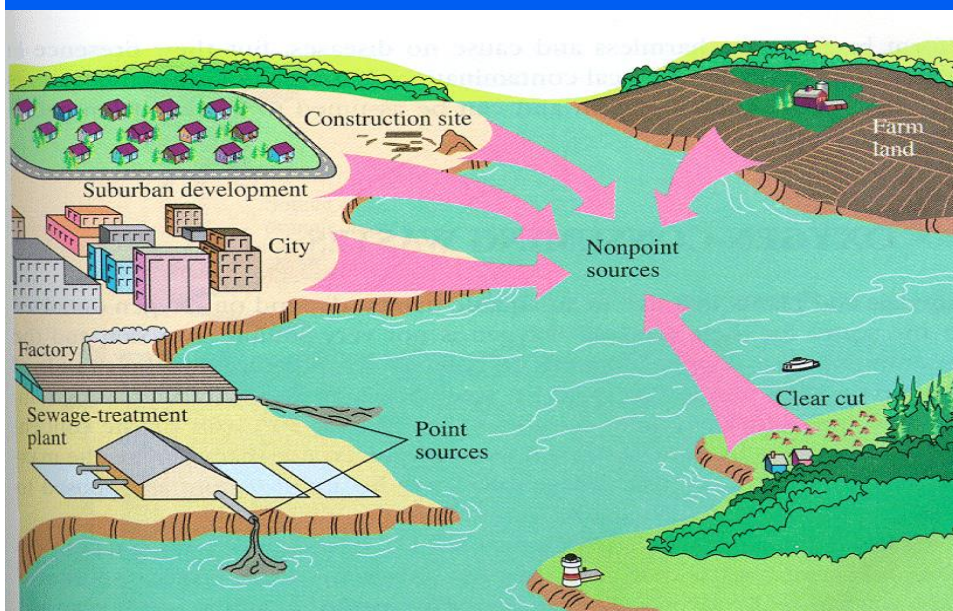


# Controle da Poluição

## POLUIÇÃO DIFUSA

### Fontes de poluição das águas

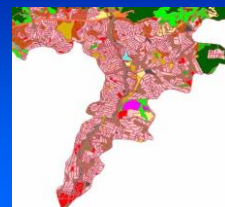
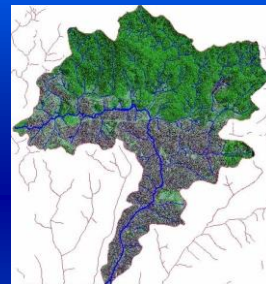


## O que são cargas difusas de poluição?

- São cargas poluidoras que provêm de atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica
- São cargas poluidoras que chegam aos corpos hídricos de forma intermitente, associadas a eventos de precipitação
- São geradas a partir de extensas áreas de ocupação antrópica
- É difícil associar-se a elas um ponto de origem

## O que são cargas difusas de poluição?

- A quantidade e o tipos de poluentes que chegam ao corpo hídrico dependem do uso e ocupação do solo da bacia



Fonte: Projeto PADCT, Rio Cabuçu de Baixo

# CARGAS DIFUSAS URBANAS DE POLUIÇÃO



## Cargas difusas das áreas urbanas são significativas?

- Cargas difusas urbanas e agrícolas são hoje a principal causa de degradação dos corpos hídricos naqueles países que já reduziram as cargas pontuais (EUA e Europa, por exemplo)

Lançamento	DBO <sub>5</sub>	Sólidos Suspensos	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliforme Total
Drenagem Urbana	10-250	10 –11000	3 - 10	0,2 -0,7	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>8</sup>
Esgoto Bruto	(160)	(235)	(35)	(10)	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>9</sup>
Esgoto Tratado	(20)	(20)	(30)	(10)	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>

Fonte: Novotny & Olem, 1994

# Cargas difusas das áreas urbanas são significativas?

Parâmetros	Carga no Rio Pinheiros de 21/08/2009 a 28/12/2009		
	Total (ton/dia)	Poluição difusa (%)	Outras fontes (%)
COT	23	37	63
DBO <sub>5</sub>	106	36	64
P	2	40	60
N-NH <sub>3</sub>	9	43	57
SST	177	57	43

Fonte: Yazaki et al, 2011.

