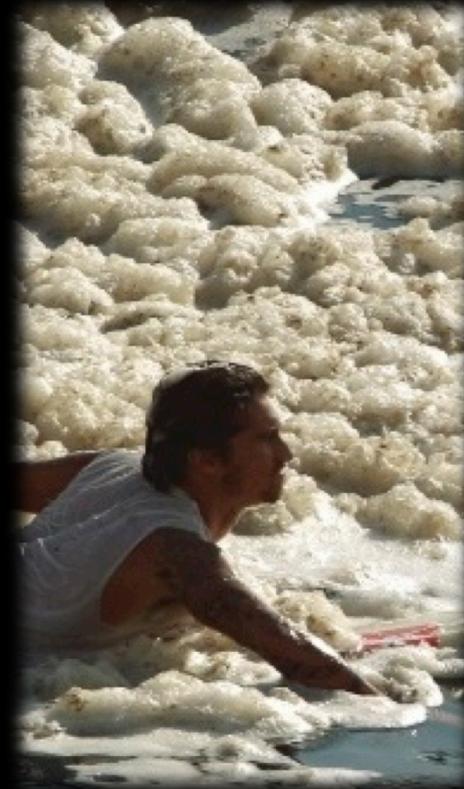


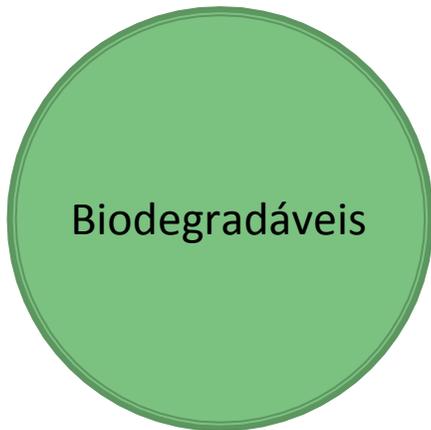
# QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA



**PHA 3203 – ENGENHARIA CIVIL E O MEIO AMBIENTE**

# Poluentes aquáticos

- Poluentes orgânicos:



- ▶ Microorganismos aeróbios: consumo de  $O_2$ , produção de  $CO_2$ 
  - ▶ Competição pelo  $O_2$ : depleção e morte de peixes
- ▶ Microorganismos anaeróbios: produção de  $CH_4$ ,  $CO_2$  e  $H_2S$



- ▶ Biodegradabilidade lenta ou nula
- ▶ Persistem no ambiente
- ▶ Ex: defensivos agrícolas, detergentes sintéticos, petróleo

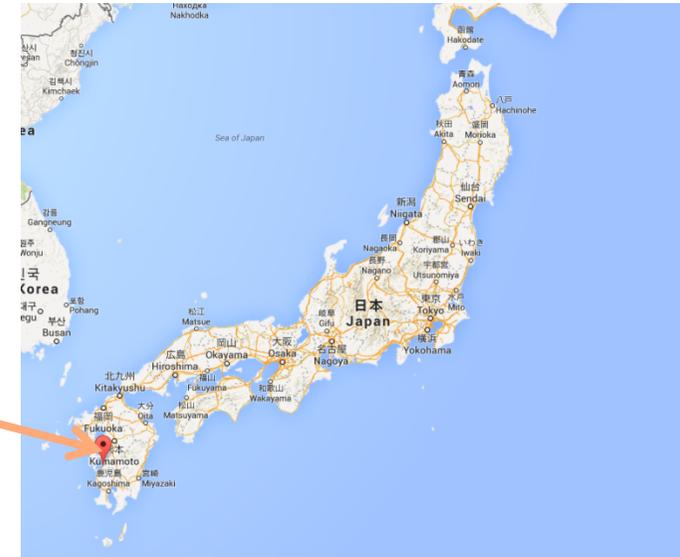
# Poluentes aquáticos

## ■ Metais:

- Micronutrientes (baixas concentrações)
- Toxicidade
- Bioacumulação
- Baía de Minamata (1953, Japão): Hg

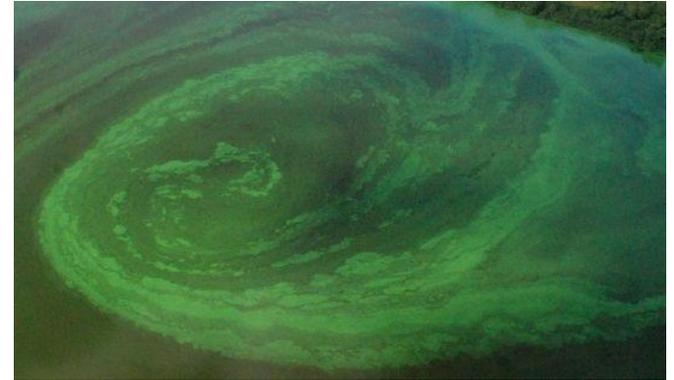
## ■ Radioatividade:

- Presente em águas naturais (baixas concentrações)
- Aumento devido a uso bélico, energético, médico, em pesquisa etc
- Danos imediatos e a longo prazo (genéticos)

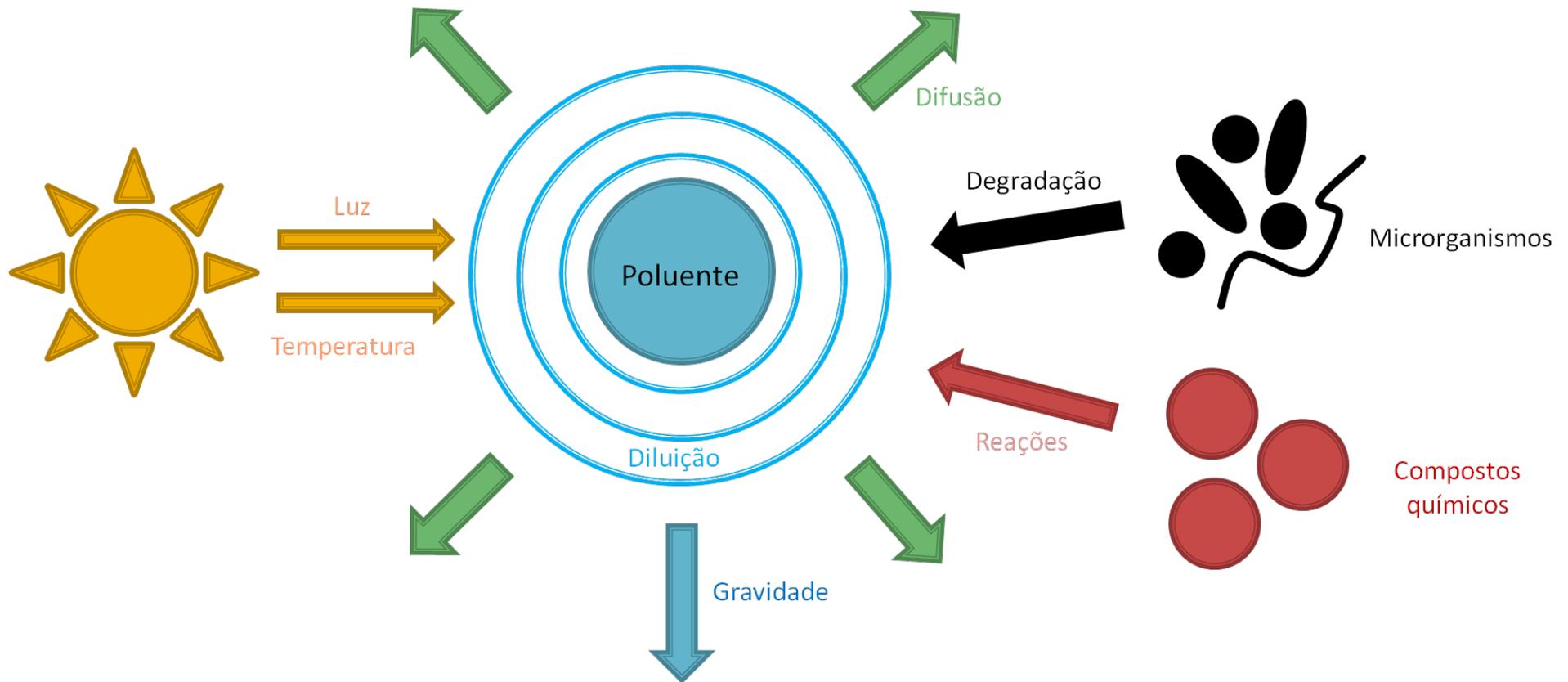


# Poluentes aquáticos

- Nutrientes: N e P
  - Fundamentais para a vida aquática
  - Limitam o crescimento de algas
  - Excesso: eutrofização
  - Fertilizantes
- Organismos patogênicos:
  - Diminuição da qualidade de vida humana e ocupação de boa parte dos leitos hospitalares
- Sólidos em suspensão: turbidez
- Calor: afeta a biota



# Poluentes aquáticos: interações



# Indicadores de qualidade

## ■ Físicos

Cor

Turbidez

Sabor

Odor

## ■ Químicos

pH

Salinidade

Dureza

Alcalinidade

Corrosividade

Fe e Mn

DBO

N e P

OD

Cloretos

Metais pesados

Fenóis

Detergentes

Agrotóxicos

Radioatividade

## ■ Biológicos

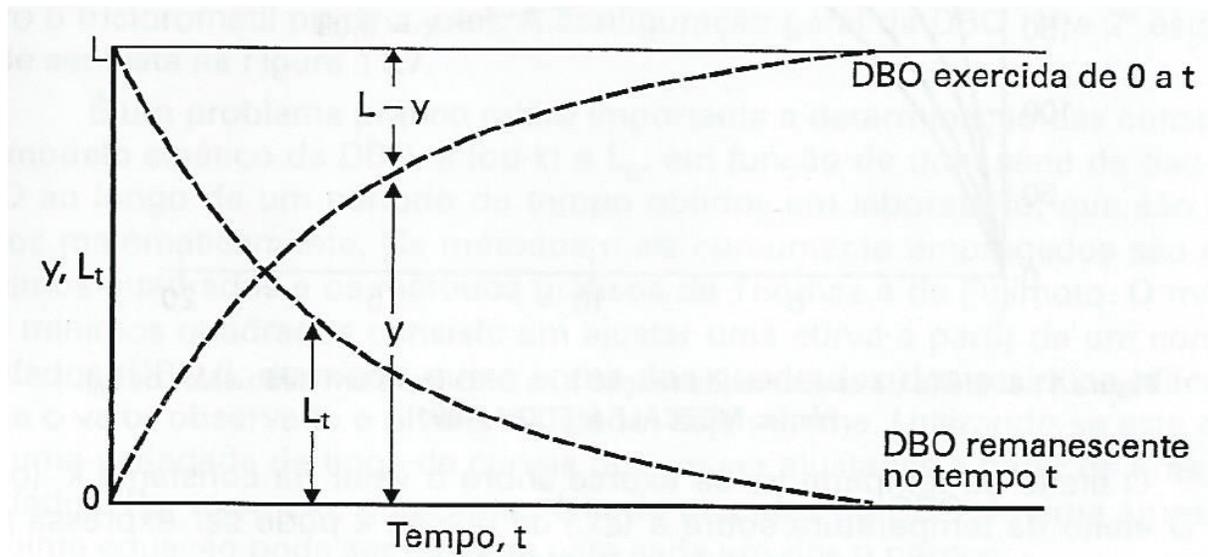
Algas

Coliformes

↳ Patogênicos

# Autodepuração

- Conceito de DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio
  - Medida indireta de matéria orgânica biodegradável



Fonte: Piveli & Kato (2006)

