

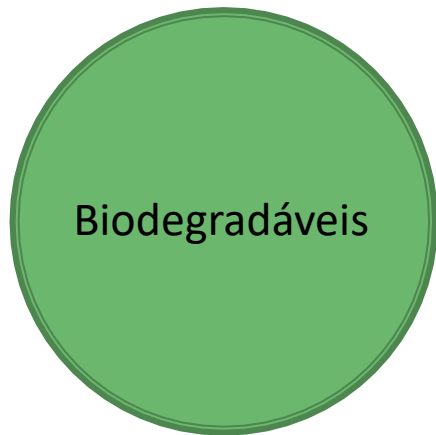
QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA



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

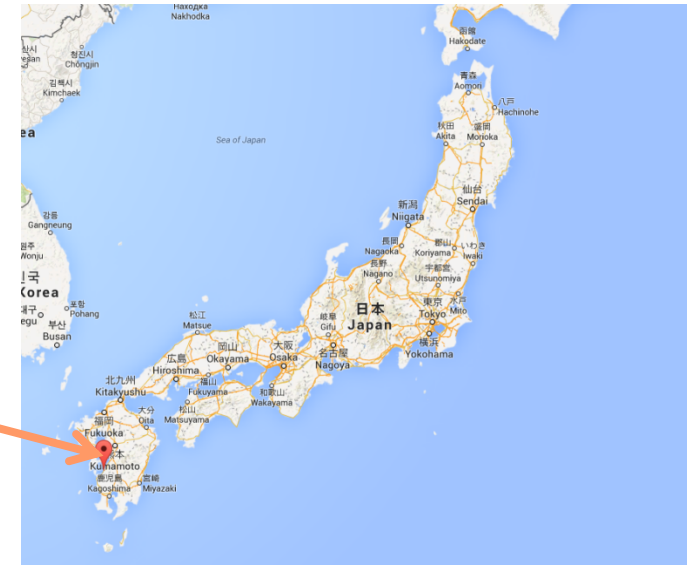
Poluentes aquáticos

■ Metais:

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

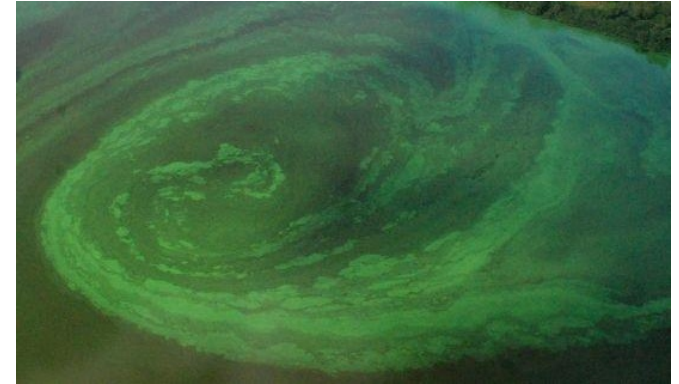
■ Radioatividade:

- 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



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

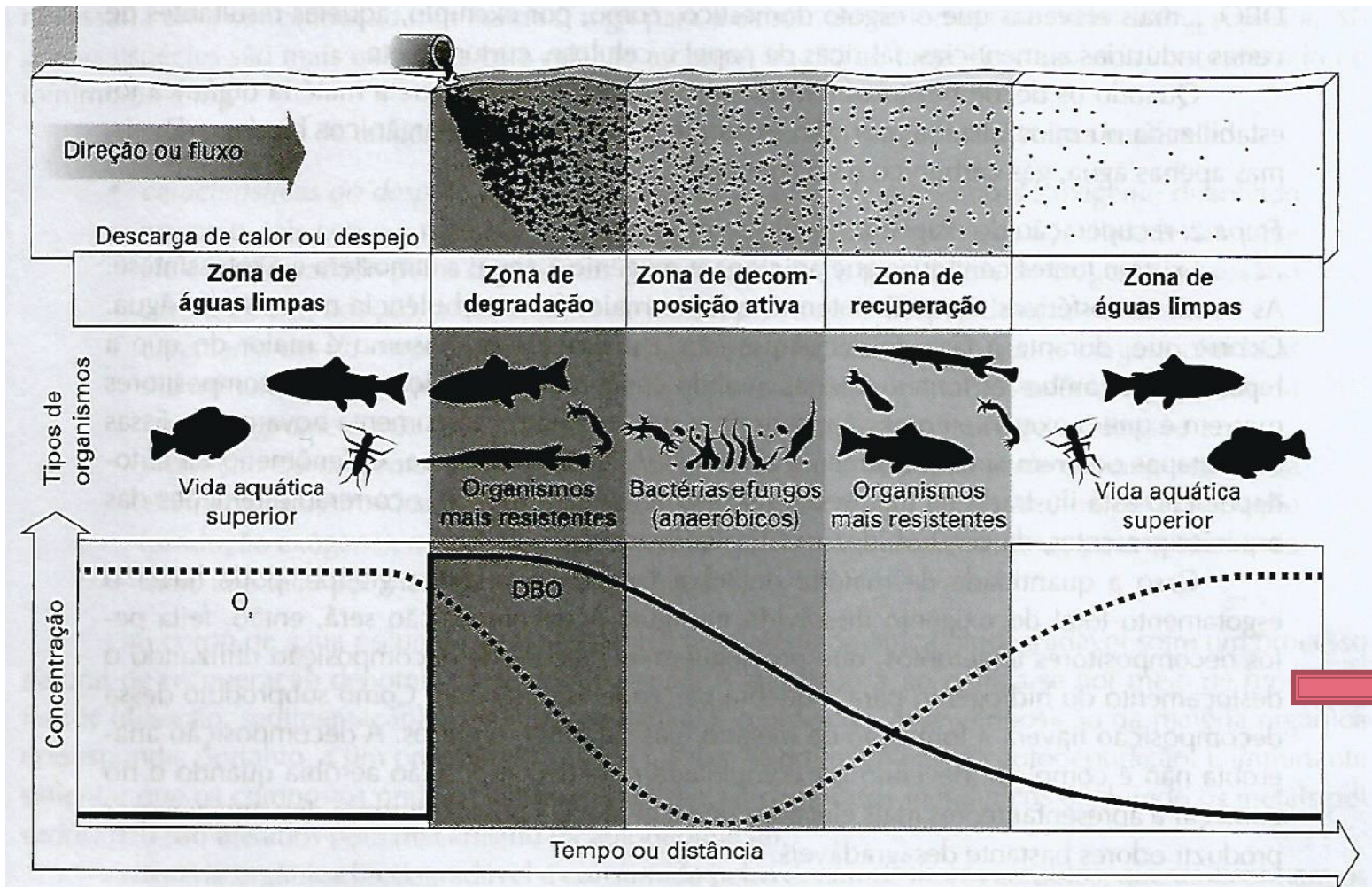
↳ Patogênicos

Qualidade de água bruta

- Ambientes lóticos (águas em movimento)
- Ambientes lênticos (águas paradas)