## Principais fontes geradoras

- Distinguir entre sistemas separadores de coleta esgotos e drenagem e sistemas combinados
- No caso brasileiro, tem-se uma situação mista e muitas áreas sem coleta



# Principais fontes geradoras

## ESGOTOS SEM COLETA OU LANÇADOS NA REDE DE DRENAGEM



# Principais fontes geradoras

## DEPOSIÇÃO ATMOSFÉRICA

- úmida
- seca

1. compostos químicos: óxidos, nitritos, nitratos...
2. enxofre
3. metais
4. micropoluentes orgânicos
5. partículas solo, fungo, pólen
6. asfalto, cinzas...



7 a 30 t/Km<sup>2</sup>.mês!

Fonte: Novotny & Olem, 1994

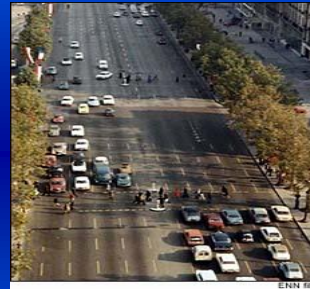
# Principais fontes geradoras

## DESGASTE DO PAVIMENTO

- ✓ pedaços de asfalto
- ✓ cimento, areia...

## VEÍCULOS

- ✓ combustível
- ✓ óleo lubrificante
- ✓ fluido de freio e refrigeração
- ✓ asbesto
- ✓ partículas de borracha
- ✓ tinta
- ✓ ferrugem



*Apenas 5% em peso,  
mas tóxicos!*

# Principais fontes geradoras

## LIXO

- ✓ não coletado
- ✓ lançado nas ruas
- ✓ lançado nos rios
  - ❖ Embalagens
  - ❖ Resíduos orgânicos
  - ❖ restos



## Principais fontes geradoras

### EROSÃO

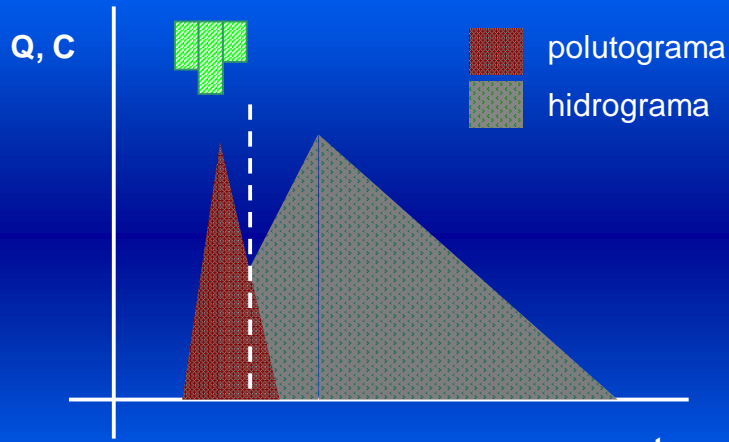
- ✓ Expansão da área urbana
- ✓ Abertura de novos loteamentos
- ✓ Remoção da cobertura vegetal
- ✓ Aceleração do escoamento superficial



## Avaliação e Transporte da Carga Poluidora

- A carga chega ao corpo hídrico quando há eventos de precipitação:
  - Parte vem na própria água da chuva
  - Parte é arrastada pelo escoamento superficial
- Sua ocorrência é aleatória; varia também a quantidade transportada:
  - Função das perdas iniciais do escoamento superficial
  - Função da lâmina e velocidade do escoamento