DBO<sub>5,20</sub><sup>dias</sup><sub>°C</sub>



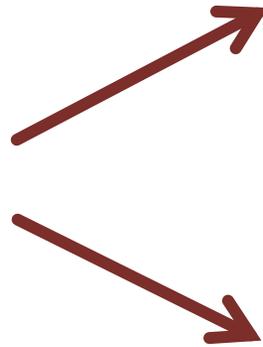
mg O<sub>2</sub>/L

Quantidade de oxigênio necessária para degradar biologicamente a matéria orgânica da amostra líquida

# Autodepuração

- Conceito de DQO: Demanda Química de Oxigênio
  - Medida indireta de matéria orgânica oxidável
  - Não faz distinção entre biodegradável e não-biodegradável

DBO/DQO



Alta: amostra muito biodegradável

Ex: esgoto sanitário

Baixa: amostra pouco biodegradável

Ex: efluente de indústrias metalúrgicas

# Autodepuração

- Modelo de Streeter-Phelps:

Variação da DBO:  $\frac{dL}{dt} = -k_1 L \Rightarrow L = L_0 e^{-k_1 t}$

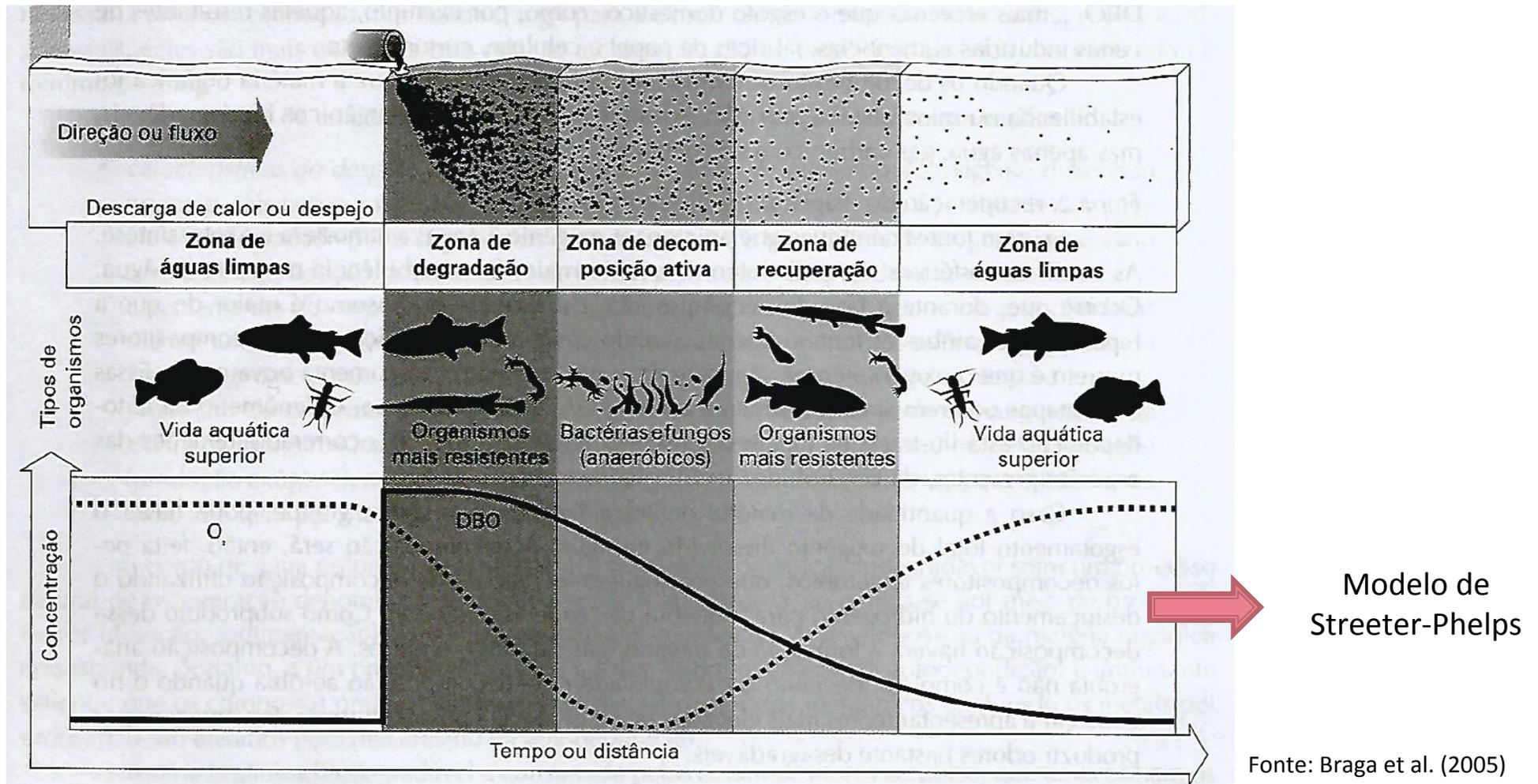
Re-oxigenação:  $\frac{dL}{dt} = -k_2 D$

Variação do déficit de oxigênio:  $\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D$

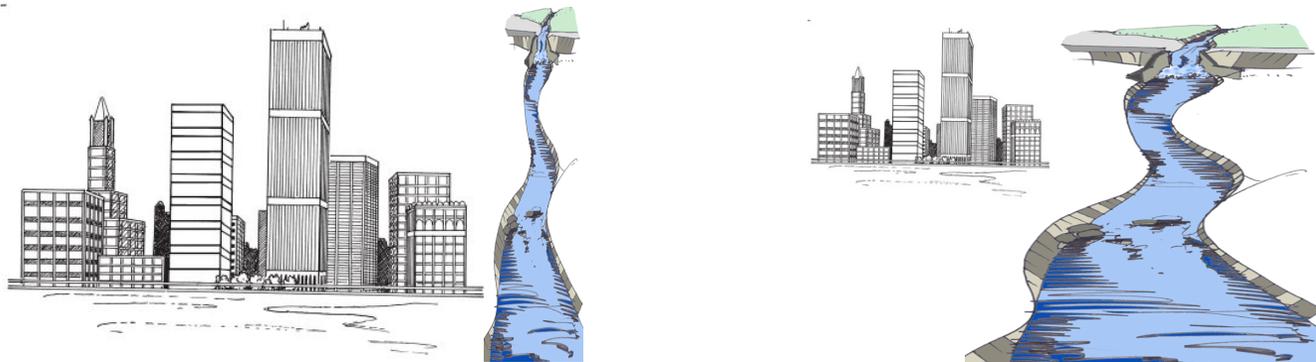
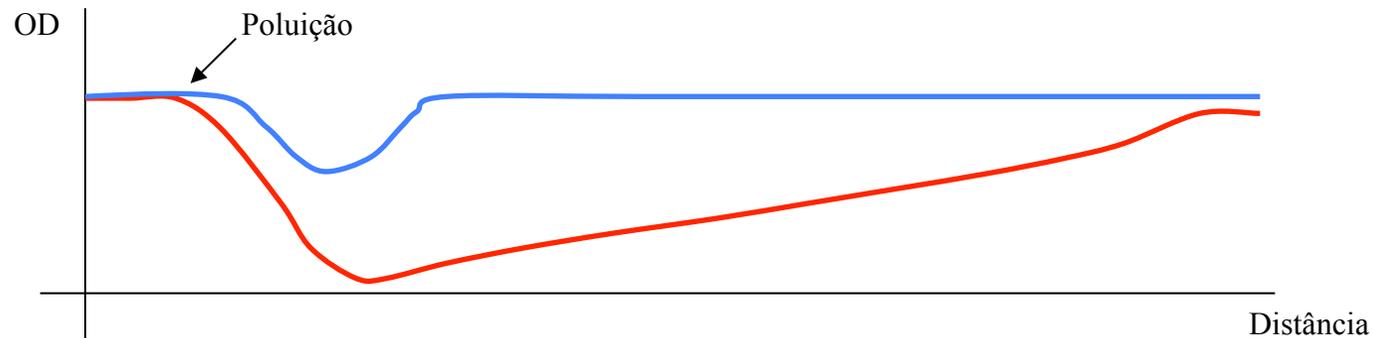
Integrando:  $D_t = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_0 e^{-k_2 t}$

# Autodepuração

- Corpos receptores têm uma capacidade limitada de autodepuração



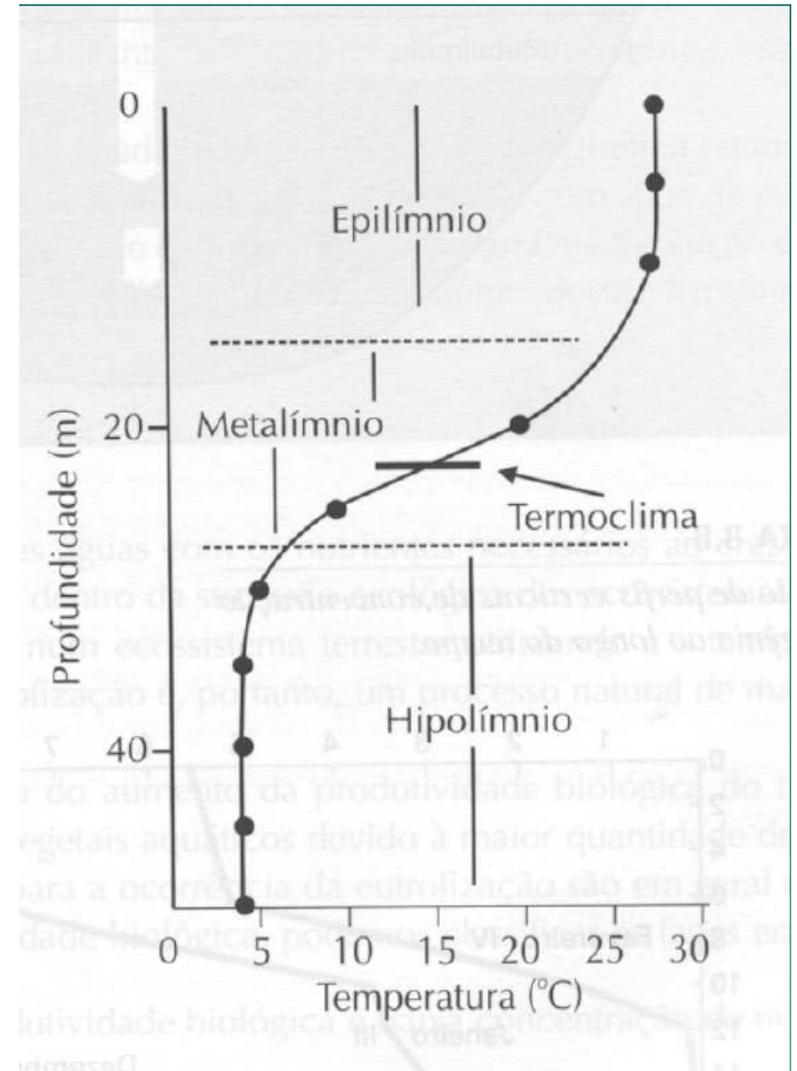
# Autodepuração



Porte da fonte poluidora e do corpo receptor  
são variáveis importantes

# Sistemas lacustres

- Estratificação térmica:
  - Variação de temperatura e densidade
  - Epilímnio: águas mais quentes e com OD
    - Melhor qualidade
  - Hipolímnio: águas frias, sem OD, com matéria orgânica
    - Pior qualidade
  - Homogeneização pode causar problemas na biota