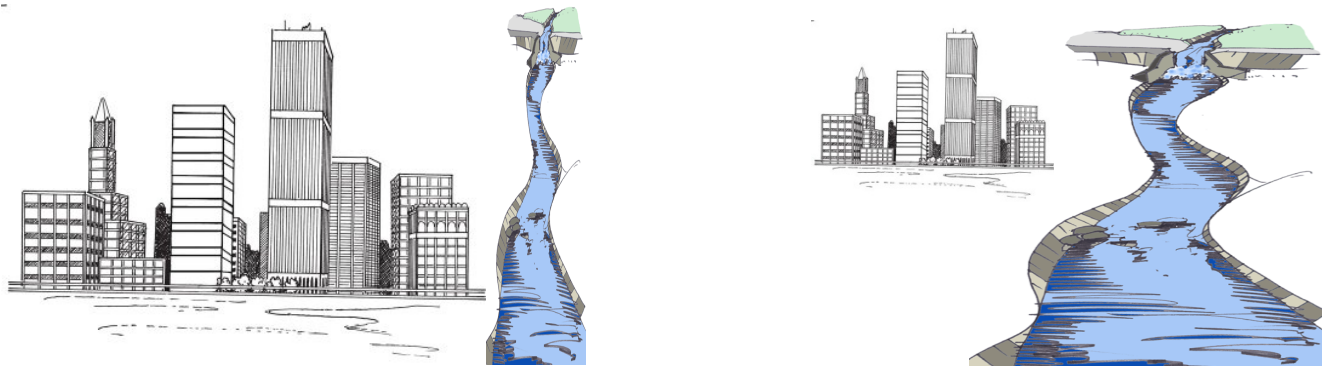
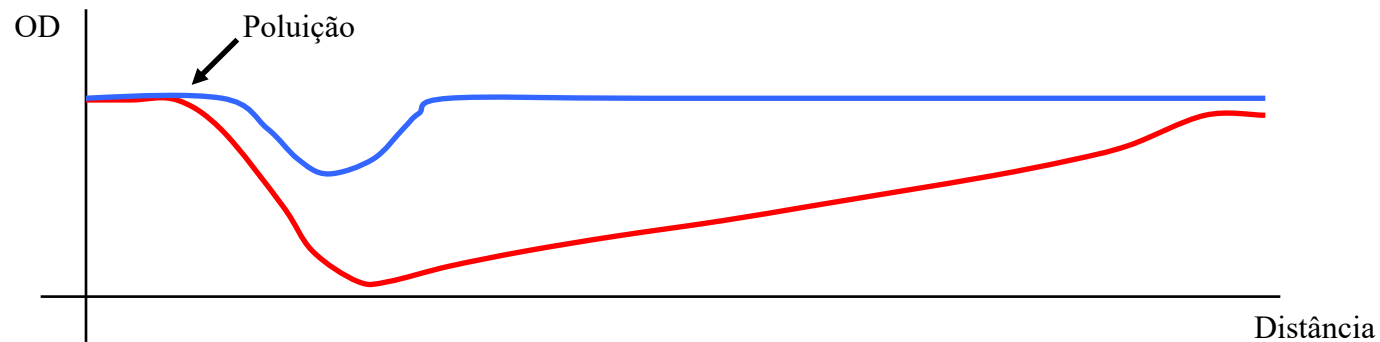
Autodepuração

- Corpos receptores têm uma capacidade limitada de autodepuração



Fonte: Braga et al. (2005)