# Avaliação e Transporte da Carga Poluidora

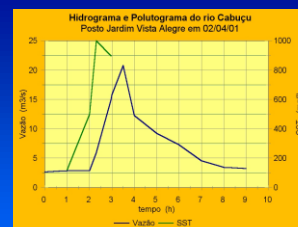
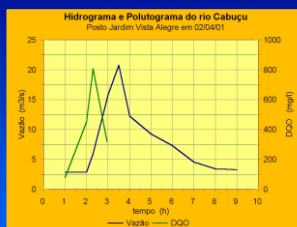


## CARGA DE LAVAGEM

- É a remoção inicial do material acumulado entre episódios de chuva
- Nem sempre ocorre: depende das perdas iniciais do escoamento superficial
- Torna difícil prever a variação temporal da concentração de poluentes

# Avaliação e Transporte da Carga Poluidora

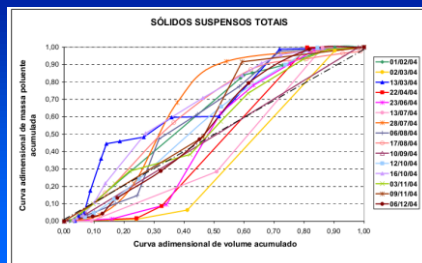
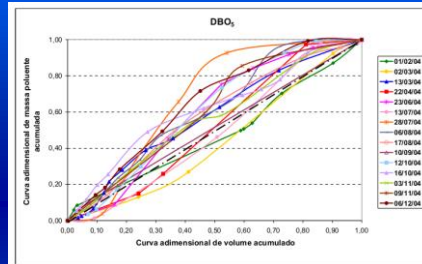
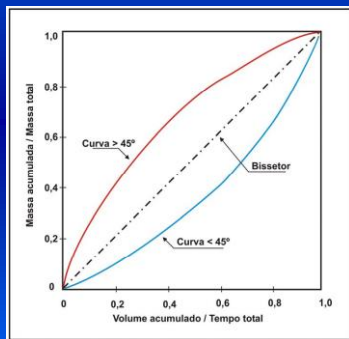
Exemplo: Bacia do rio Cabuçu de Baixo



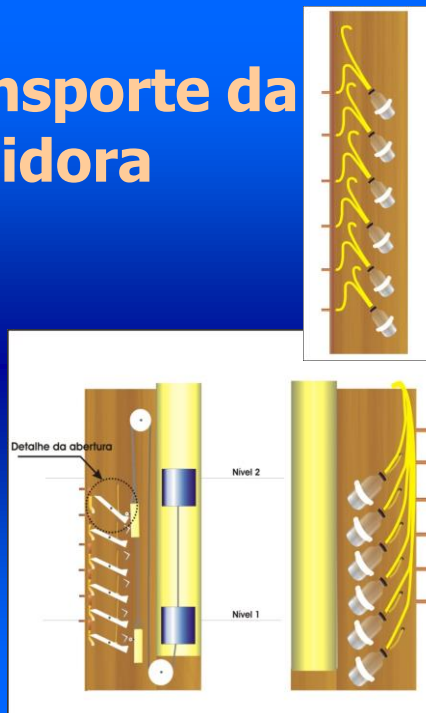


# Avaliação e Transporte da Carga Poluidora

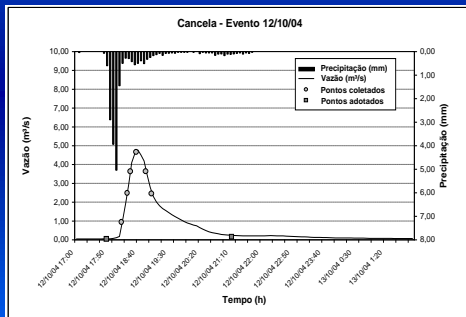
Curva Massa-volume



# Avaliação e Transporte da Carga Poluidora



# Avaliação e Transporte da Carga Poluidora



## Medidas de Controle

- 5 conceitos principais:
  - Gestão da bacia hidrográfica
  - Minimizar a área impermeável e diretamente conectada
  - Promover infiltração
  - Controle na fonte: evitar a disposição de tóxicos sobre a superfície
  - ‘Tratar’ as águas provenientes da drenagem urbana
  - ‘Tratar’ as águas provenientes de cargas pontuais