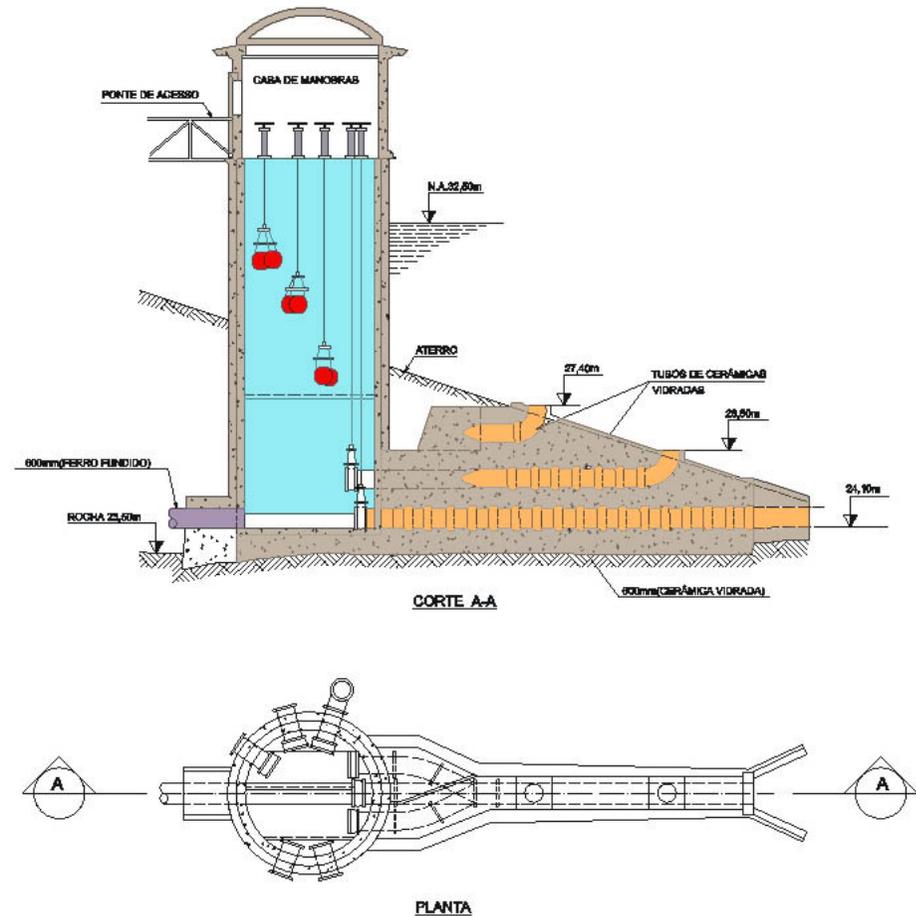


# Sistemas lacustres

- Tomada de água em lagos:
  - Variação de nível de captação

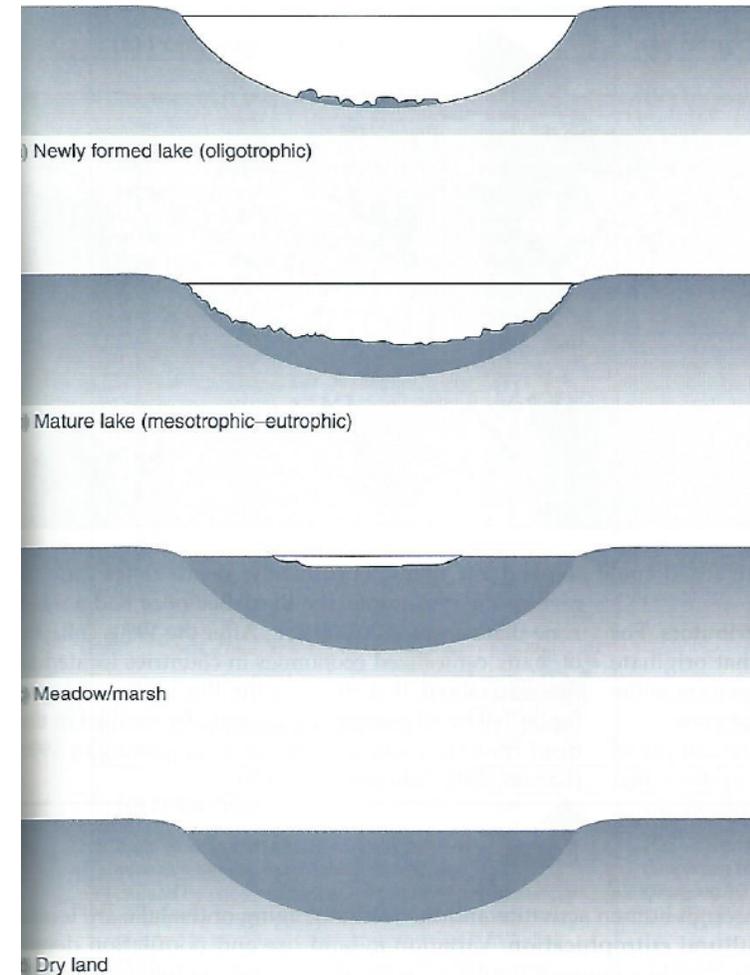


Captação no reservatório Billings



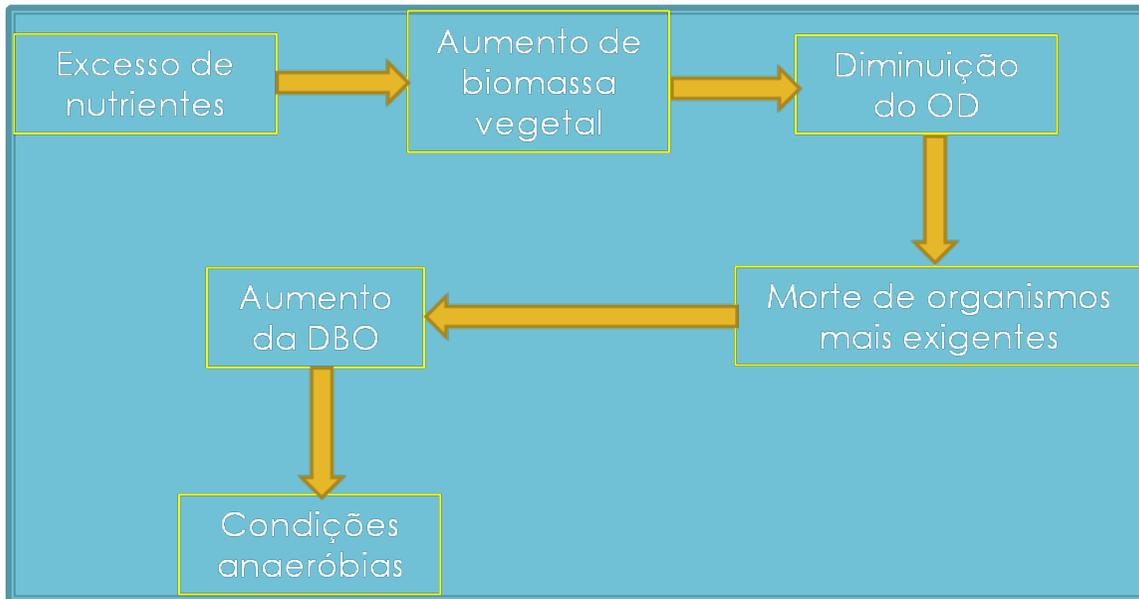
# Sistemas lacustres

- Eutrofização
  - Aumento da concentração de nutrientes
  - Processo natural ou acelerado pela atividade humana
- Eutrofização natural
  - Lagos se convertem em meios terrestres
  - Longos períodos



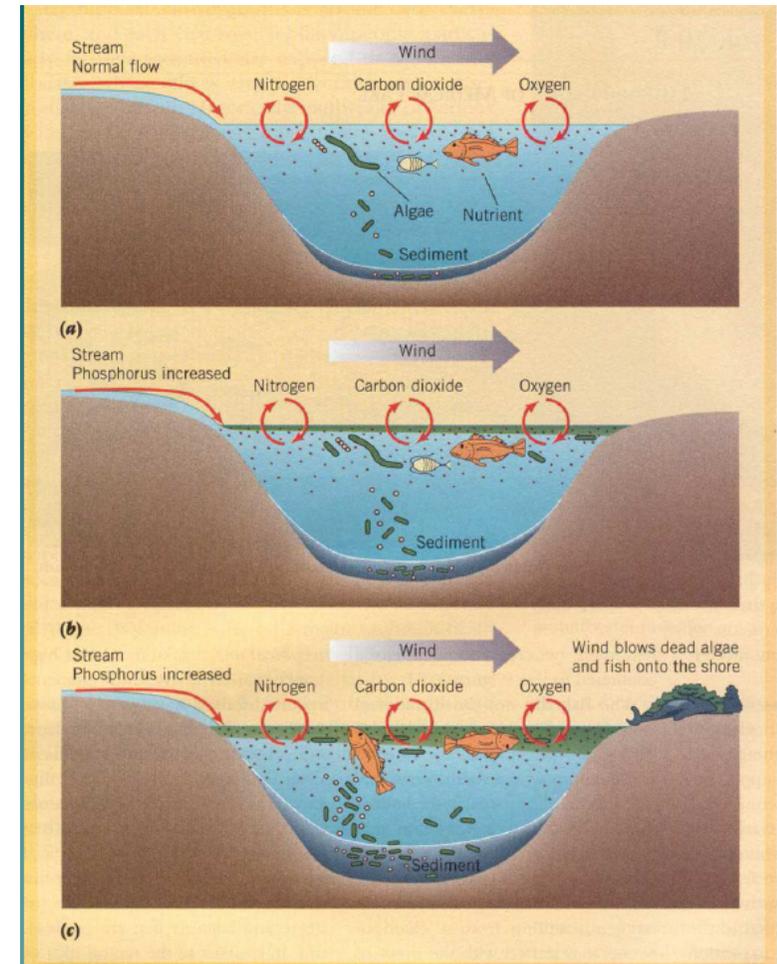
# Sistemas lacustres

## ■ Eutrofização acelerada pela atividade humana:



## ■ Controle da eutrofização acelerada

- Remoção de nutrientes N e P
- Controle de fertilizantes
- Tratamento terciário de águas residuárias (remoção dos organismos patogênicos ou N e P)



# Sistemas lacustres

Represa do  
Guarapiranga:



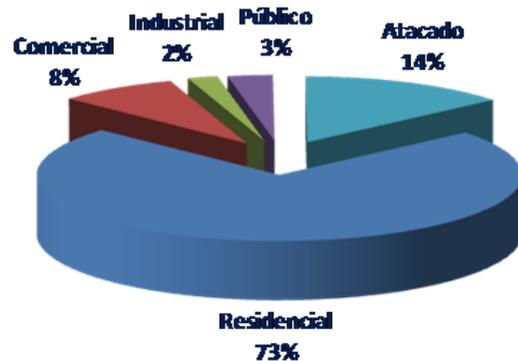
Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br/olhar-sobre-o-mundo/represa-guarapiranga/>



