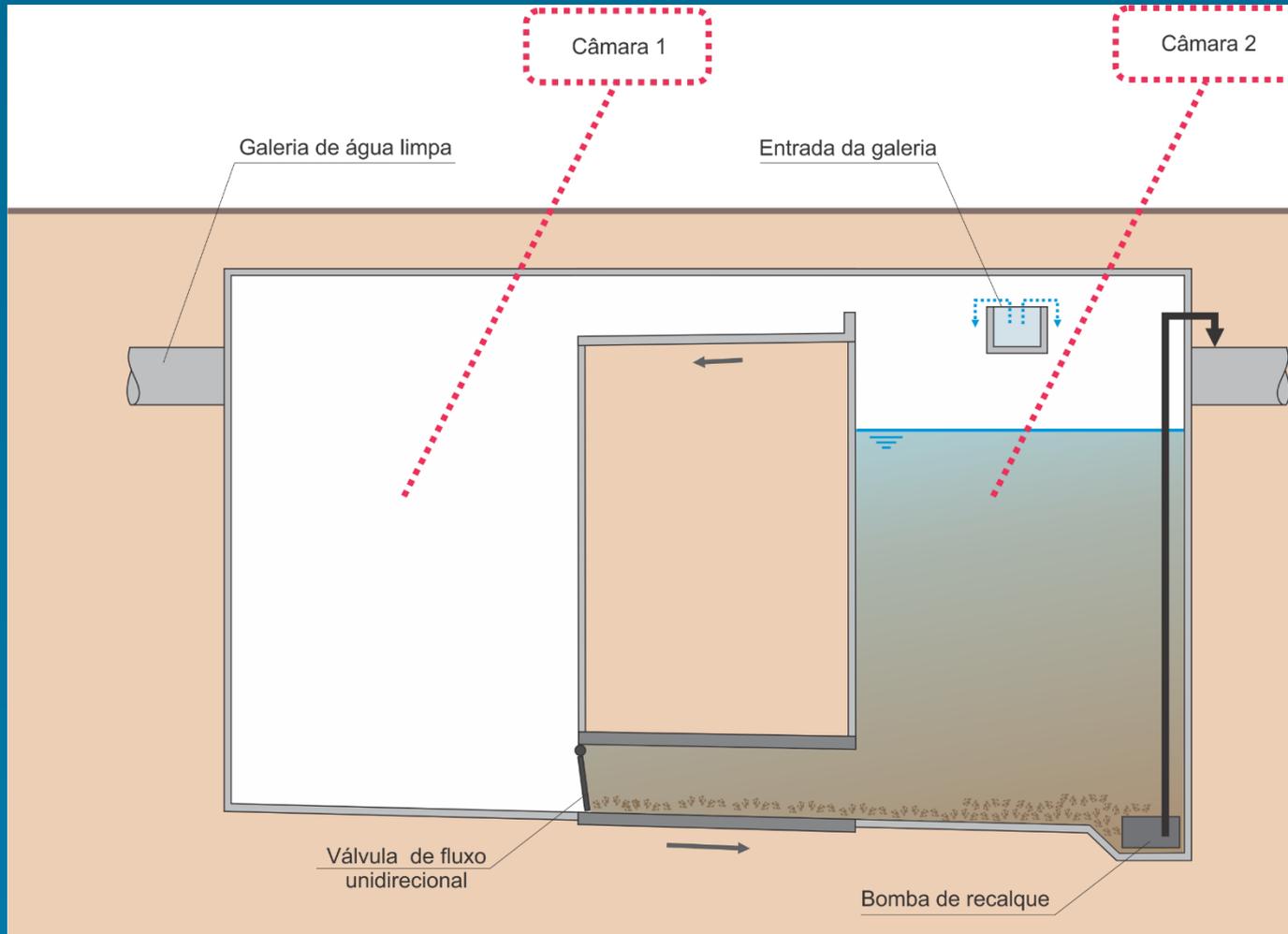
Storm Water Magazine



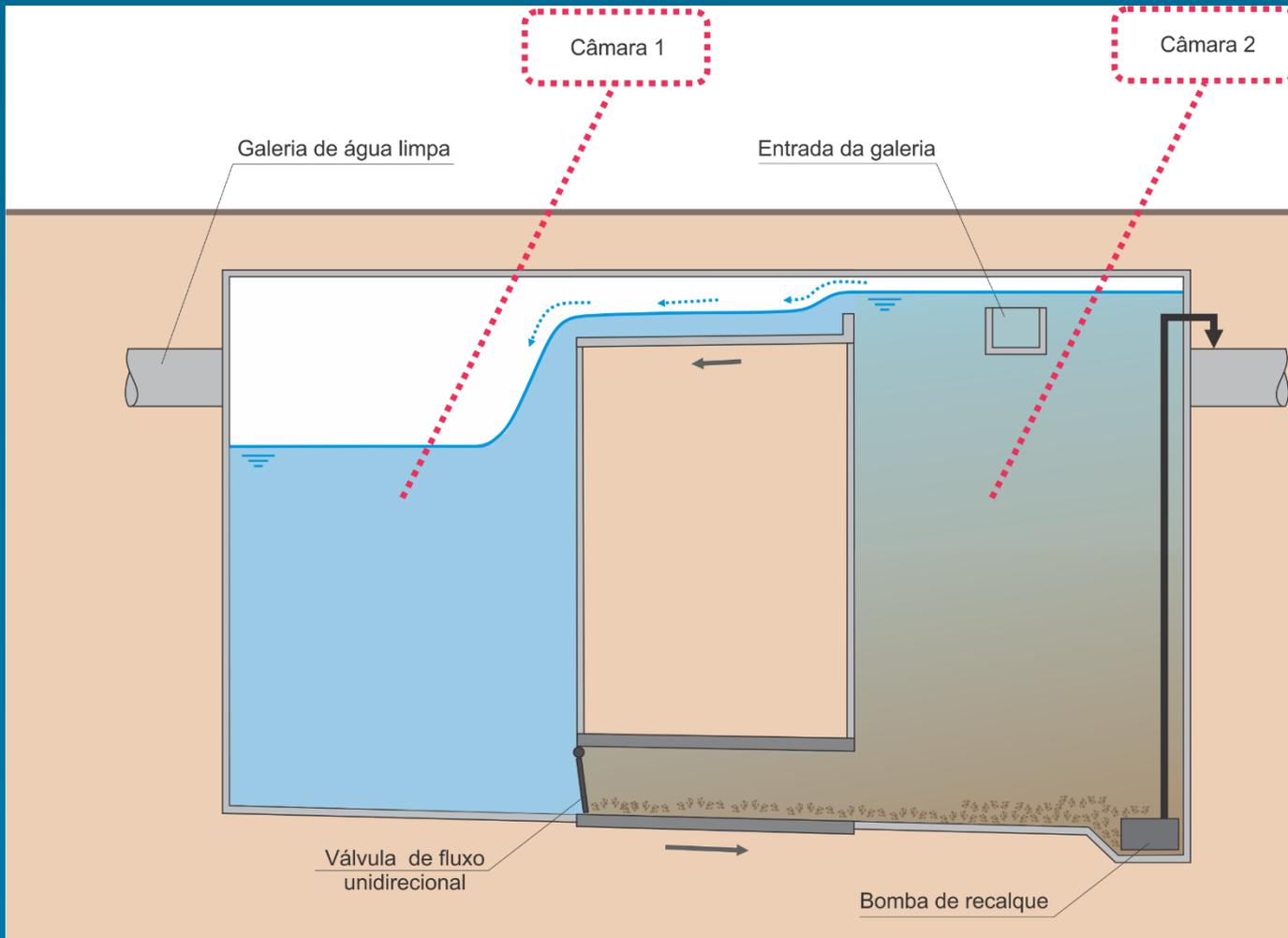
Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