Fonte: EPA, 2002

## Medidas de Controle

SÃO PRATICAMENTE AS MESMAS  
MEDIDAS PARA MINIMIZAÇÃO DOS  
PROBLEMAS DE ENCHENTES URBANAS



REDUZINDO-SE O VOLUME ESCOADO,  
REDUZ-SE A CARGA POLUIDORA

## Medidas de Controle

SÃO CHAMADAS DE MELHORES PRÁTICAS DE  
MANEJO (Best Management Practices – BMP's)

ou

Práticas de Manejo

## Medidas de Controle

- **Gestão da bacia hidrográfica:**
  - Estabelecimento da autoridade legal e da estrutura institucional de controle
  - Planejamento
  - Políticas de financiamento e sustentação financeira
  - Participação pública
  - Integração dos agentes envolvidos

## Medidas de Controle

- **Controle na fonte:**
  - Redução da erosão
  - Redução do uso de fertilizantes e controle da aplicação
  - Redução do uso de agrotóxicos e controle da aplicação
  - Controle da disposição de rejeitos industriais
  - Disposição adequada de tóxicos (mesmo nas residências)
  - Controle e gerenciamento da disposição final de resíduos sólidos

## Medidas de Controle

- **Minimizar a área impermeável:**
  - Políticas de uso e ocupação do solo:
    - Prevenir a ocupação em áreas sensíveis
    - Códigos de edificação
    - Trabalhar com parâmetros ocupação, verticalização, adensamento

## Medidas de Controle

- **Minimizar a área diretamente conectada:**
  - Pavimentos permeáveis
    -   
  - Armazenamento no lote com infiltração

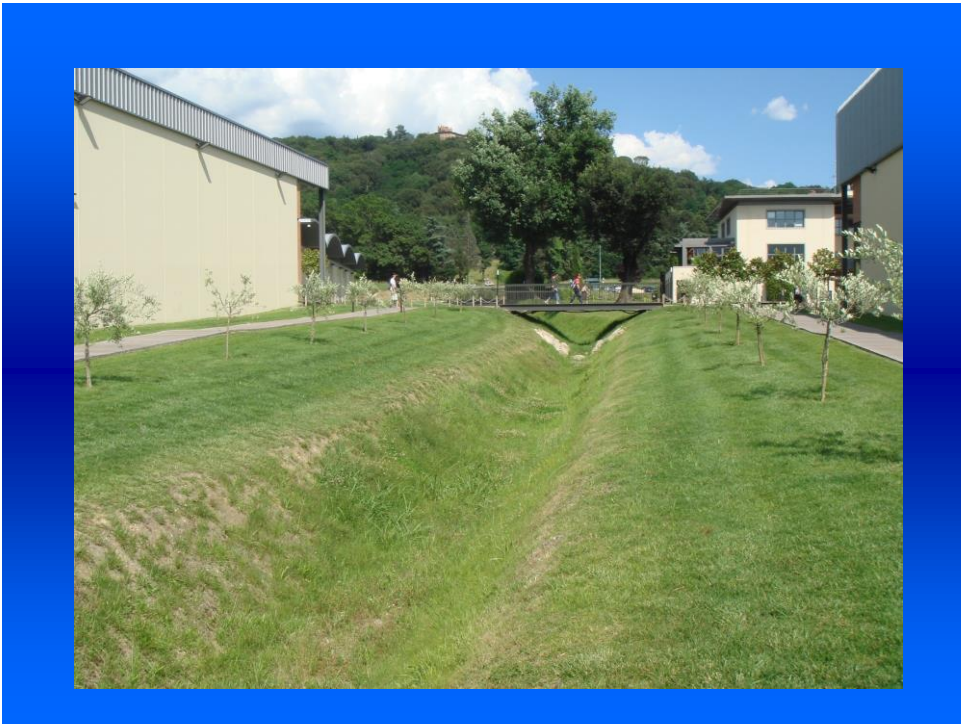
## PAVIMENTO PERMEÁVEL COM CAIXA DE ARMAZENAMENTO