Autodepuração

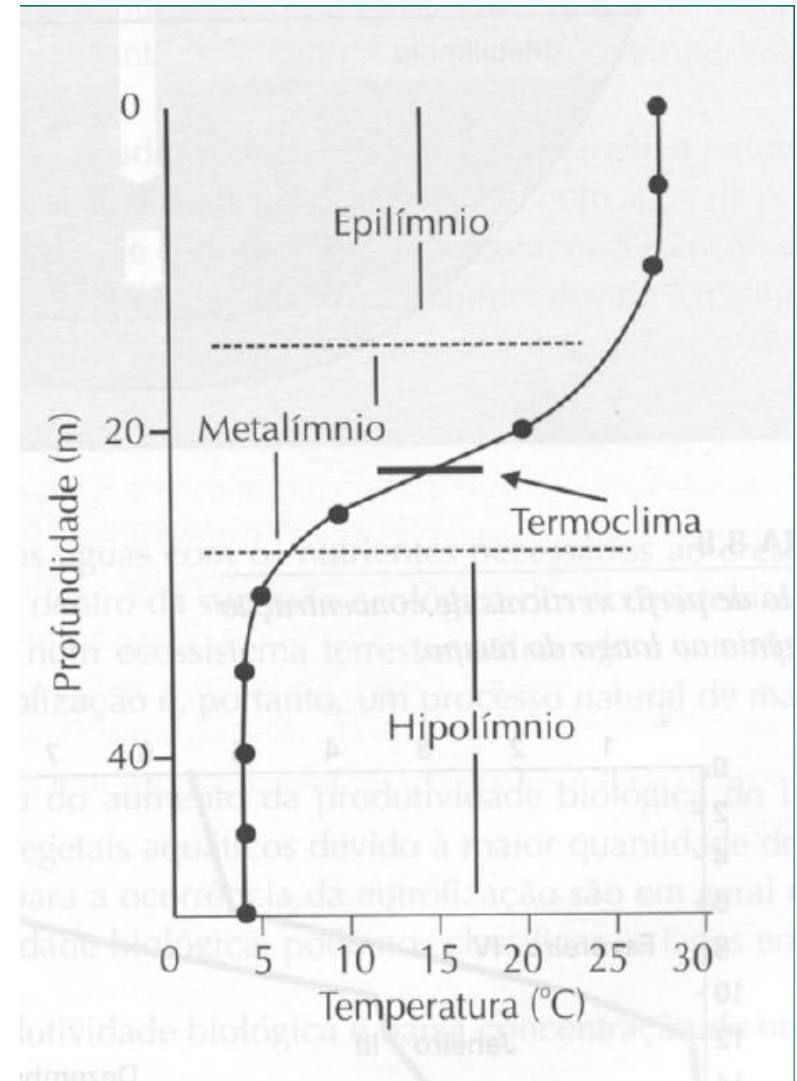


Porte da fonte poluidora e do corpo receptor
são variáveis importantes

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

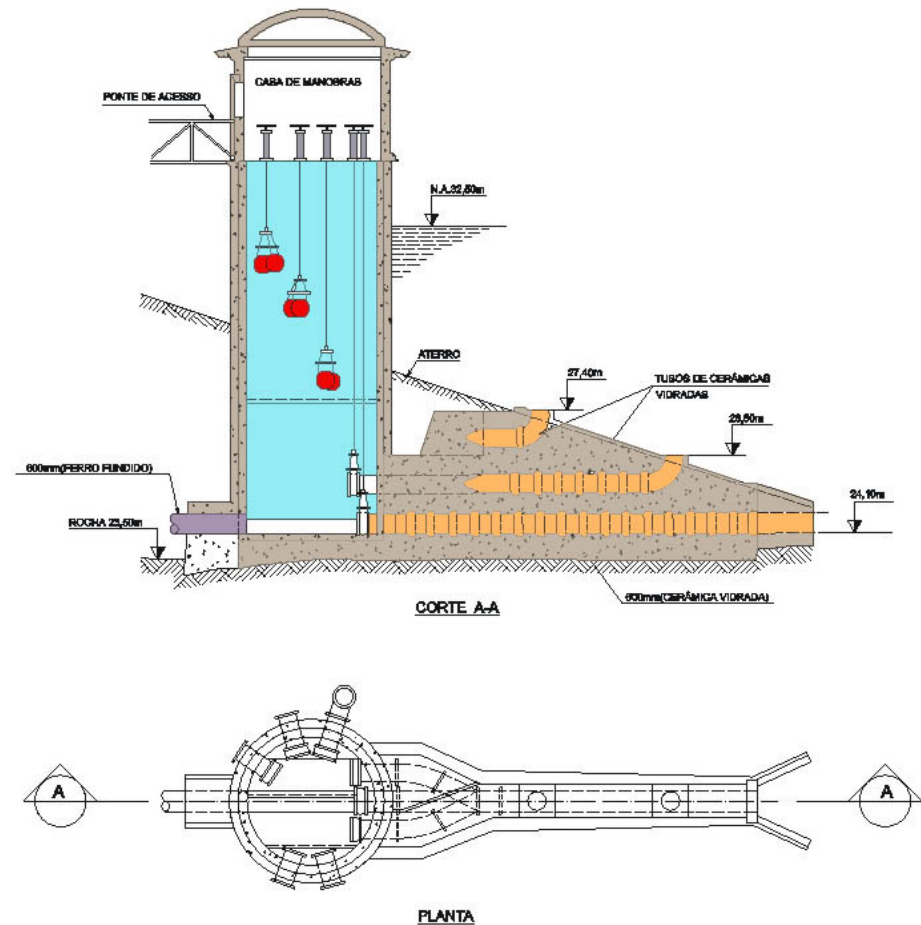


Sistemas lacustres

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

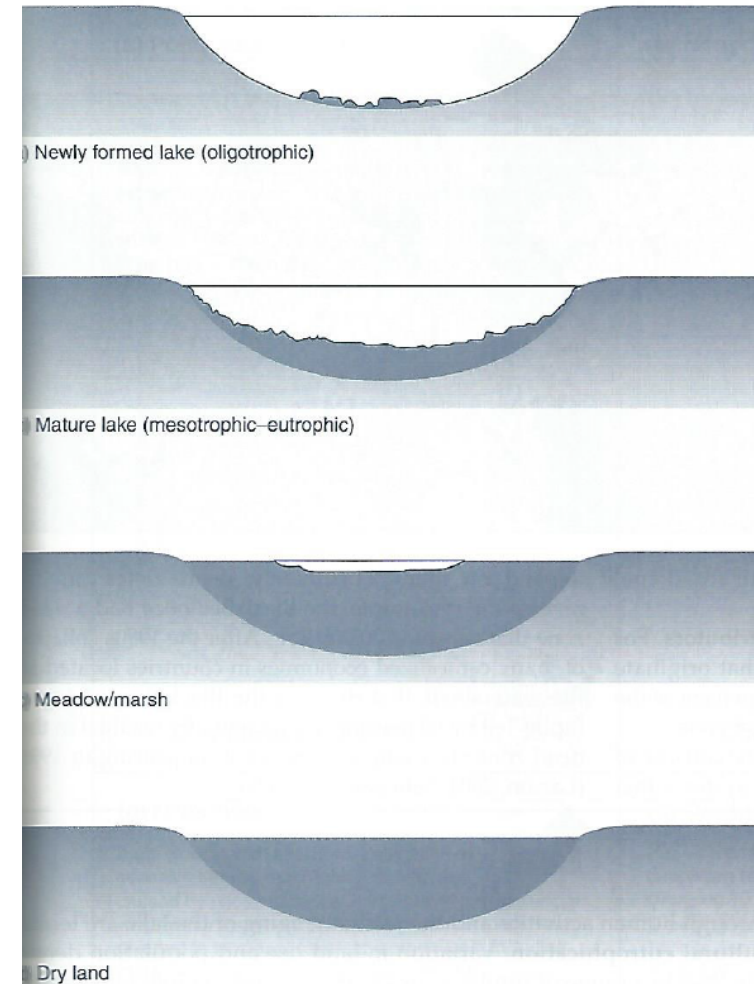


Captação no reservatório Billings



Sistemas lacustres

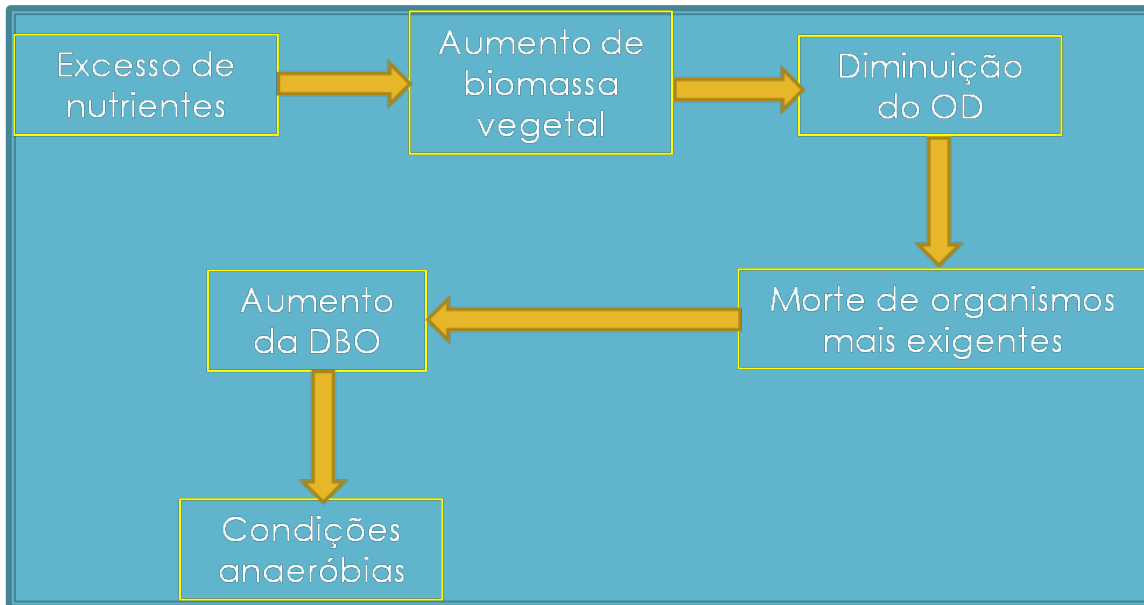
- Eutrofização
 - Aumento da concentração de nutrientes
 - Processo natural ou acelerado pela atividade humana
- Eutrofização natural
 - Lagos se convertem em meios terrestres
 - Longos períodos



Fonte: Mihelcic & Zimmerman (2010)

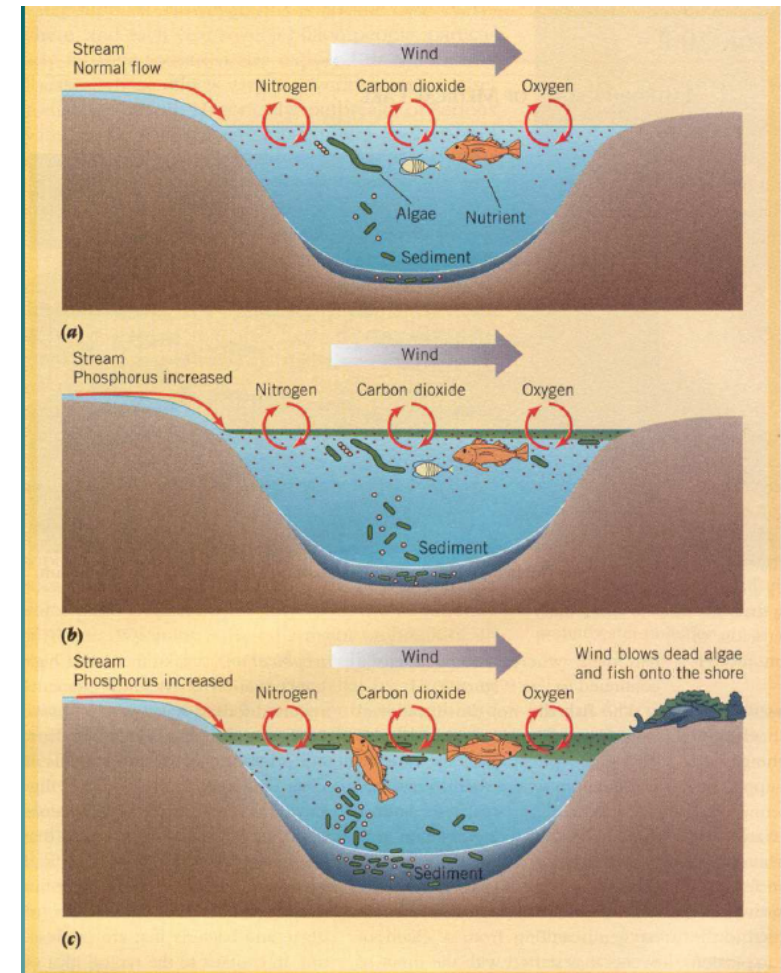
Sistemas lacustres

- 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:



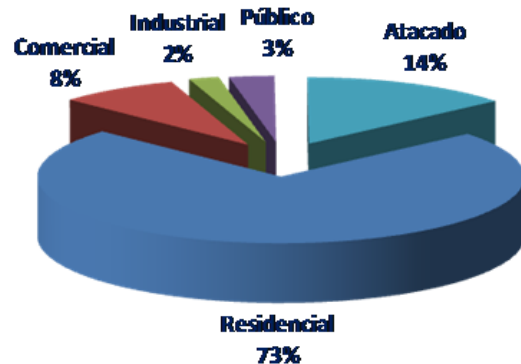
Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br/olhar-sobre-o-mundo/represa-guarapiranga/>



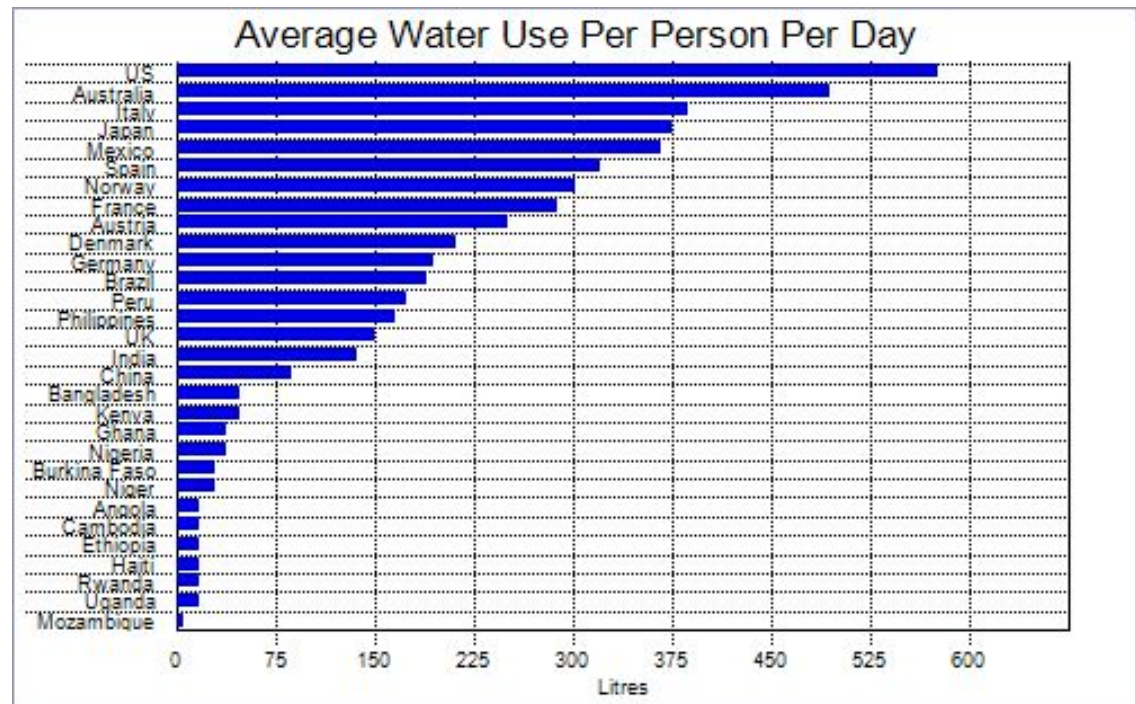
Abastecimento de água

Abastecimento de água

- ▶ Volume faturado por categoria (SABESP, 2011)

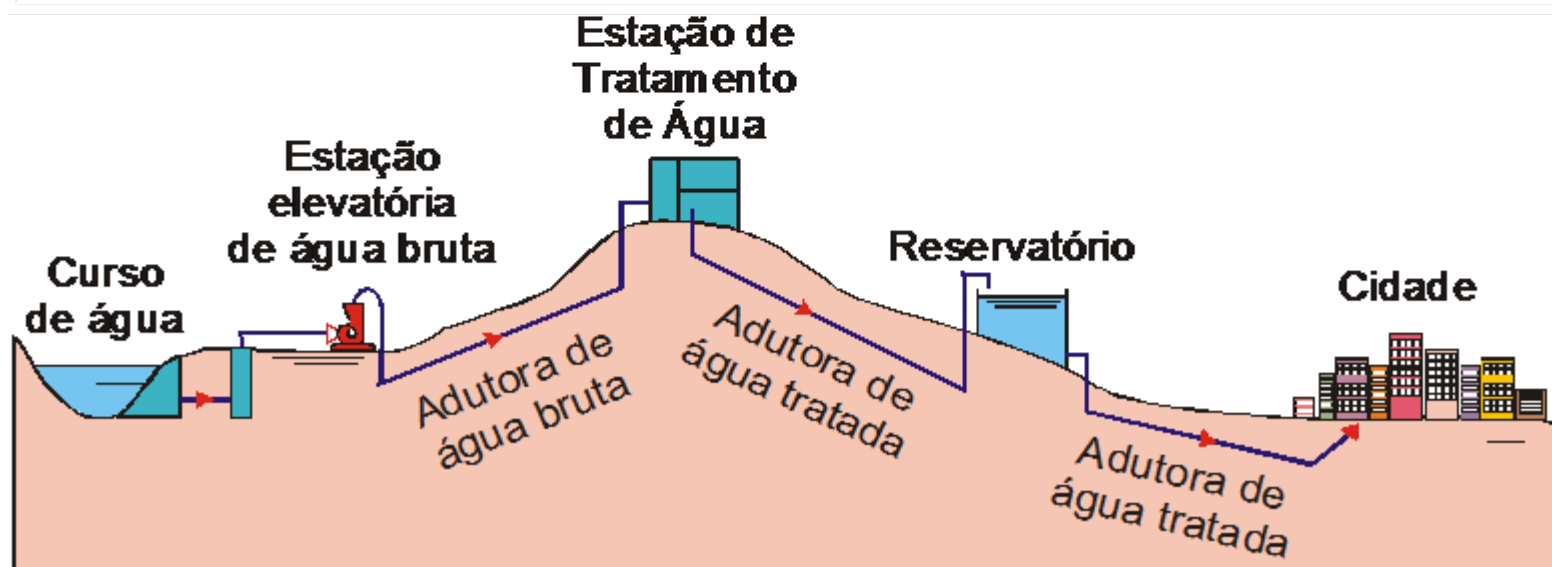
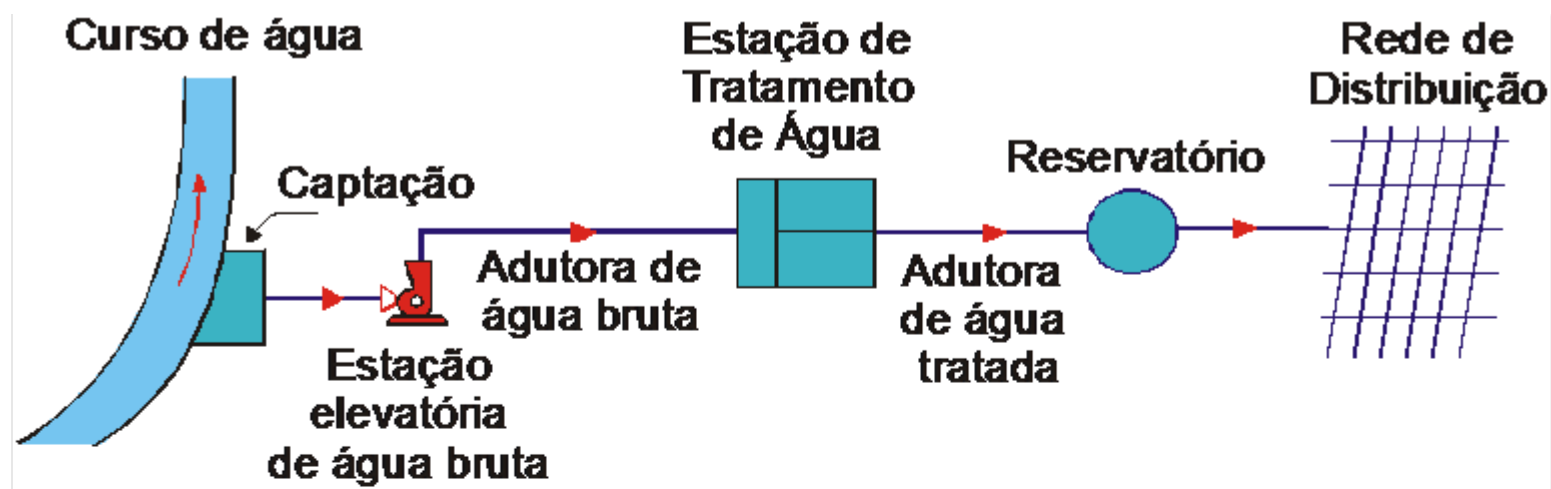