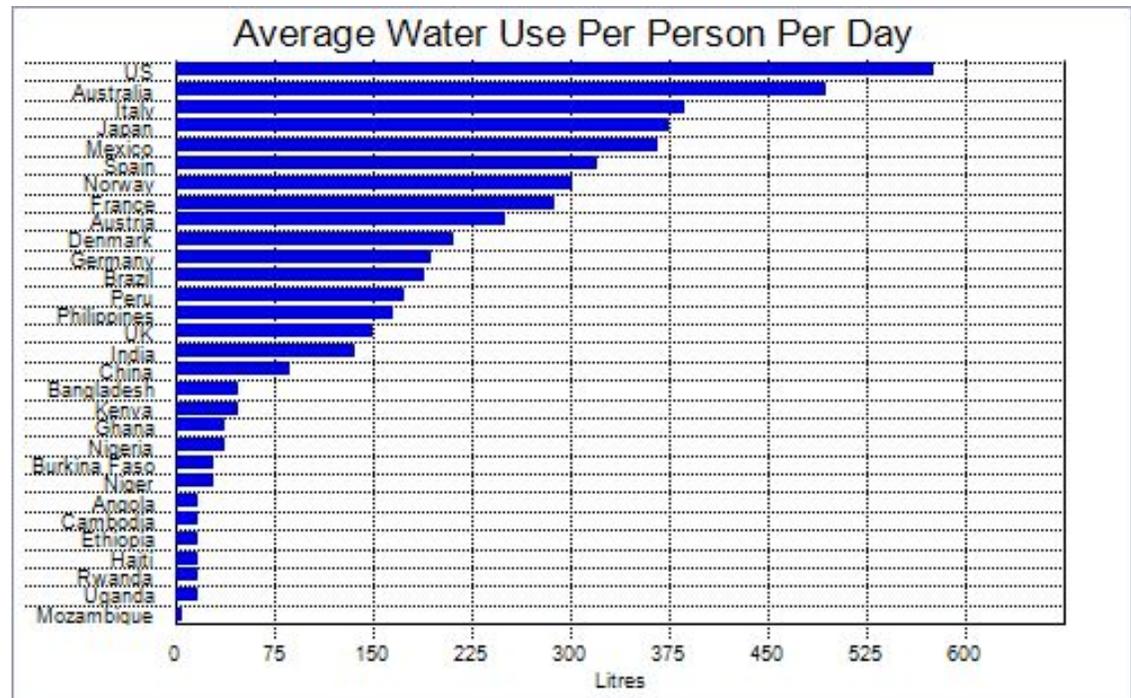
# Abastecimento de água

# Abastecimento de água

► Volume faturado por categoria (SABESP, 2011)

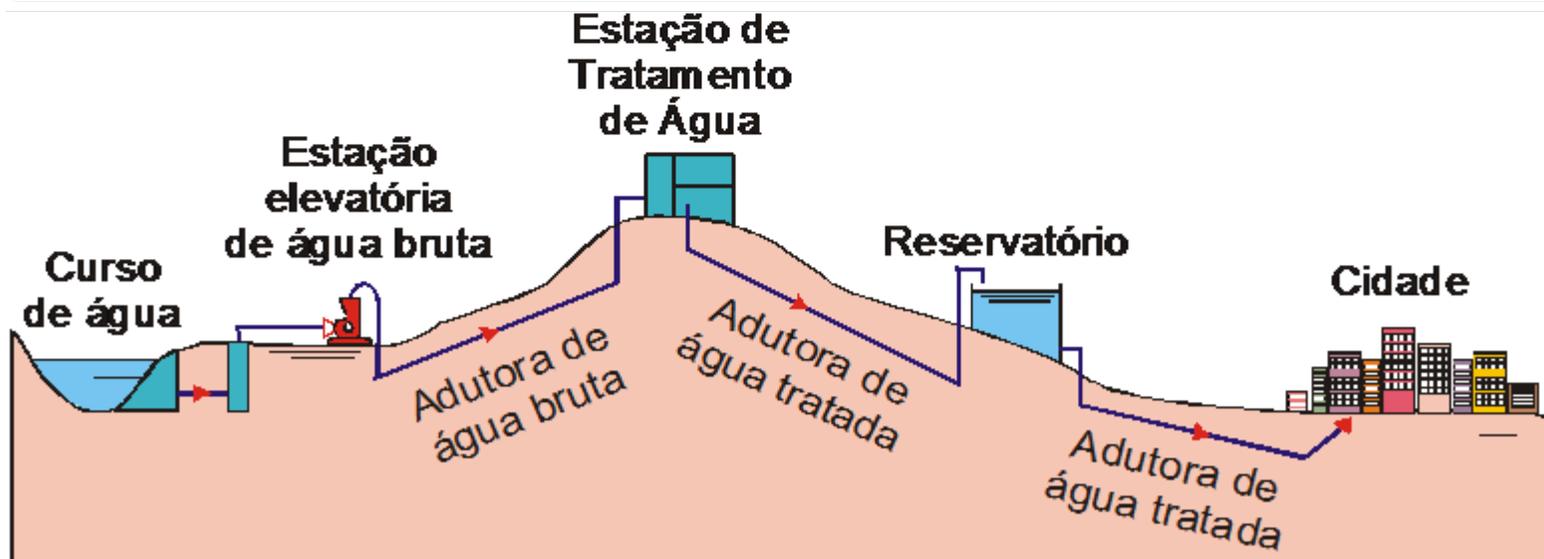
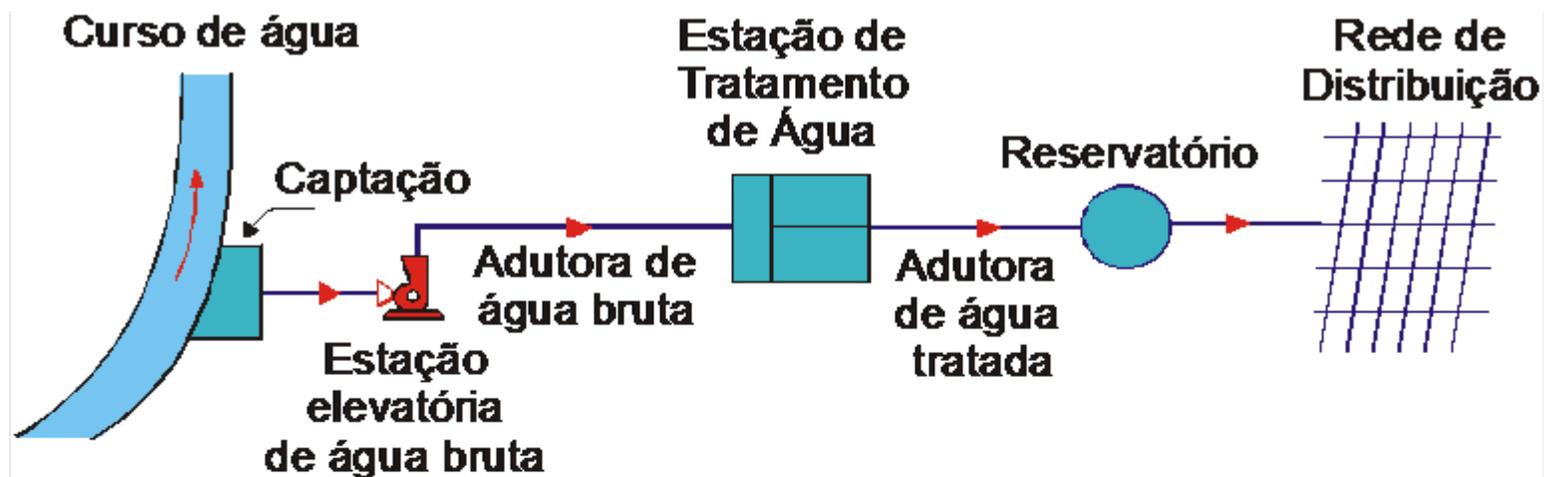


► Consumo per capita (L/hab.dia):



Disponível em: [http://www.data360.org/dsg.aspx?Data\\_Set\\_Group\\_Id=757](http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757)

# Abastecimento de água



# Captação de água

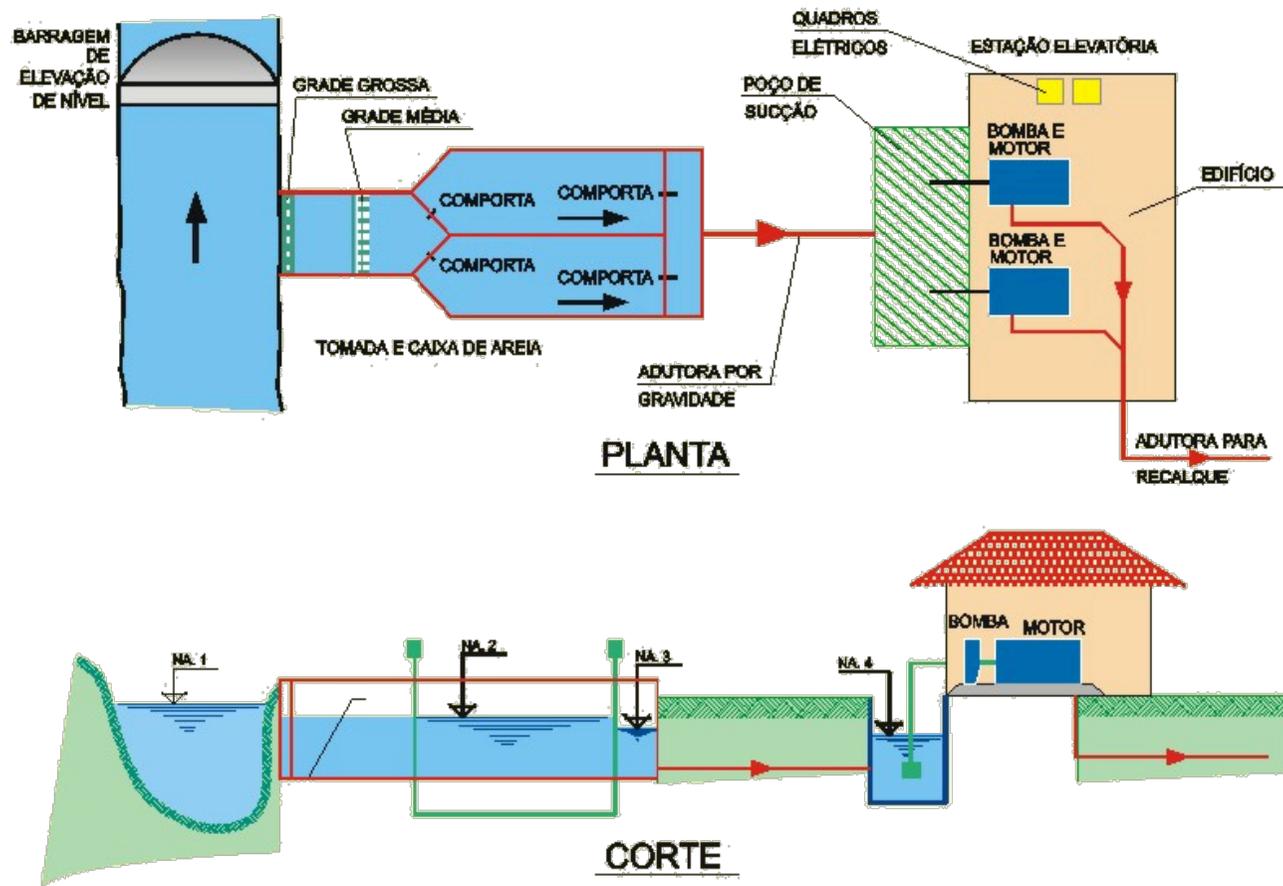
**Manancial:** fonte para o suprimento de água