## Medidas de Controle

- Promover a infiltração:







## Medidas de Controle

- **Medidas Estruturais: 'Tratar' a drenagem**
  - Bacias de detenção secas
  - Bacias de detenção úmidas
  - Bacias de retenção secas
  - Bacias de retenção úmidas
  - Alagados (wetlands)



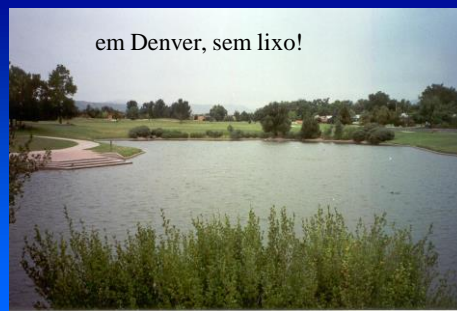
## Medidas de Controle

- Bacias de retenção secas
  - Pouco eficientes para qualidade da água pelo baixo tempo que o volume escoado permanece



## Medidas de Controle

- Bacias de retenção úmidas
  - Melhor em relação à qualidade da água, mas a verificar o tempo que o volume escoado permanece



## Medidas de Controle

- **Bacias de retenção**

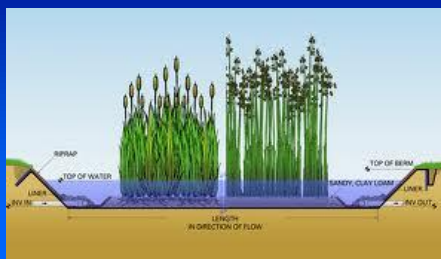
- Melhores em relação à qualidade da água, pois armazenam a água por períodos longos de tempo
- A saída principal é usualmente a infiltração, ou tomadas de saída muito pequenas



## Medidas de Controle

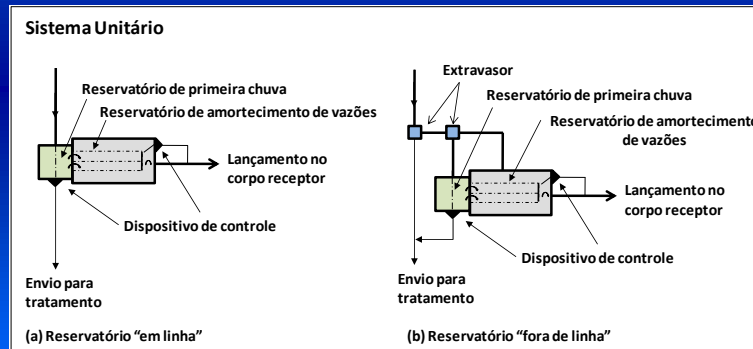
- **Alagados ('wetlands')**

- Soluções boas com relação à qualidade da água
- Equivale à preservação natural da várzea
- Problemas de manutenção