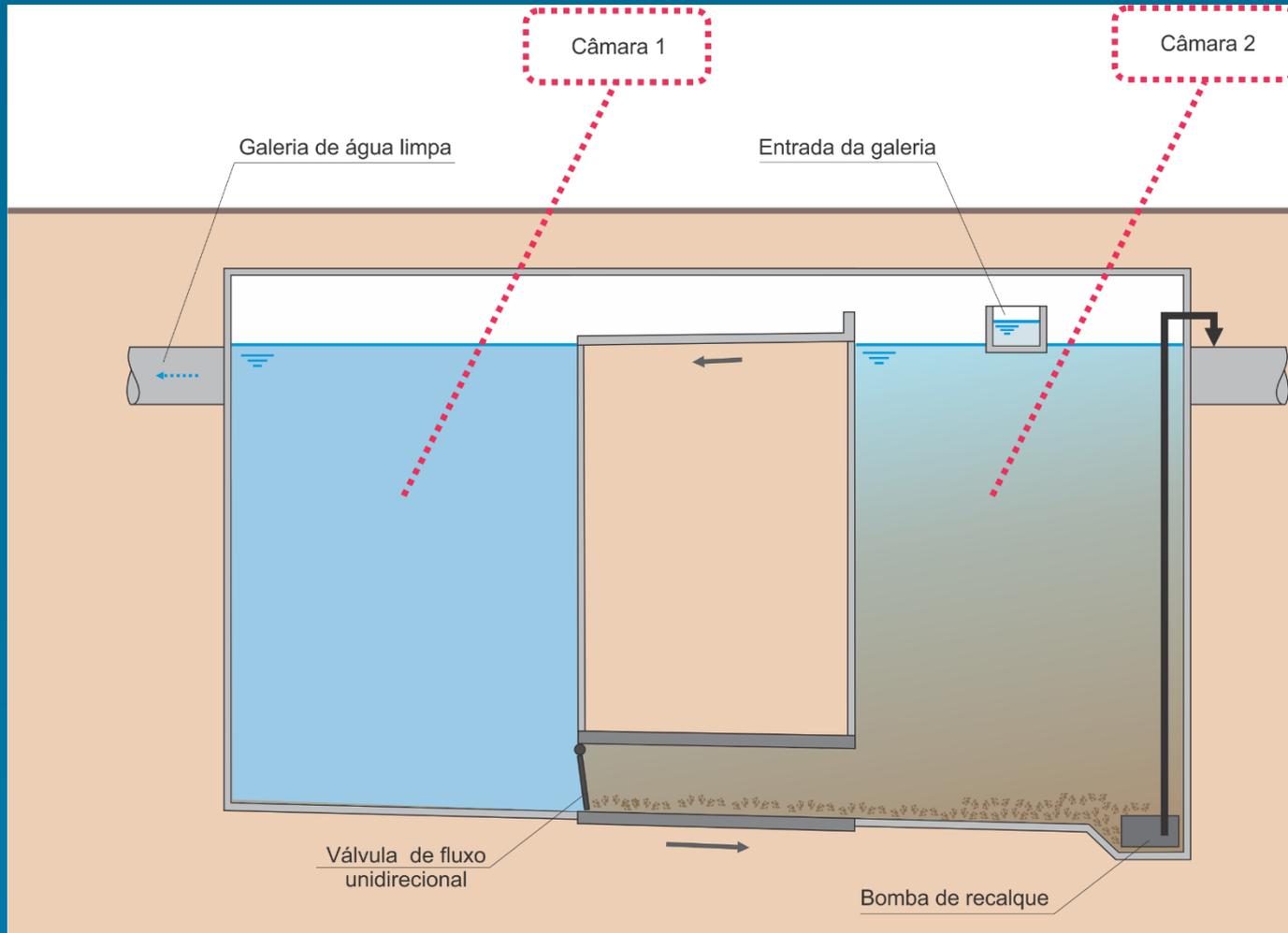
Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



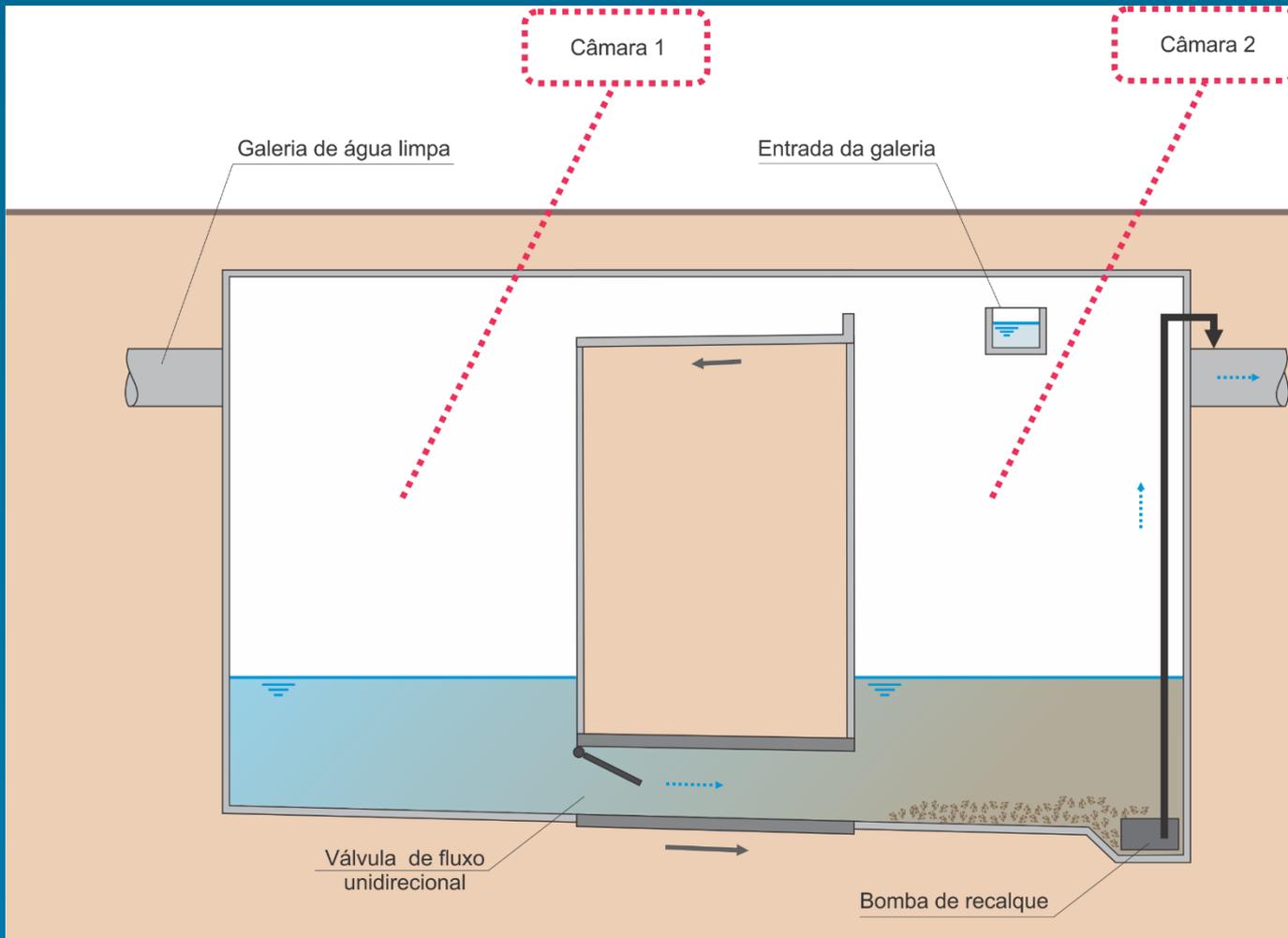
Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