**Mananciais superficiais:** Córregos, Rios, Lagos, Represas



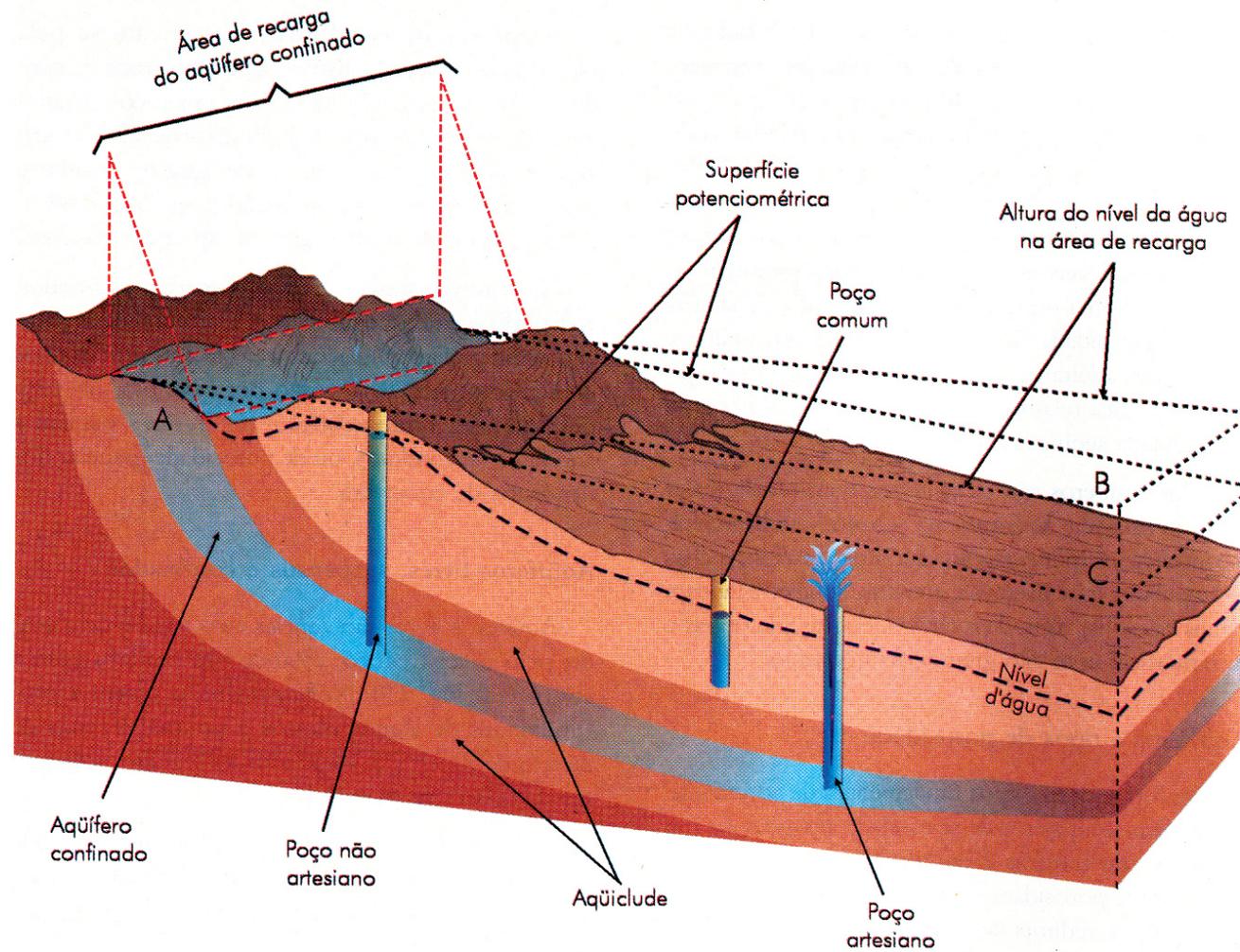
# Captação de água

## Mananciais superficiais: Rios



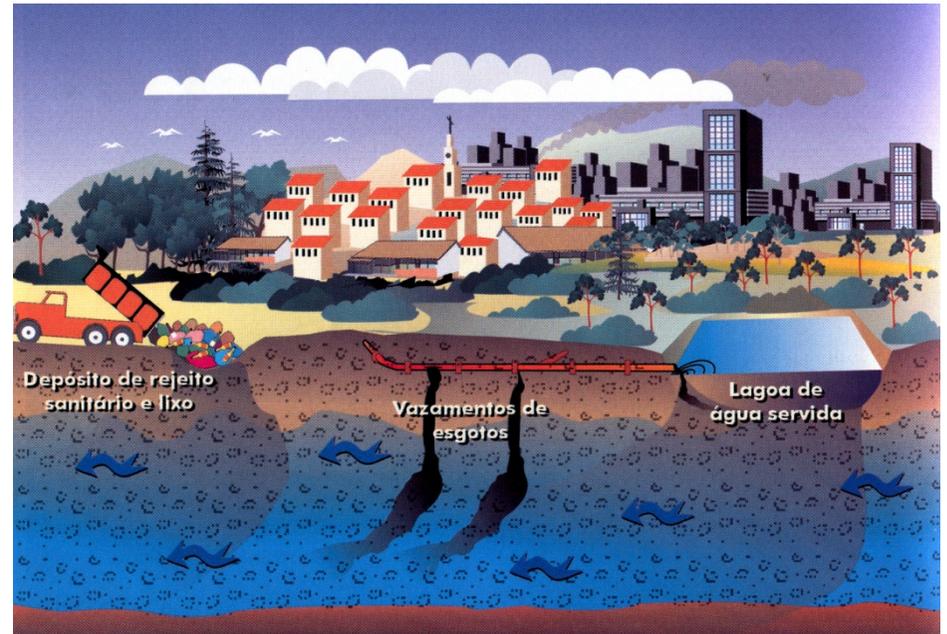
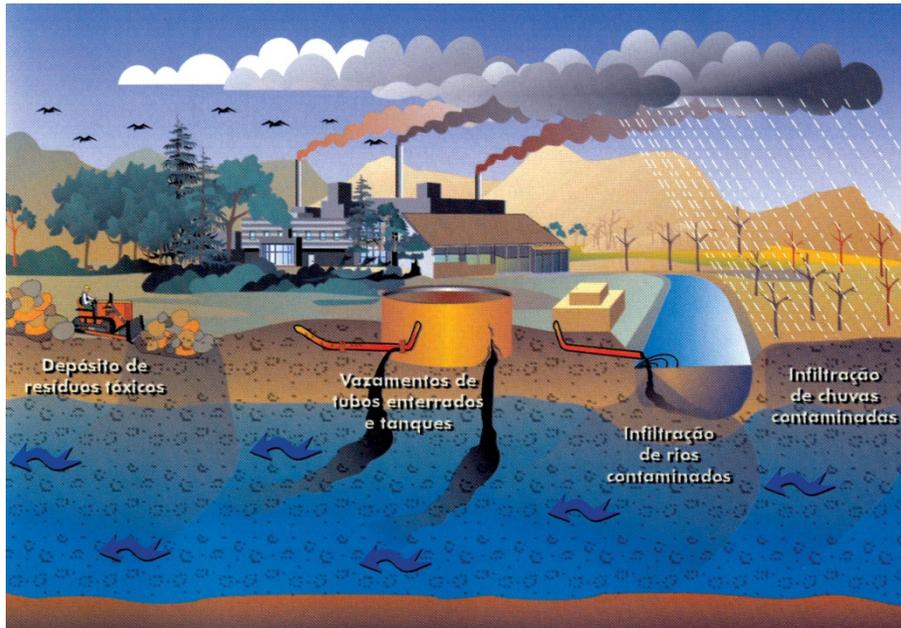
# Captação de água

## Águas subterrâneas



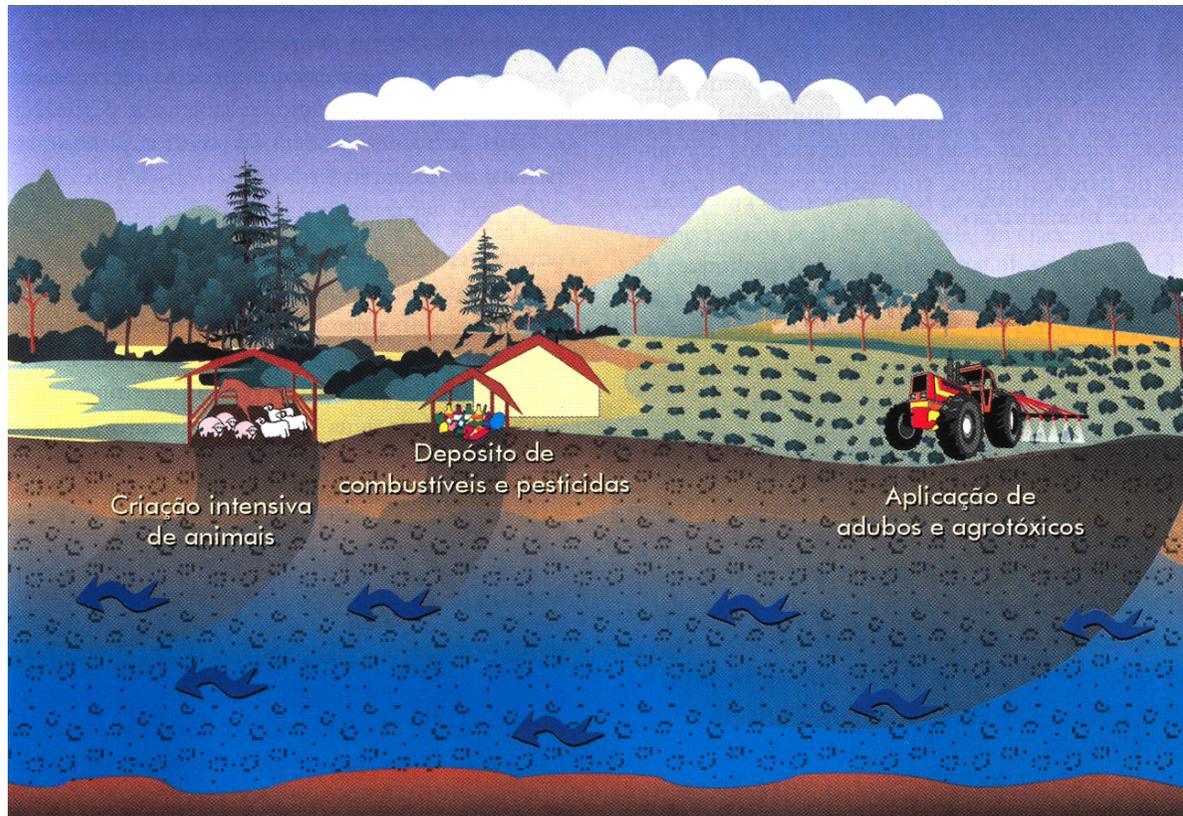
# Captação de água

## Contaminação de águas subterrâneas



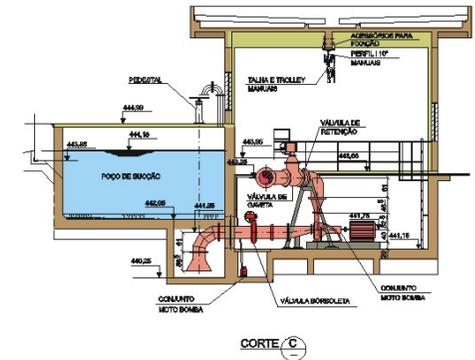
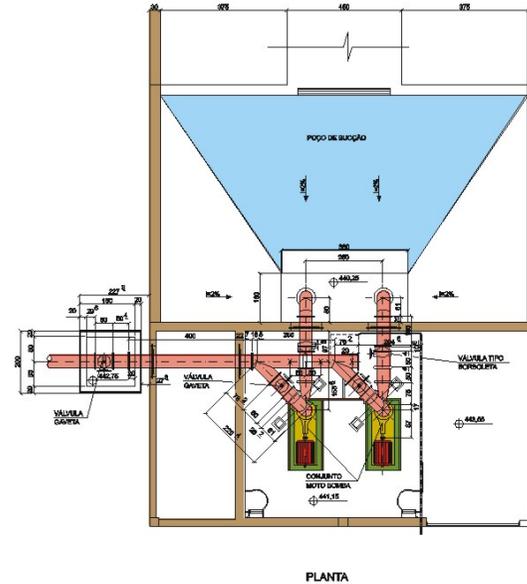
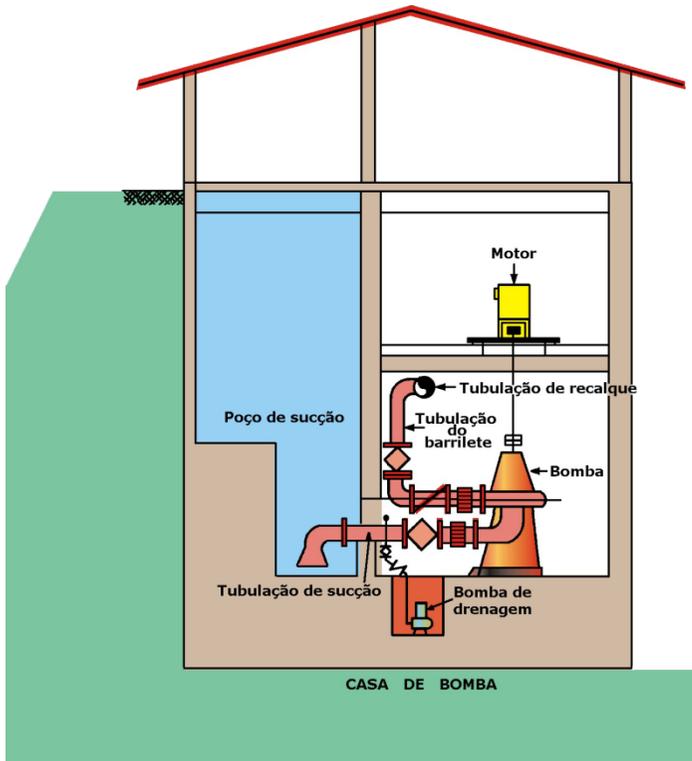
# Captação de água