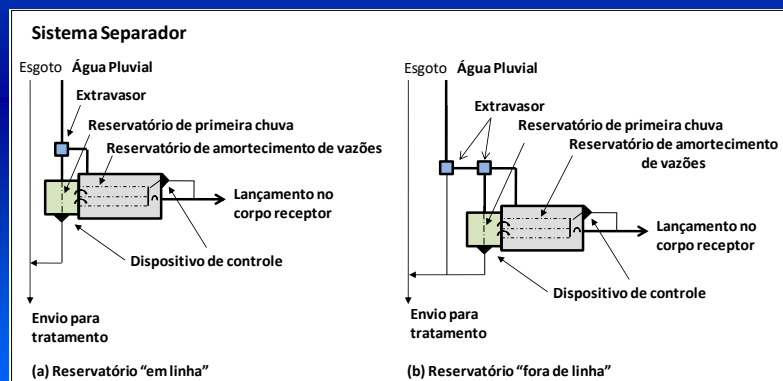
# Medidas de Controle

## Sistemas Urbanos de Esgotos e Águas Pluviais – Estratégias de Controle



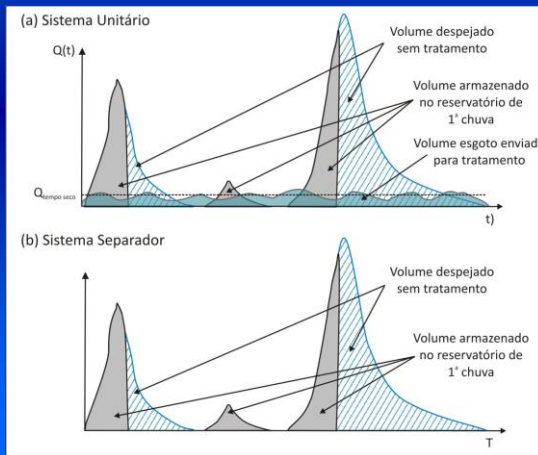
# Medidas de Controle

## Sistemas Urbanos de Esgotos e Águas Pluviais – Estratégias de Controle



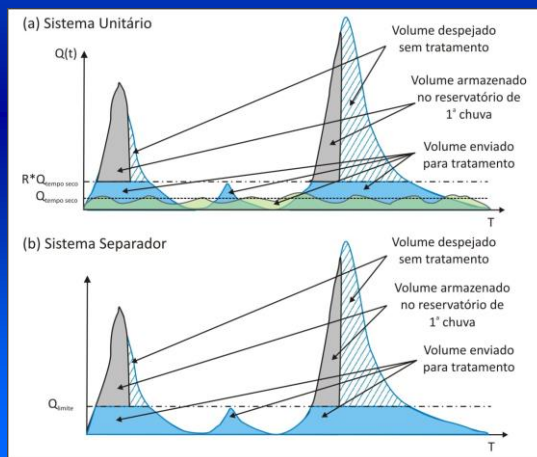
# Medidas de Controle

## Sistemas Urbanos de Esgotos e Águas Pluviais – Estratégias de Controle



# Medidas de Controle

## Sistemas Urbanos de Esgotos e Águas Pluviais – Estratégias de Controle



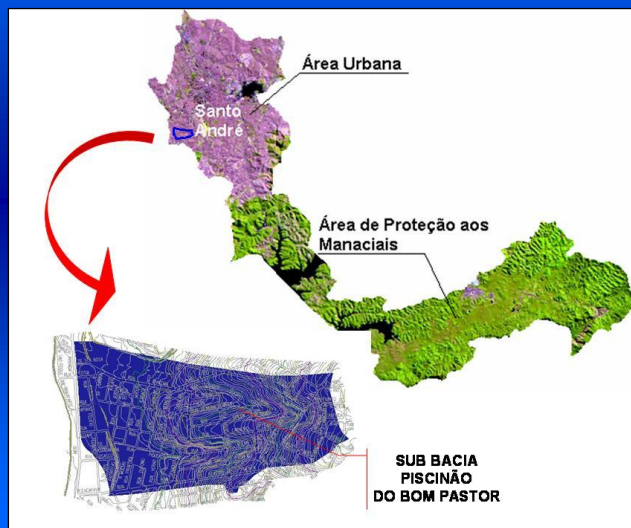
# **Projeto Bom Pastor**

**Santo André, SP**

## **Objetivos do Projeto**

- Parceria SEMASA/USP, com financiamento CT-Hidro/PROSAB e Cooperação Brasil-Itália
- Diagnóstico dos problemas ambientais do reservatório
- Integrar o reservatório à paisagem urbana
- Melhorar a qualidade de água
- Manter a função de controle de cheias
- Desenvolver tecnologia para integração deste tipo de equipamento no ambiente urbano