Separação da água de 1ª chuva em reservatório de amortecimento



Sistema de controle de poluição difusa e amortecimento de vazão

Bolonha, It, 2006

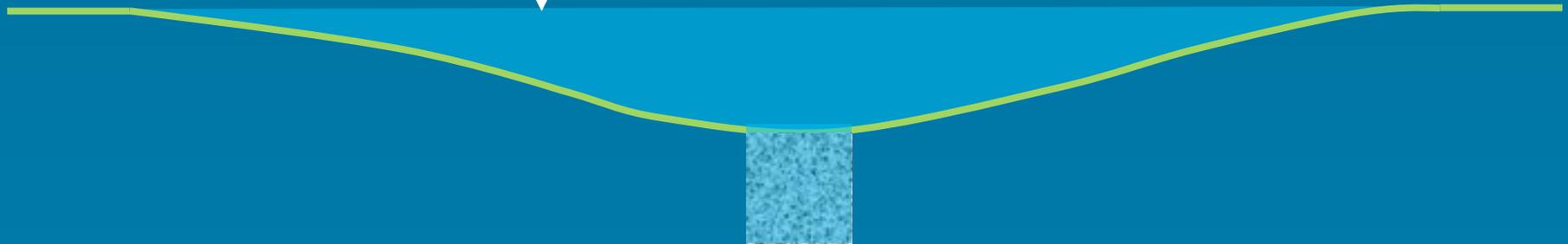


Orsini, 2006



Orsini, 2006

NA Máximo

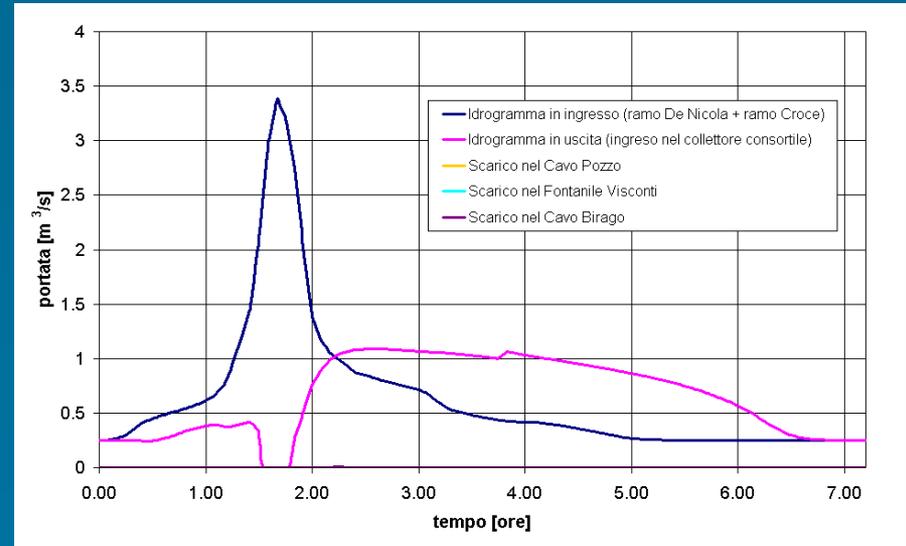


Supertubo