- ▶ Consumo per capita (L/hab.dia):



Disponível em: http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757

Abastecimento de água



Captação de água

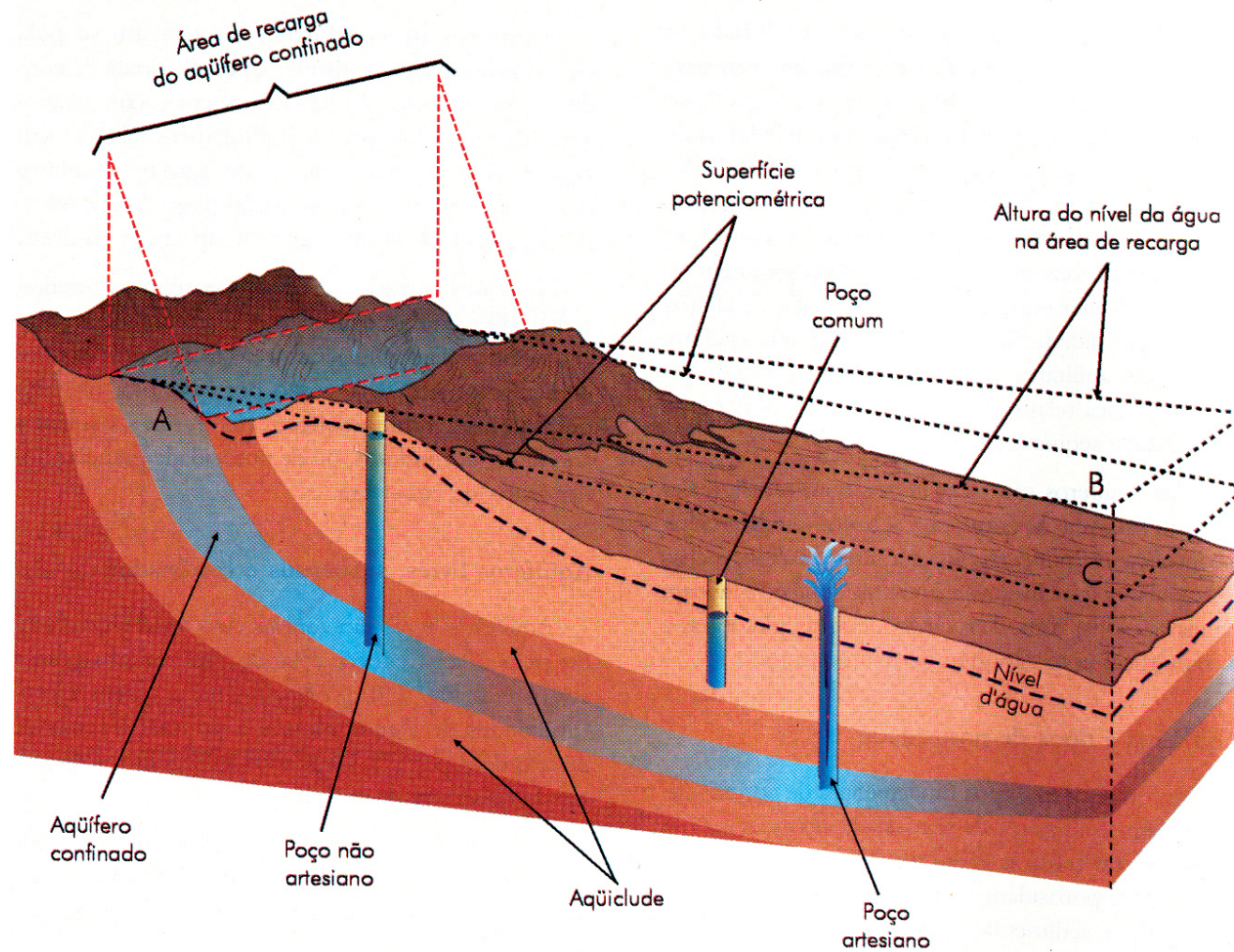
Manancial: fonte para o suprimento de água