# A bacia e o município





## Monitoramento da qualidade da água



LEGENDA  
 ◆ Pontos de monitoramento

Localização dos pontos de monitoramento

### Físico-Químico – Tempo Seco – 14, 15 e 16/01/08

Parâmetros	Unidade (mg/L)	1 dia sem chuva		2 dias sem chuva		3 dias sem chuva	
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
DQO	O <sub>2</sub>	51	56	141	98	86	163
OD	O <sub>2</sub>	nd	0,8	nd	nd	nd	nd
DBO	O <sub>2</sub>	30	32	72	45	38	88
COT (Carbono Orgânico Total)	C	6,4	6,1	10,5	6,6	7,2	6,8
MSH	-	25	65	30	40	38	50
P (ortofosfatos)	P	0,6	1	0,6	0,6	1	1
NKT	N	14	11	13	14	14	15
NITROGÊNIO AMONIACAL	N	8	8	8	8	10	10
NITRITO	µgN-NO <sub>2</sub> /L	2	8	8	8	8	8
NITRATO	N	0,8	0,8	0,7	1	1,1	1,1
DUREZA	CaCO <sub>3</sub>	60	56	64	76	70	84
CALCIO	CaCO <sub>3</sub>	56	50	60	64	60	80
ALCALINIDADE	CaCO <sub>3</sub>	125	100	135	121	155	158
pH	-	6,8	6,5	6,8	6,7	6,6	6,6
TURBIDEZ	NTU	6,4	8,6	71	31	33	55
CONDUTIVIDADE	µs/cm <sup>2</sup>	445	424	461	481	482	496
SÓLIDOS EM SUSP. TOTAIS	-	34	29	216	39	50	50
SÓLIDOS EM SUSP. FIXOS	-	15	13	148	11	17	18
SÓLIDOS EM SUSP. VOLÁTEIS	-	19	16	68	28	33	32
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100mL	1.5*10 <sup>6</sup>	2.3*10 <sup>6</sup>	6.1*10 <sup>6</sup>	9.6*10 <sup>6</sup>	8*10 <sup>6</sup>	1.8*10 <sup>6</sup>
COLIFORMES FECAIS	NMP/100mL	6.2*10 <sup>6</sup>	2.6*10 <sup>6</sup>	7 *10 <sup>6</sup>	1.4*10 <sup>6</sup>	1.6*10 <sup>6</sup>	1.5*10 <sup>6</sup>

nd – não detectado (abaixo do limite de detecção do método)

### Metais – Tempo Seco – 14, 15 e 16/01/08

Parâmetros	Unidade	LD	LQ	Resultados						V.M.P.(*)
				1 dia sem chuva	2 dias sem chuva	3 dias sem chuva	1 dia sem chuva	2 dias sem chuva	3 dias sem chuva	
Ferro	mg/L	0,01	0,05	1,6	2,7	10	3,5	2,6	6,7	----
Manganês	mg/L	0,01	0,05	0,14	0,17	0,24	0,15	0,21	0,26	0,1
Mercurio	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002
Níquel	mg/L	0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025
Zinco	mg/L	0,01	0,05	0,06	0,08	0,62	0,05	0,06	0,11	0,18
Cobre	mg/L	0,001	0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,001	0,01	----
Chumbo	mg/L	0,001	0,005	0,01	0,01	0,06	0,01	< 0,001	0,01	0,01
Estanho	mg/L	0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	----
Cádmio	mg/L	0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Cromo	mg/L	0,001	0,005	< 0,001	< 0,001	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,05