amortecimento de cheias, separação da vazão de tempo seco e da água de 1ª chuva



Paoletti, 2007

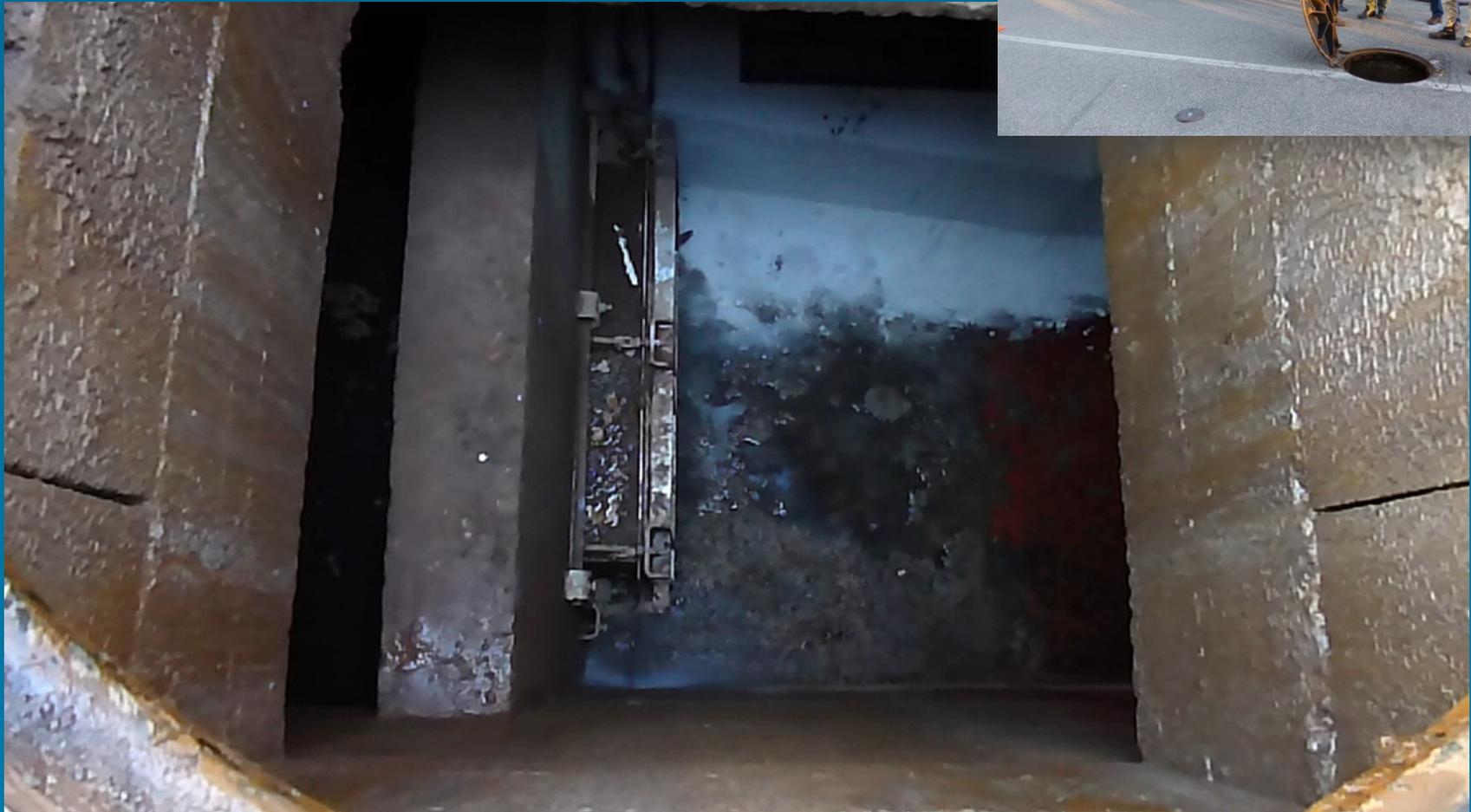


Paoletti, 2007

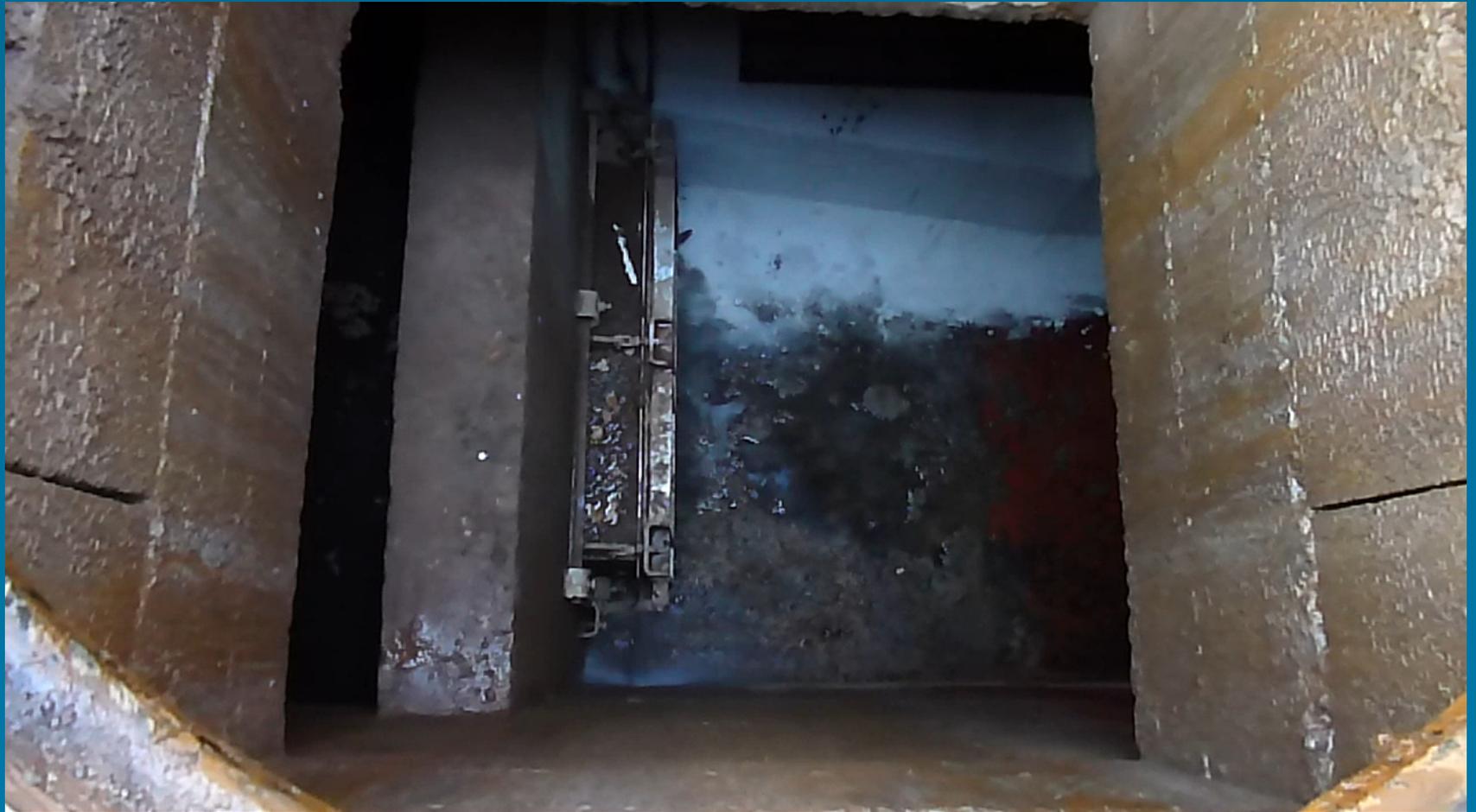


Supertubo

Sistema automático de limpeza

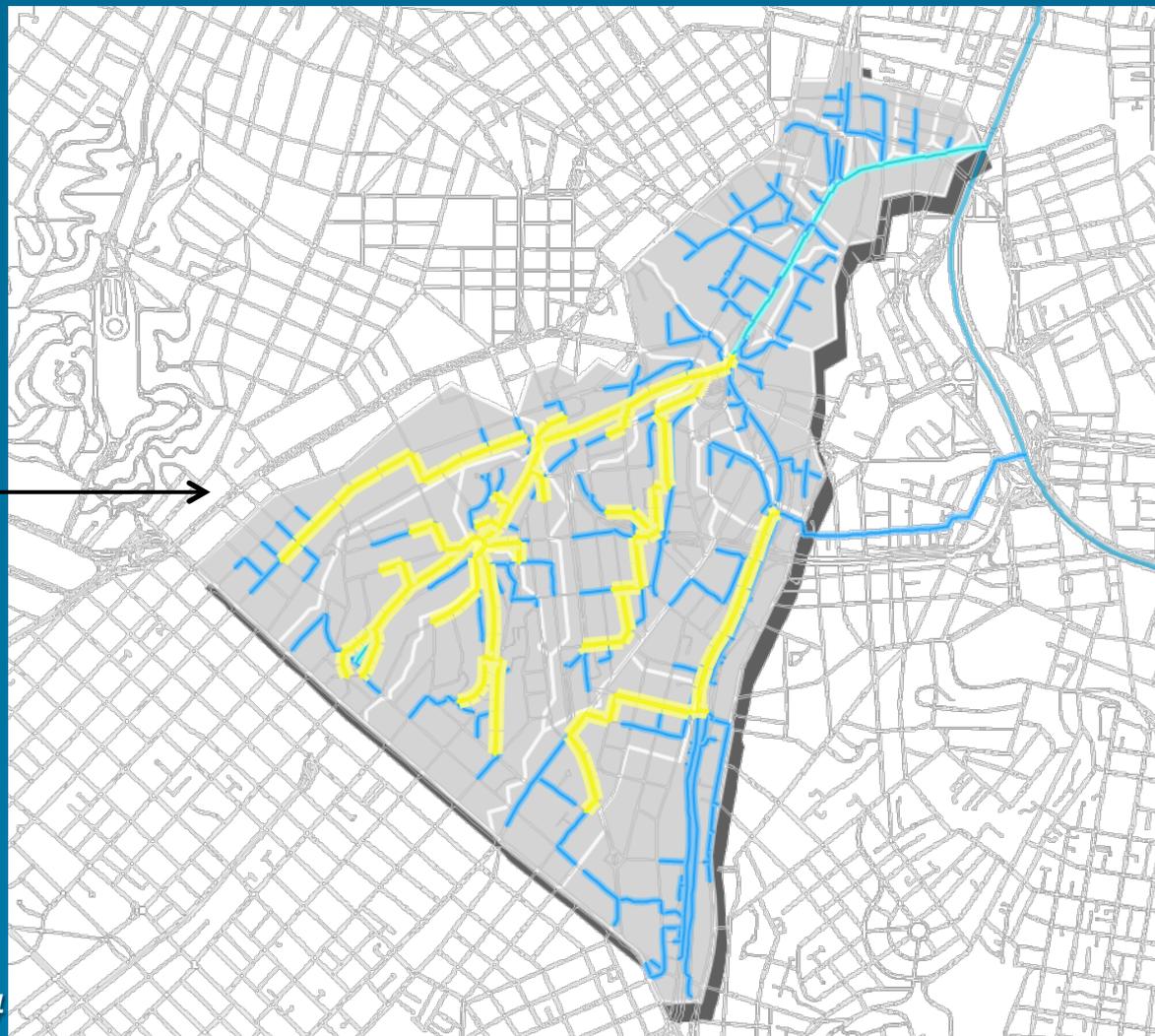


Rovello Porro, Como, Itália