Mananciais superficiais: Córregos, Rios, Lagos, Represas



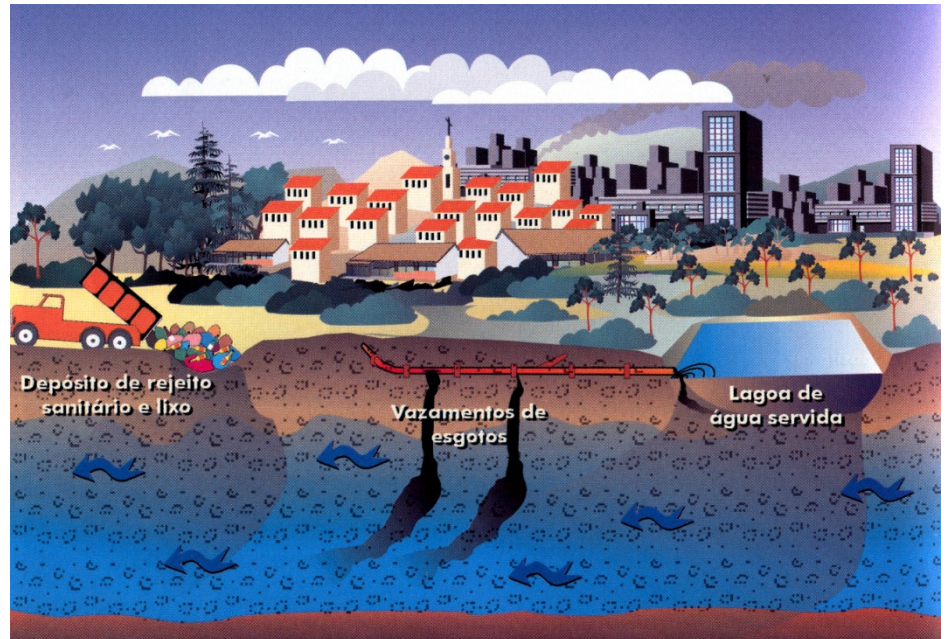
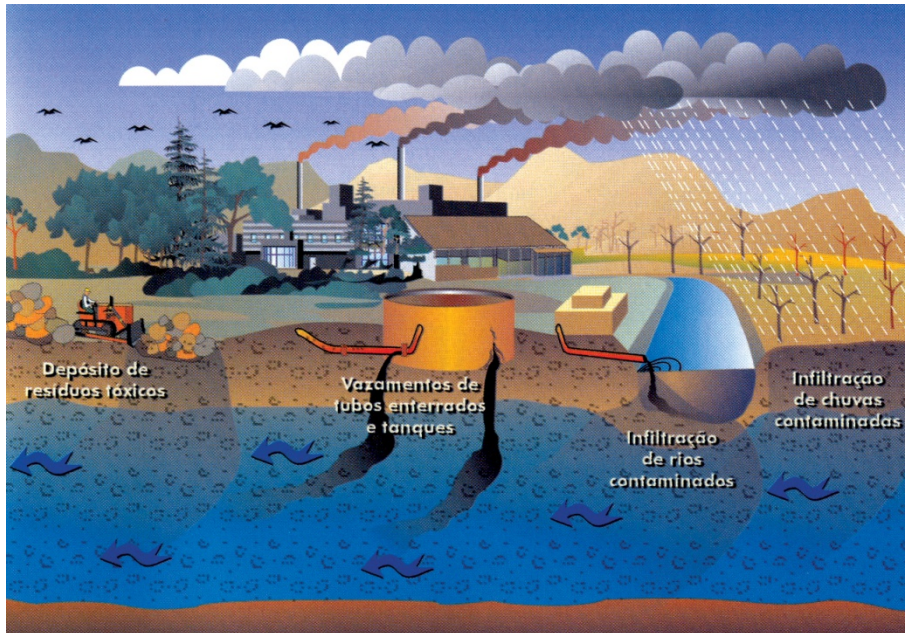
Captação de água

Águas subterrâneas



Captação de água

Contaminação de águas subterrâneas



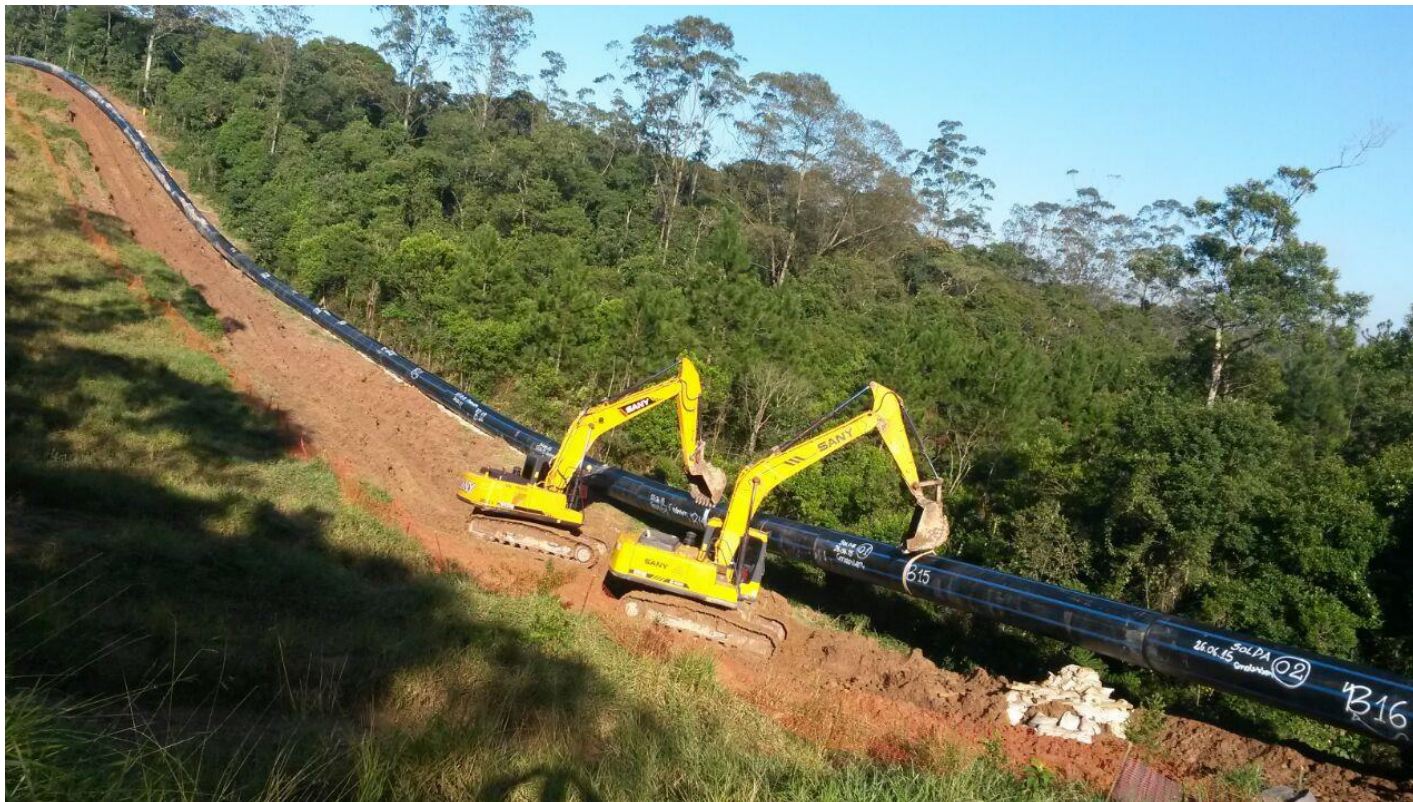
Captação de água

Contaminação de águas subterrâneas



Adutoras

- Tubulações para transporte de água bruta ou tratada: adução



Estação de tratamento de água (ETA)