## Contaminação de águas subterrâneas



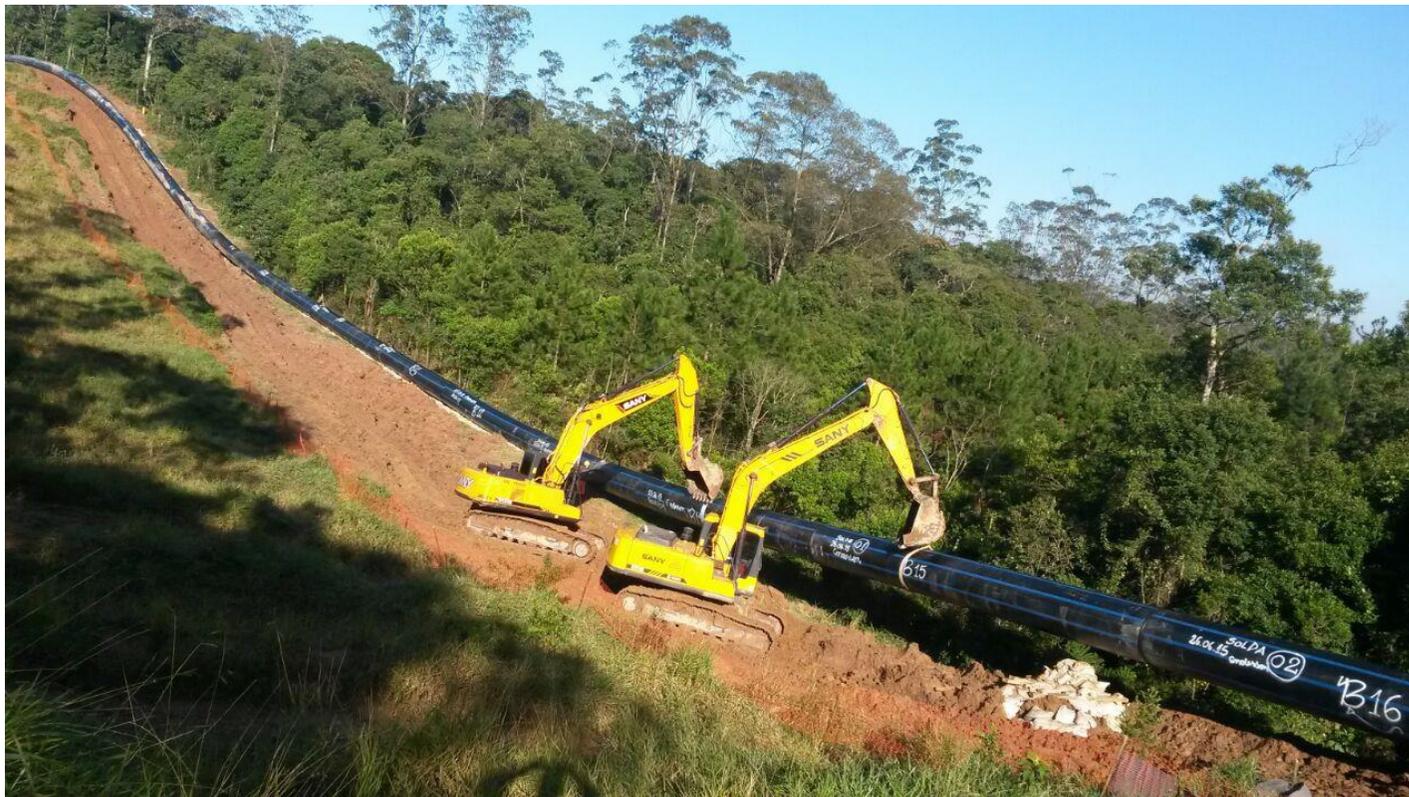
# Estações elevatórias

- Bombeamento de água bruta ou tratada



# Adutoras

- Tubulações para transporte de água bruta ou tratada: adução



# Estação de tratamento de água (ETA)

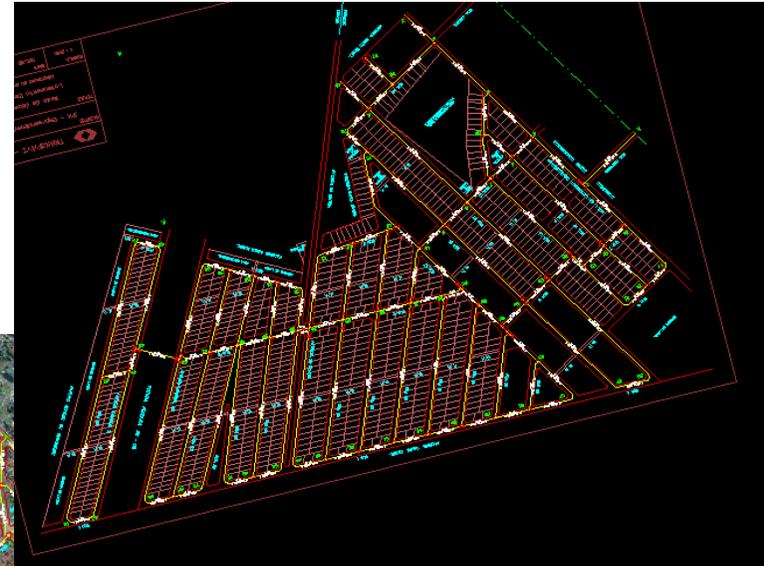
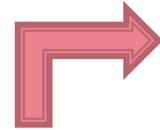
- Adequação da água para consumo público (próxima aula)



# Reservatórios



# Redes de abastecimento de água



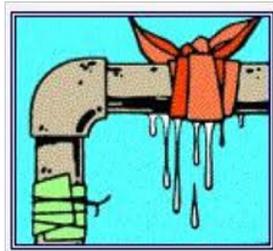
# Perdas de água

## DESPERDÍCIO

Mal uso da água

*Programas de uso racional da água*

(usuário)

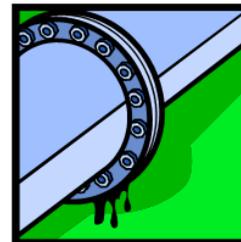


## PERDAS DE ÁGUA

Vazamentos e outras perdas

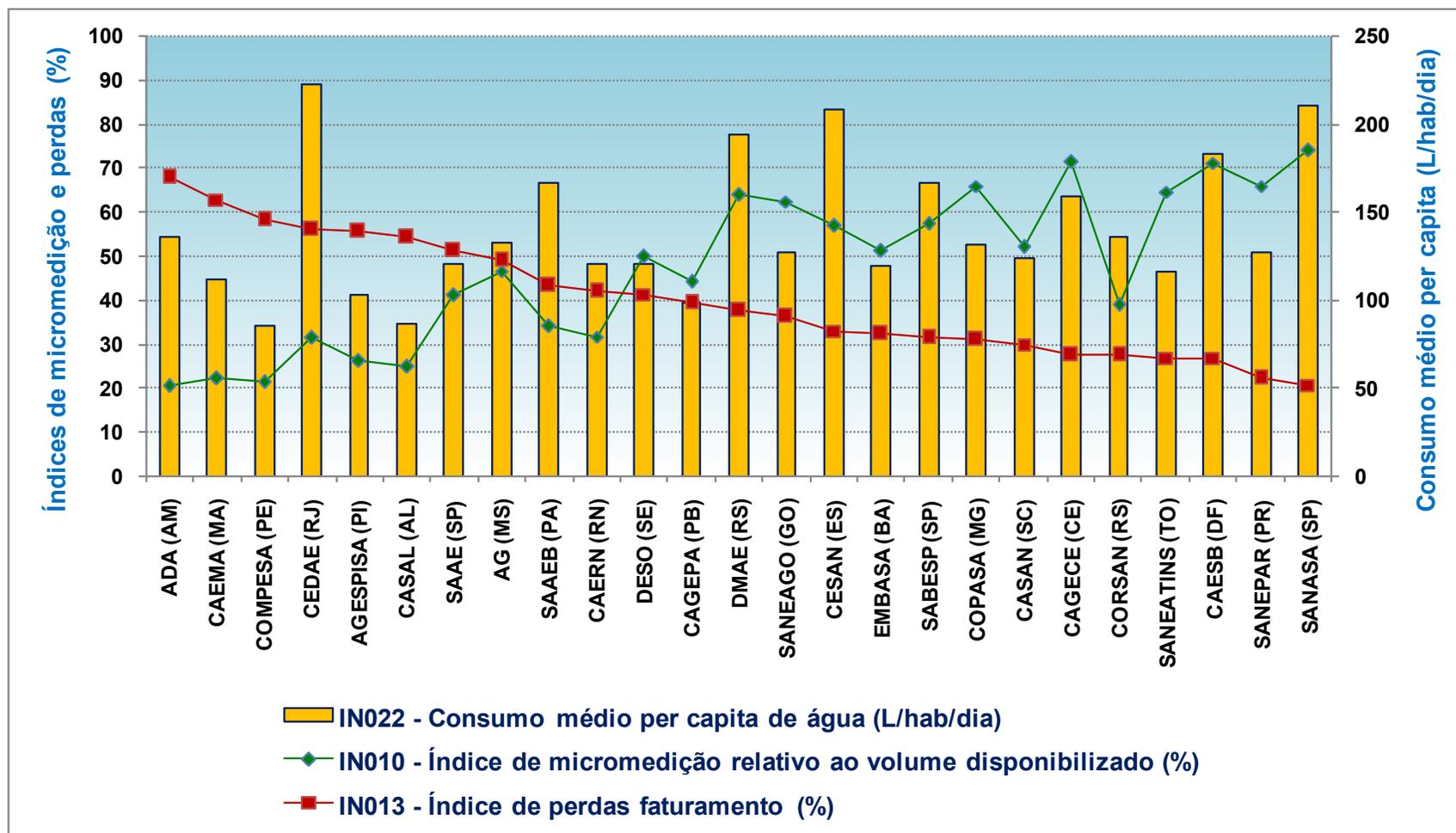
*Programas de controle de perdas*

(sistema)