Orsini, 2013

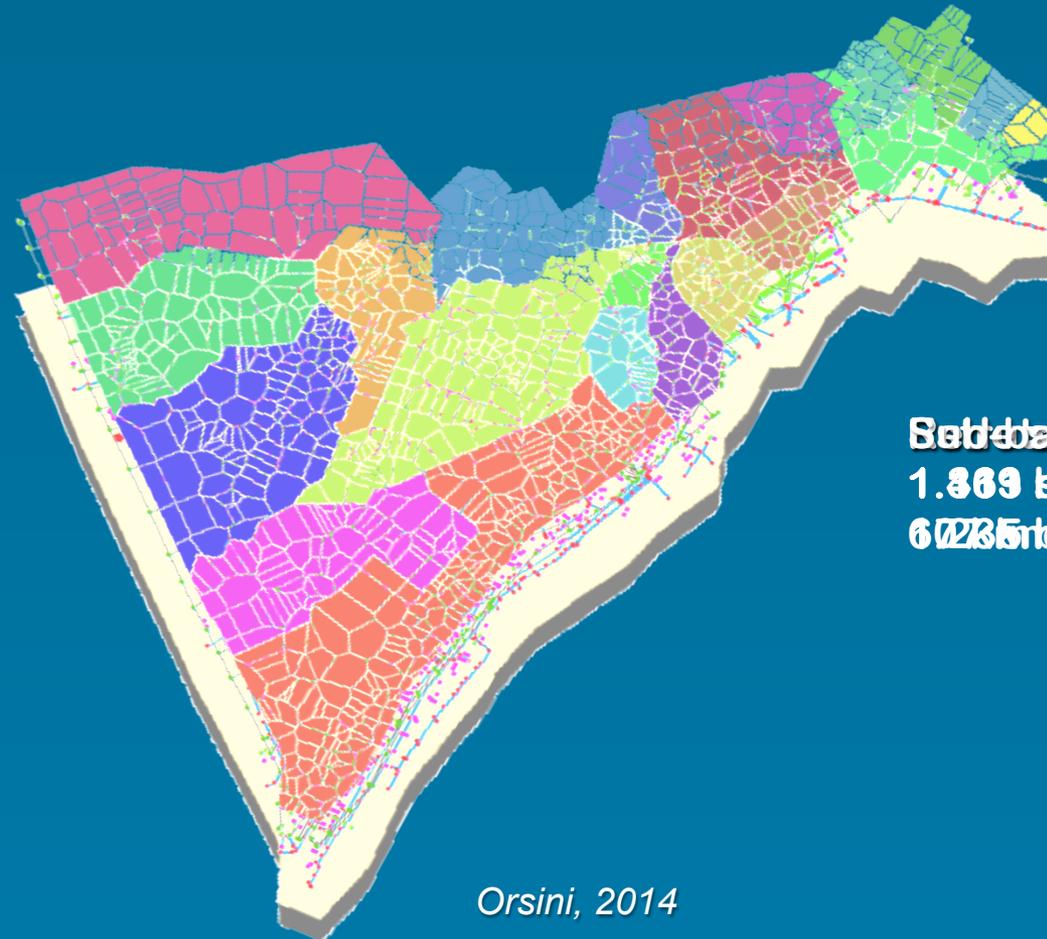


Estudo de Concepção para Redução das Inundações na Bacia do Anhangabaú, SP

Substituição de trechos da rede de drenagem existente por tubulações de maior diâmetro, formando uma rede de reservatórios lineares distribuídos pela bacia