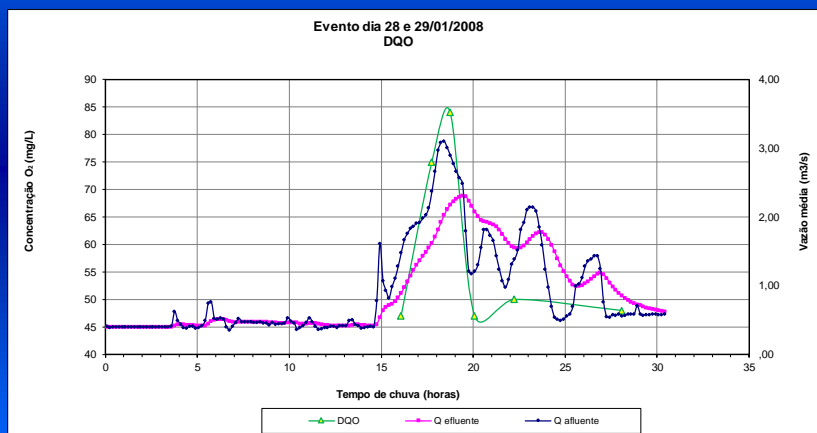
LD – Limite de Detecção LQ – Limite de Quantificação (\*) Abaixo do Limite de Detecção  
 (\*) V.M.P. - Valor Máximo Permitido conforme Decreto do Estado de São Paulo nº. 8468/76 - Artigo 13 (Rio Classe 4)



# Amostragem de Qualidade



# Polutograma



## Físico-Químico – Tempo Úmido – 30/01/08

Parâmetros	Unidade (mg/L)	Garrafas de Subida			Garrafas de Descida		
		0,5.m	1,0.m	1,5.m	0,5.m	1,0.m	1,5.m
DQO	O <sub>2</sub>	47	75	84	48	50	47
OD	O <sub>2</sub>	1	2,8	3,4	2,8	3	5
DBO	O <sub>2</sub>	20	25	30	33	25	20
COT (Carbono Orgânico Total)	C	5,7	4,8	2,7	(*)	2,9	(*)
MSH	-	120	160	180	(*)	80	(*)
P (ortofosfatos)	P	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1
NKT	N	3	3	4	(*)	3	(*)
NITROGÊNIO AMONICAL	N	nd	nd	nd	(*)	1	nd
NITRITO	µgN-NO <sub>2</sub> /L	400	171	33	(*)	9	(*)
NITRATO	N	3	3,4	2,2	(*)	2,6	(*)
DUREZA	CaCO <sub>3</sub>	50	22	18	(*)	28	24
CÁLCIO	CaCO <sub>3</sub>	40	19	14	(*)	23	22
ALCALINIDADE	CaCO <sub>3</sub>	46	32	20	50	30	28
pH	-	6,8	6,7	6,7	6,8	7,1	6,8
TURBIDEZ	NTU	6	5	14	15	16	61
CONDUTIVIDADE	µs/cm <sup>2</sup>	178	125	91	131	119	104
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO TOTAIS	-	2	2	6	(*)	8	(*)
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO FIXOS	-	0	0	4	(*)	2	(*)
SÓLIDOS EM SUSP. VOLÁTEIS	-	2	2	2	(*)	6	(*)
SÓLIDOS TOTAIS	-						
SÓLIDOS TOTAIS FIXOS	-						
SÓLIDOS TOTAIS VOLÁTEIS	-						
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100mL	2,4*10 <sup>6</sup>	2,7*10 <sup>6</sup>	8,3*10 <sup>6</sup>	-	-	-
COLIFORMES FECAIS	NMP/100mL	5,2*10 <sup>6</sup>	3*10 <sup>4</sup>	1,1*10 <sup>6</sup>	-	-	-

nd – não detectado (abaixo do limite de detecção do método)



## Definição da técnica de recuperação de qualidade da água na estrutura de detenção

Biofiltro  
+  
*Wetland*  
+  
Soluções de paisagismo





FIM