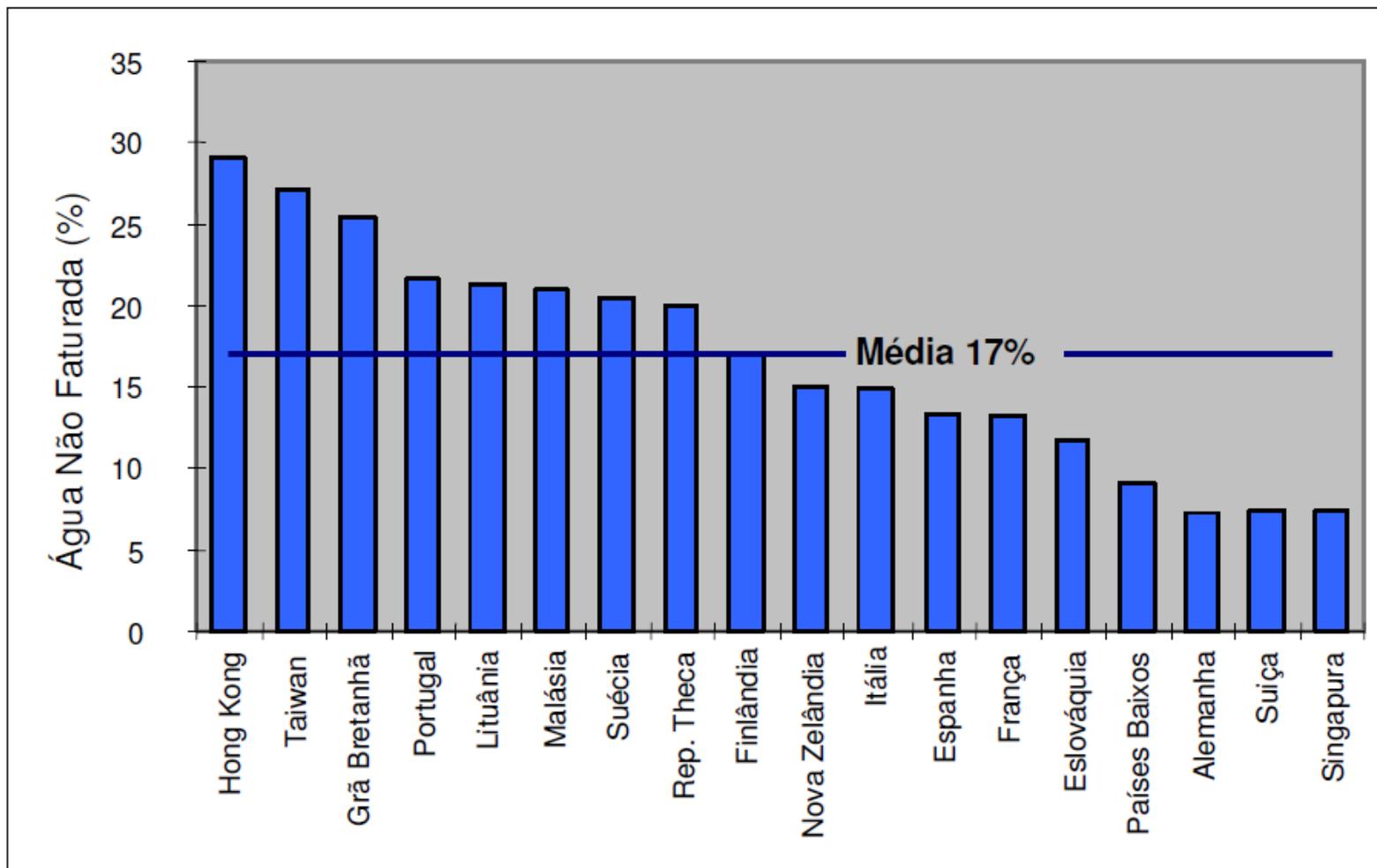
# Abastecimento de água

▶ Perdas no Brasil: 20 a 70%!



# Abastecimento de água

## ▶ Perdas em outros países





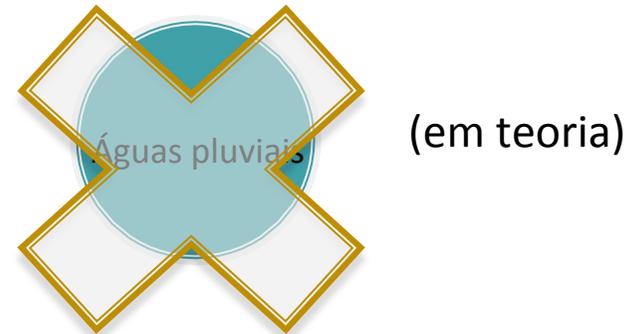
**Coleta de esgoto**

# Coleta de esgoto

- ▶ Esgoto sanitário:



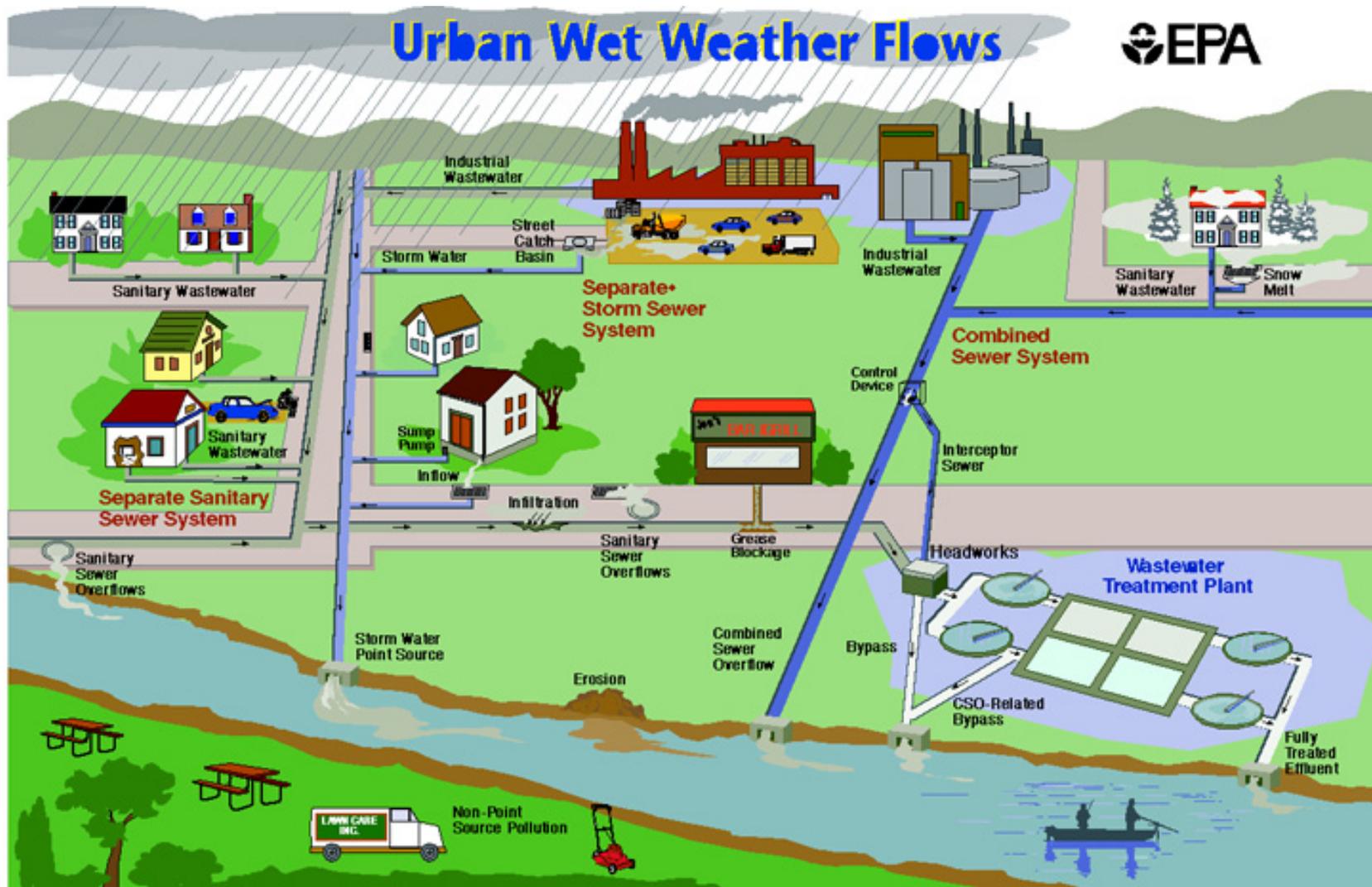
- ▶ Brasil: Sistema Separador Absoluto



- ▶ Composição: 99,9% água

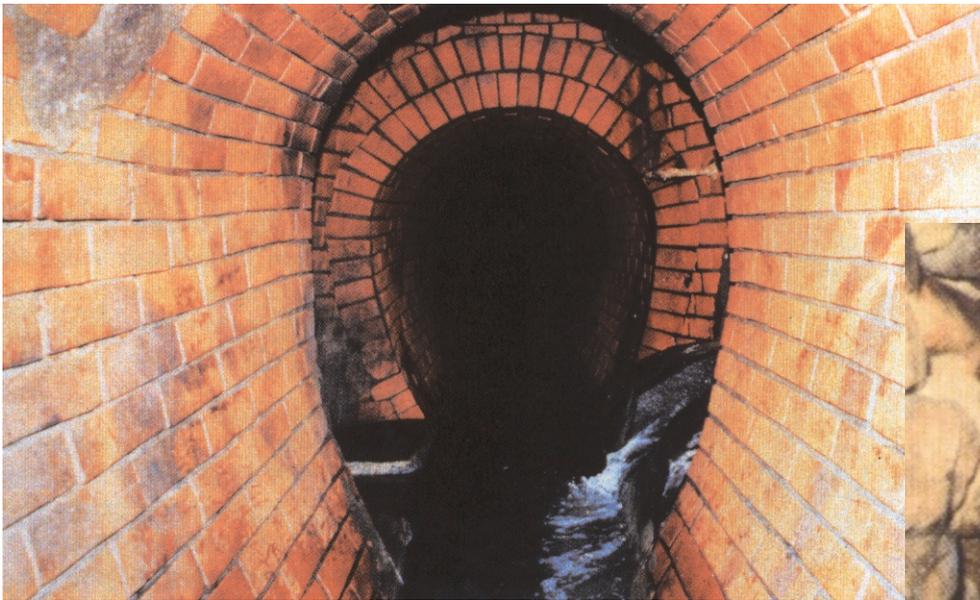
- ▶ Esgoto doméstico: grande quantidade, composição relativamente uniforme
- ▶ Esgoto industrial: menor quantidade, composição específica para cada caso

# Coleta de esgoto



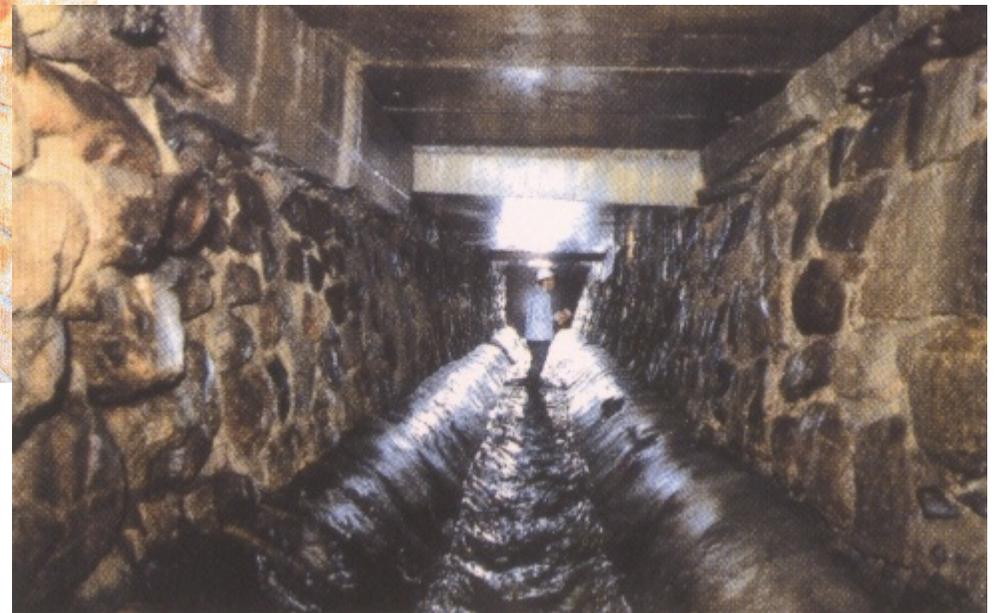
# Coleta de esgoto

- ▶ Exemplo: sistemas unitários (esgoto + águas pluviais)