Modelagem matemática da bacia micro e macrodrenagem integradas



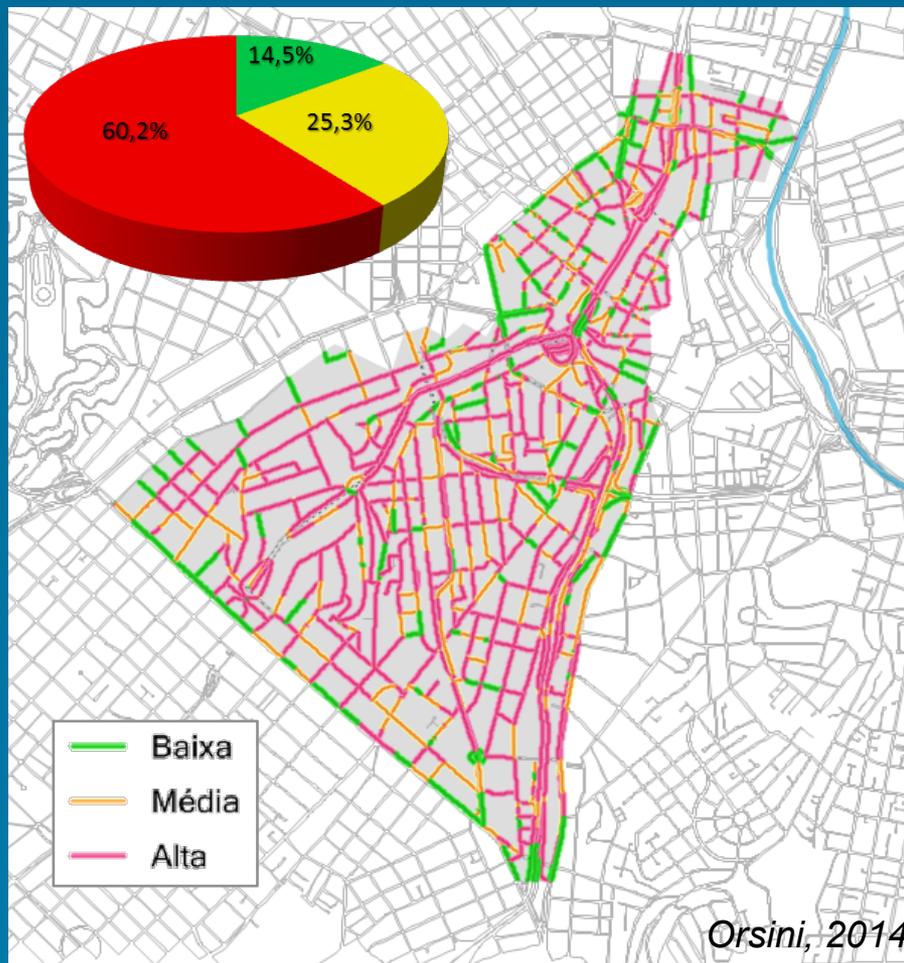
Bacia do Rio São Francisco
1.869 bds de área
673 km de rede de drenagem

Orsini, 2014

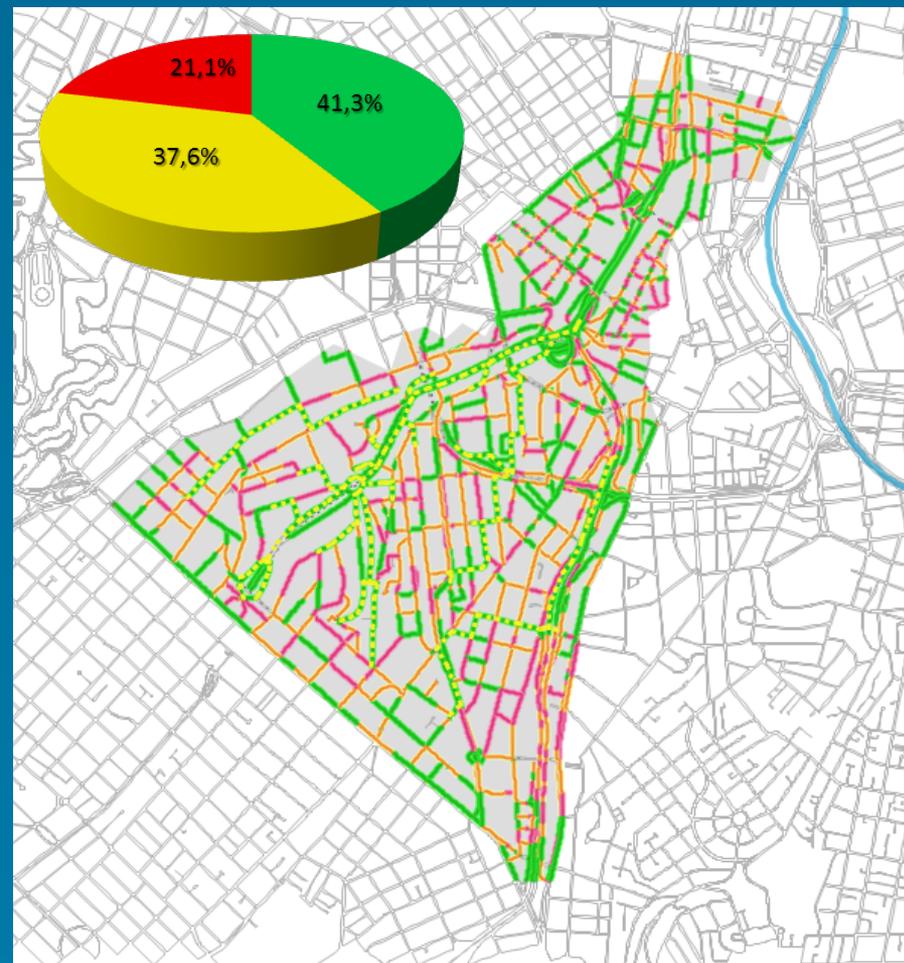
Estudo de Concepção da Bacia do Anhangabaú

Resultados: Índices de periculosidade

Situação Atual

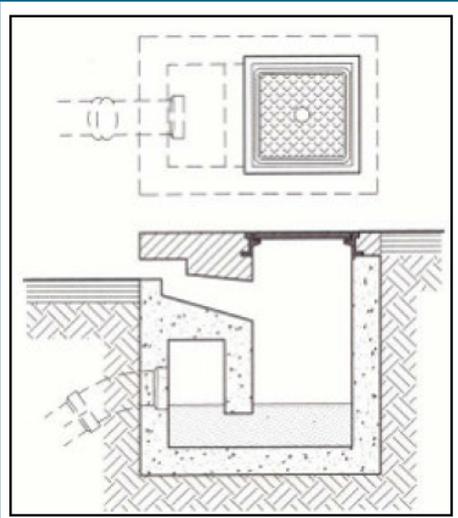


Com Supertubos



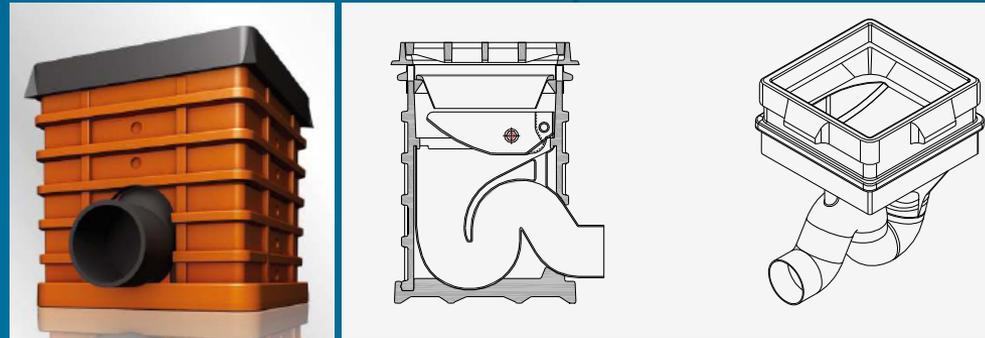
Dispositivos de partição de vazão e controle de odores