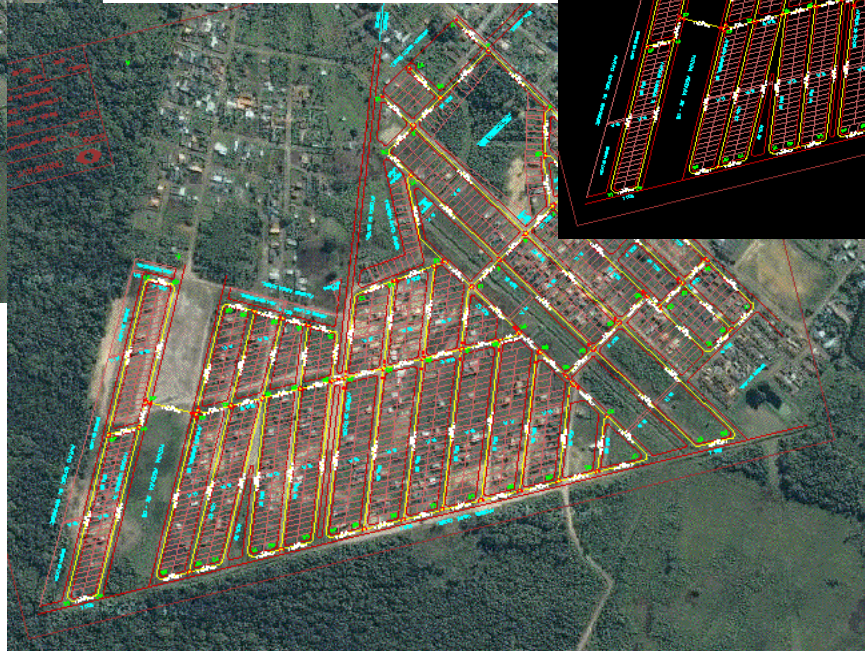
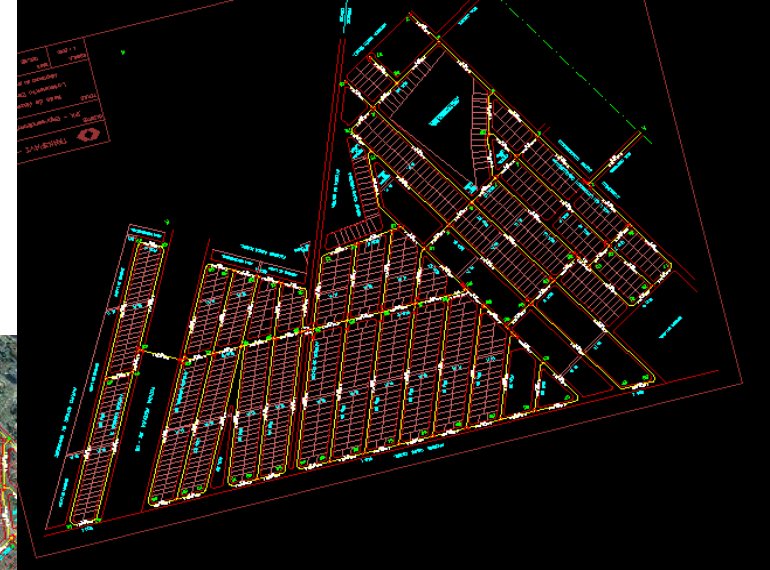
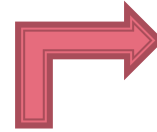
- Adequação da água para consumo público



Reservatórios



Redes de abastecimento de água



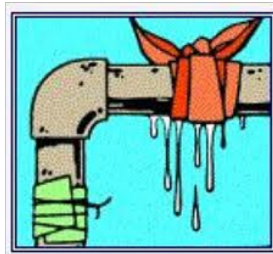
Perdas de água

DESPERDÍCIO

Mal uso da água

Programas de uso racional da água

(usuário)

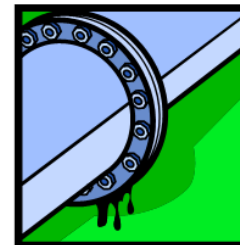


PERDAS DE ÁGUA

Vazamentos e outras perdas

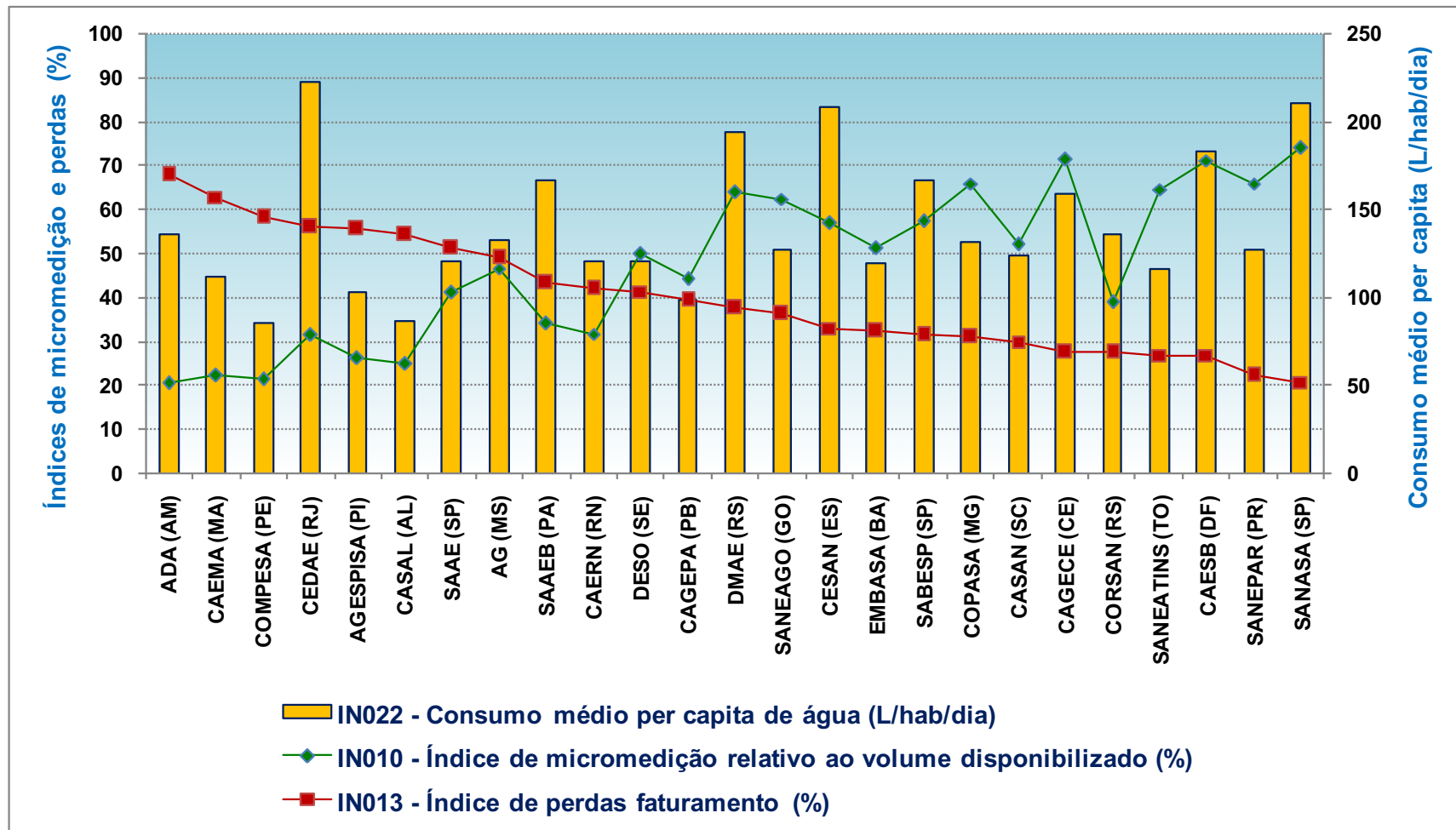
Programas de controle de perdas

(sistema)