Coletor em Tóquio (1884)

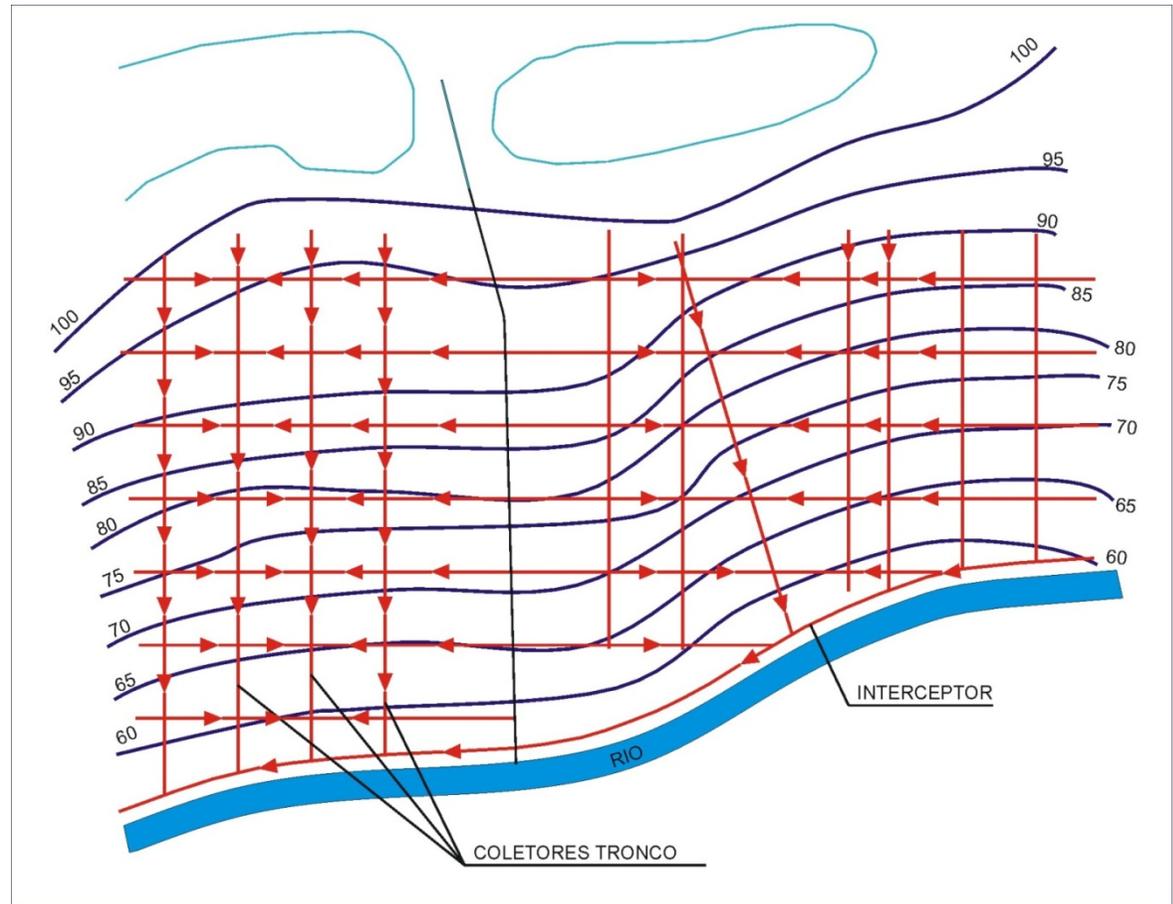
Coletor em Osaka (1573)



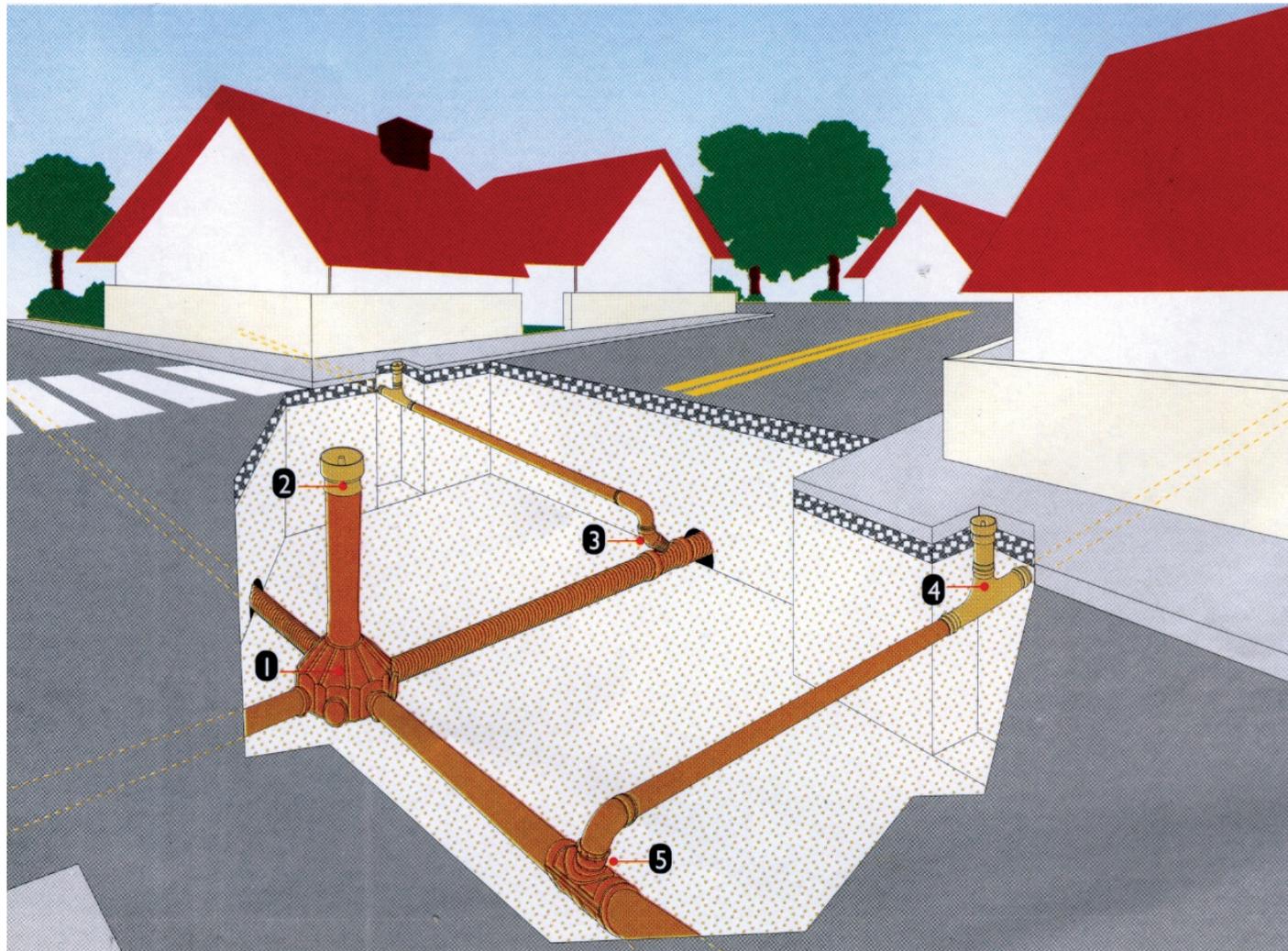
# Coleta de esgoto

## ▶ Partes constituintes:

- ▶ Rede coletora
- ▶ Interceptor
- ▶ Emissário
- ▶ Estação Elevatória (EEE)
- ▶ Sifão invertido
- ▶ Estação de Tratamento (ETE)
- ▶ Lançamento
  - ▶ Corpo receptor
  - ▶ Emissário submarino



# Rede de coleta de esgoto



- 1 • Til Radial Rede
- 2 • Tampão para Til
- 3 • Ligação domiciliar com Junção 45°
- 4 • Til Ligação Predial
- 5 • Ligação domiciliar com Selim

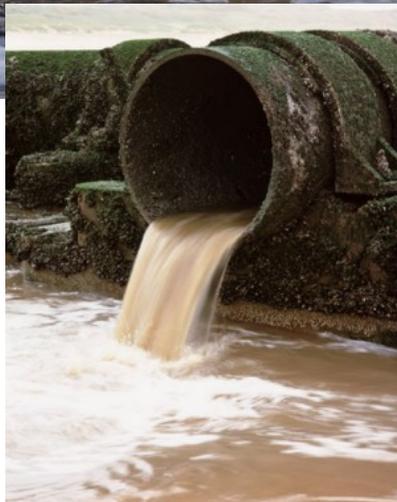
# Estação de tratamento de esgoto (ETE)

- ▶ Redução da carga de poluentes para lançamento (próxima aula)



# Lançamento

- ▶ Rios, represas ou lagos



- ▶ Emissários submarinos





# Drenagem urbana

# Drenagem urbana

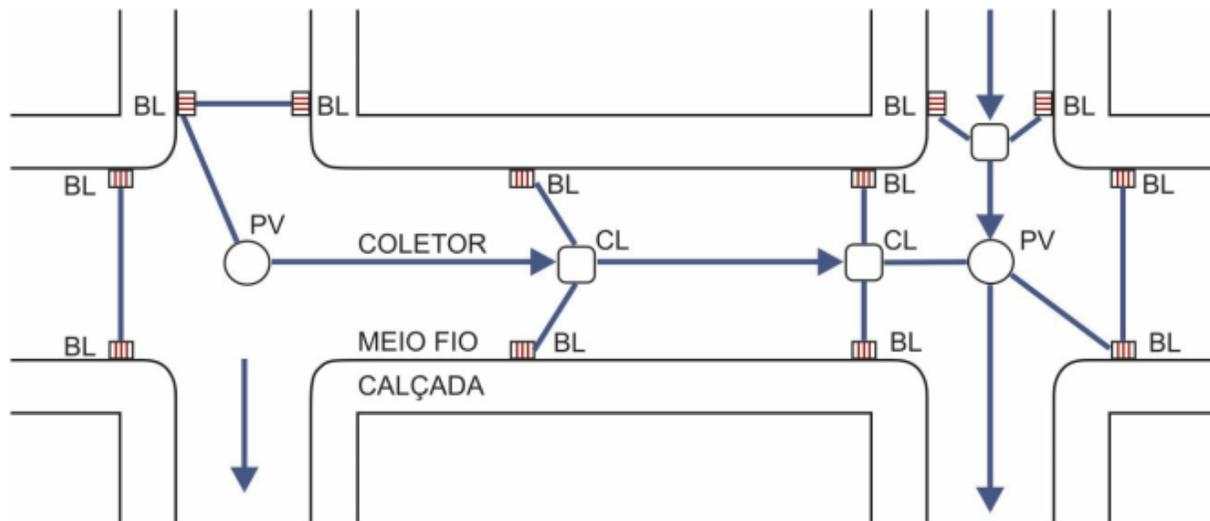
- Excesso de água? Ou obstáculos ao escoamento das águas?
- Ocupação historicamente desordenada
- Impermeabilização das superfícies
- Ocupação de áreas de várzea



São Paulo, 1970  
<http://fotografia.folha.uol.com.br/>

# Drenagem urbana

- Microdrenagem:



Fonte: Manual de Drenagem (2012)

# Drenagem urbana

- Macrodrenagem:



Piscinões



Canalização de rios



Dissipadores de energia

# Poluição pela carga difusa