BL sifonada



Maglionico, 2009

BL auto limpante



SIRCI GRESINTEX, 2010; Maglionico, 2009

Vertedor lateral

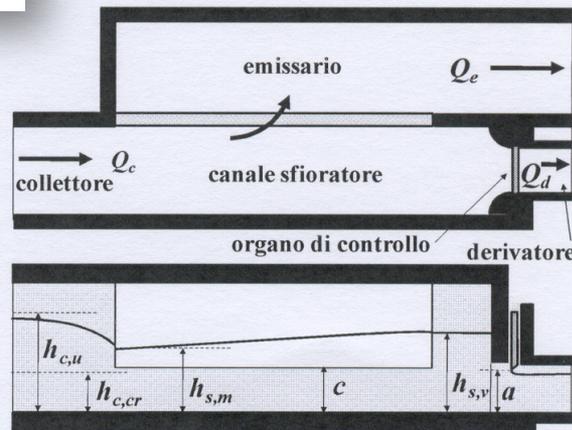


Figura 15 - Schema di uno sfiatore monolaterale con canale sfiatore a sezione costante

CSDU, 2010

Derivador Central

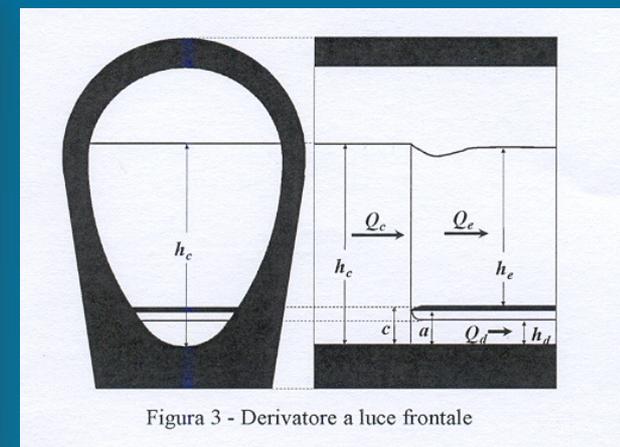


Figura 3 - Derivatore a luce frontale

CSDU, 2010



Depuratore Milano Nosedo

SISTEMA DE ESGOTOS UNITÁRIO DE MILÃO



Depuratore Milano San Rocco

SISTEMA DE ESGOTOS UNITÁRIO DE MILÃO



População atendida

2.550.000 hab

Vazão média diária de tempo
seco

10,1 m³/s

Vazão máxima em evento de
chuva

30,3 m³/s

Estações de tratamento

3

Extensão de rede unitária

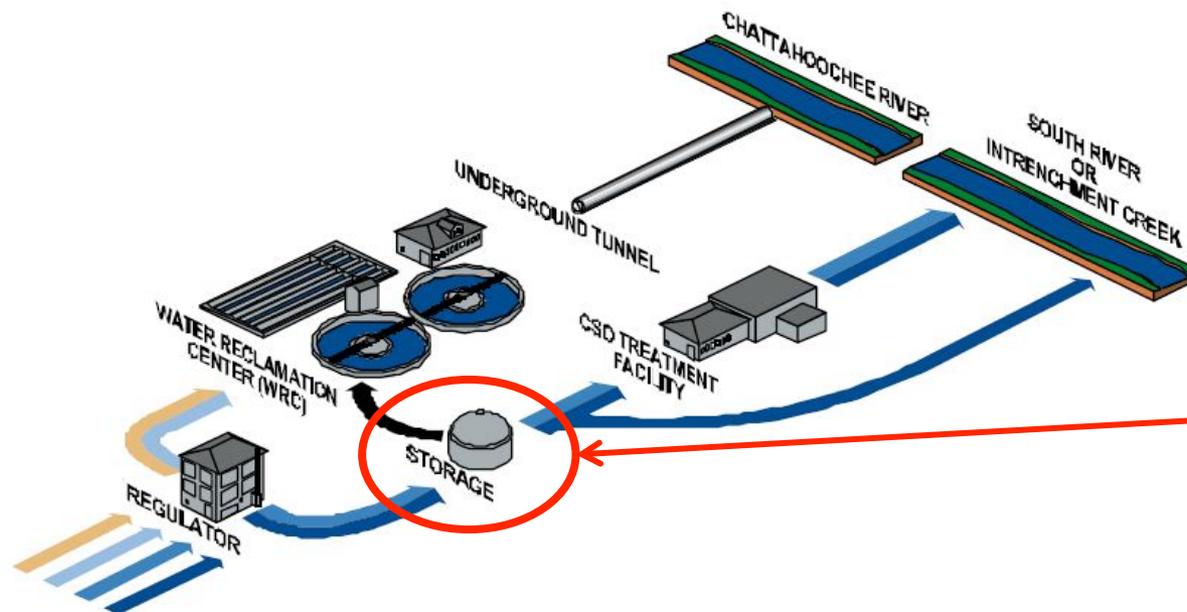
1.480 Km

Prazo de construção

2001 a 2004

Atlanta, EUA

Estação de tratamento esgotos + AP



Reservatório de águas de primeira chuva

- ☀️ During dry weather, all wastewater flows go to the WRC for treatment and then discharge to the river.
- ☁️ During light rain, the combined wastewater and storm water goes to the WRC for treatment and then is discharged to the river.
- ☔️ During moderate rain, a large portion of the wastewater and storm water goes to the WRC for treatment and what cannot be sent to the WRC goes to the CSD Storage/Treatment Facility. The stored flow at McDaniel is treated at the South River WRC. The stored flow at Intrenchment Creek is treated at a dedicated CSD treatment plant.
- ☔️ During heavy rain, the wastewater and storm water from the combined sewer that exceeds storage capacity is screened and disinfected (disinfection under construction) and then discharged to the river or creek.

FIGURE 1-2
Generalized Flow Diagram for Wastewater and Storm Water
East Area Facilities
City of Atlanta CSO System Evaluation

Tratamento de esgotos e das águas de 1ª chuva

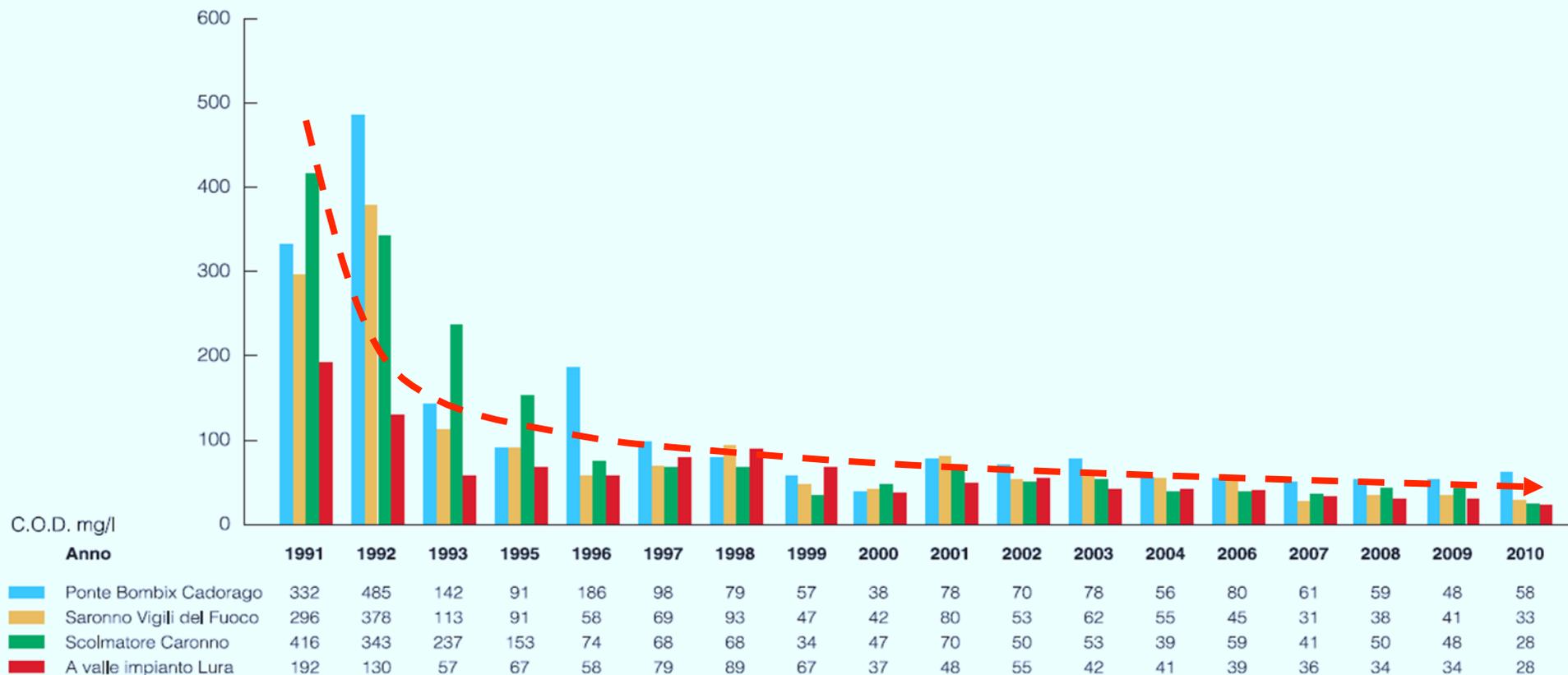


Reservatório de
águas de
primeira chuva

ETE da Lura Ambiente
Caronno Pertusella, Varese, Lombardia, It

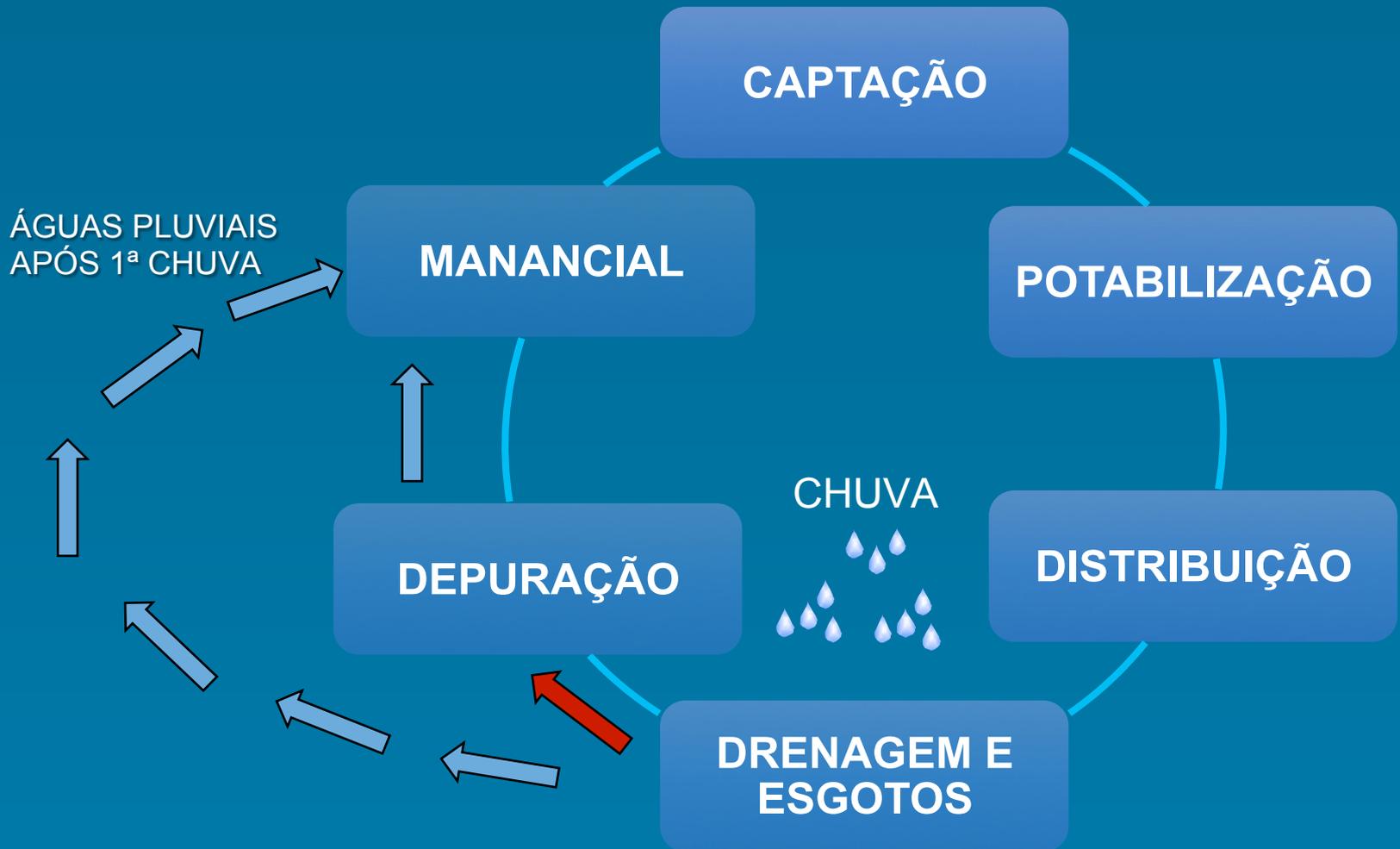
Resultado esperado

Andamento C.O.D. (Domanda di O₂ Chimico)



Serviço Hídrico Integrado

Serviço Hídrico Integrado



Obrigado!

luizfyazaki@uol.com.br