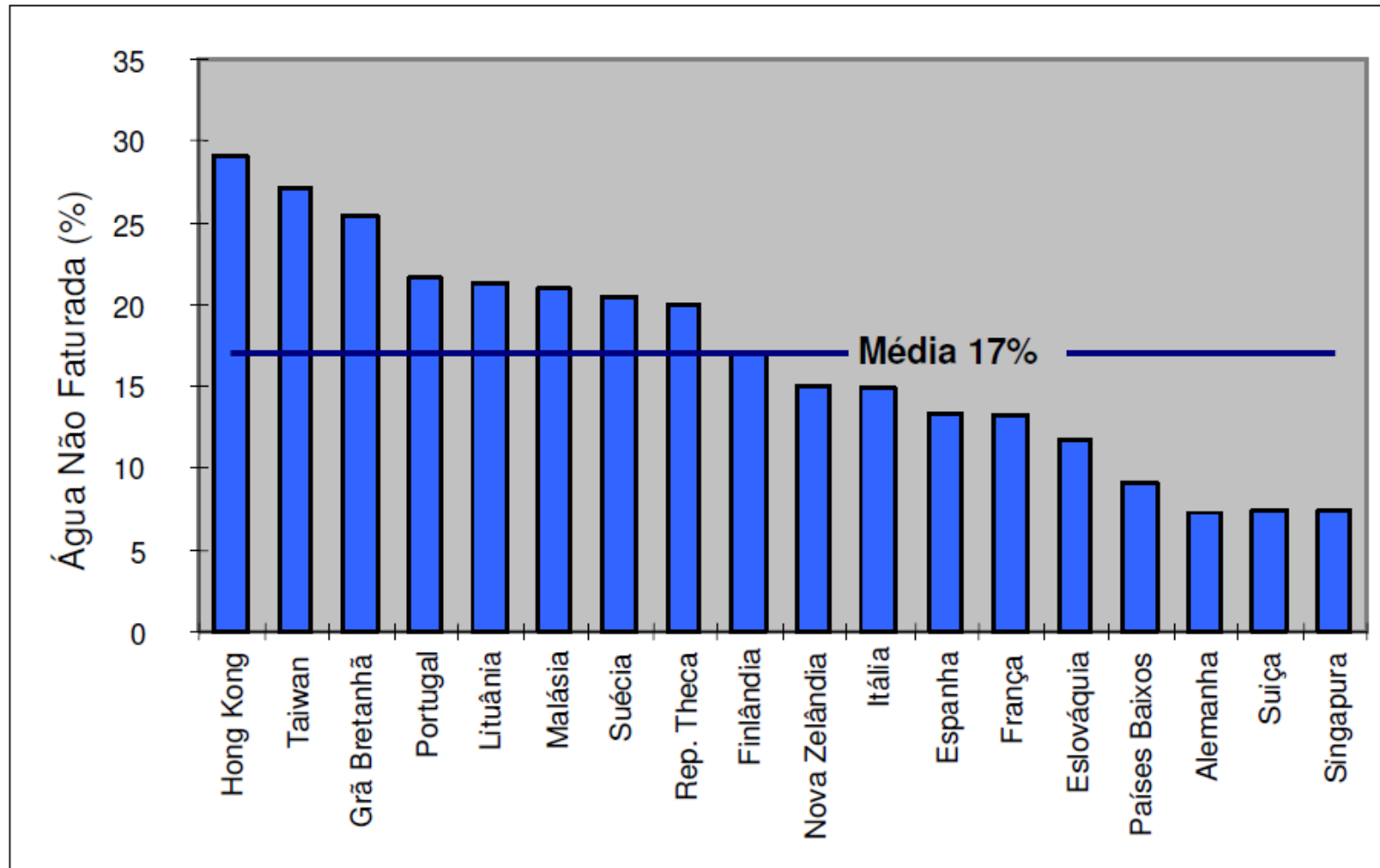
Abastecimento de água

▶ Perdas no Brasil: 20 a 70%!



Abastecimento de água

▶ Perdas em outros países



Fonte: IWA (1995)



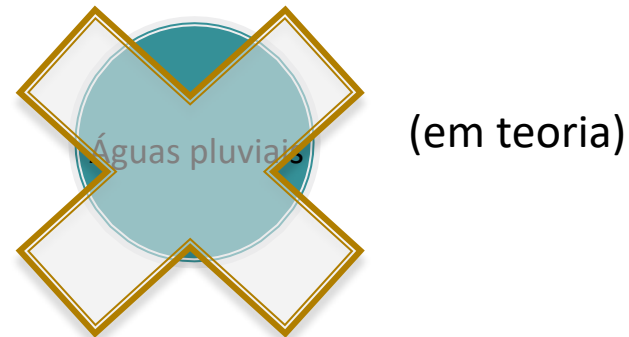
Coleta de esgoto

Coleta de esgoto

▶ Esgoto sanitário:



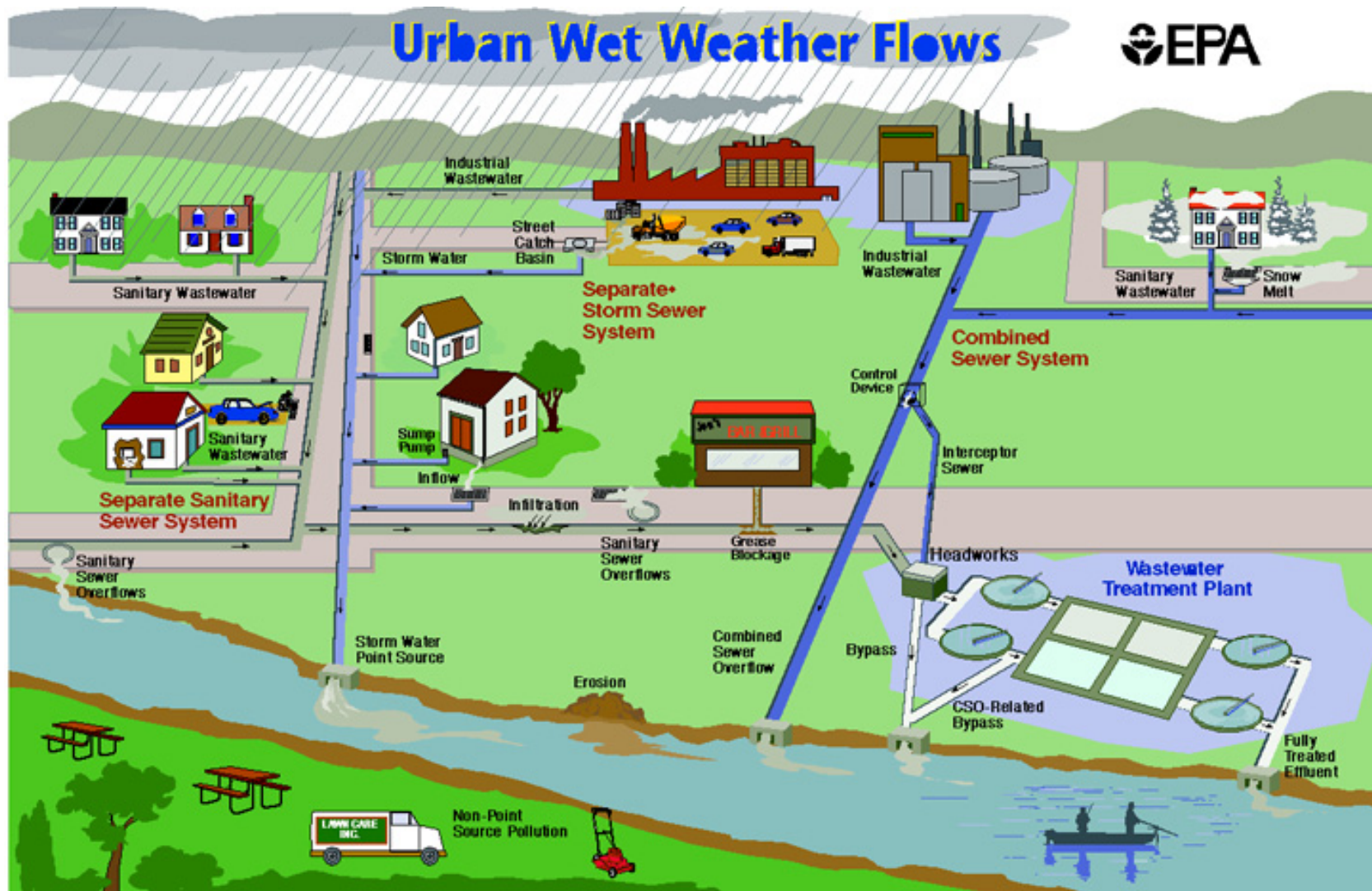
▶ Brasil: Sistema Separador Absoluto



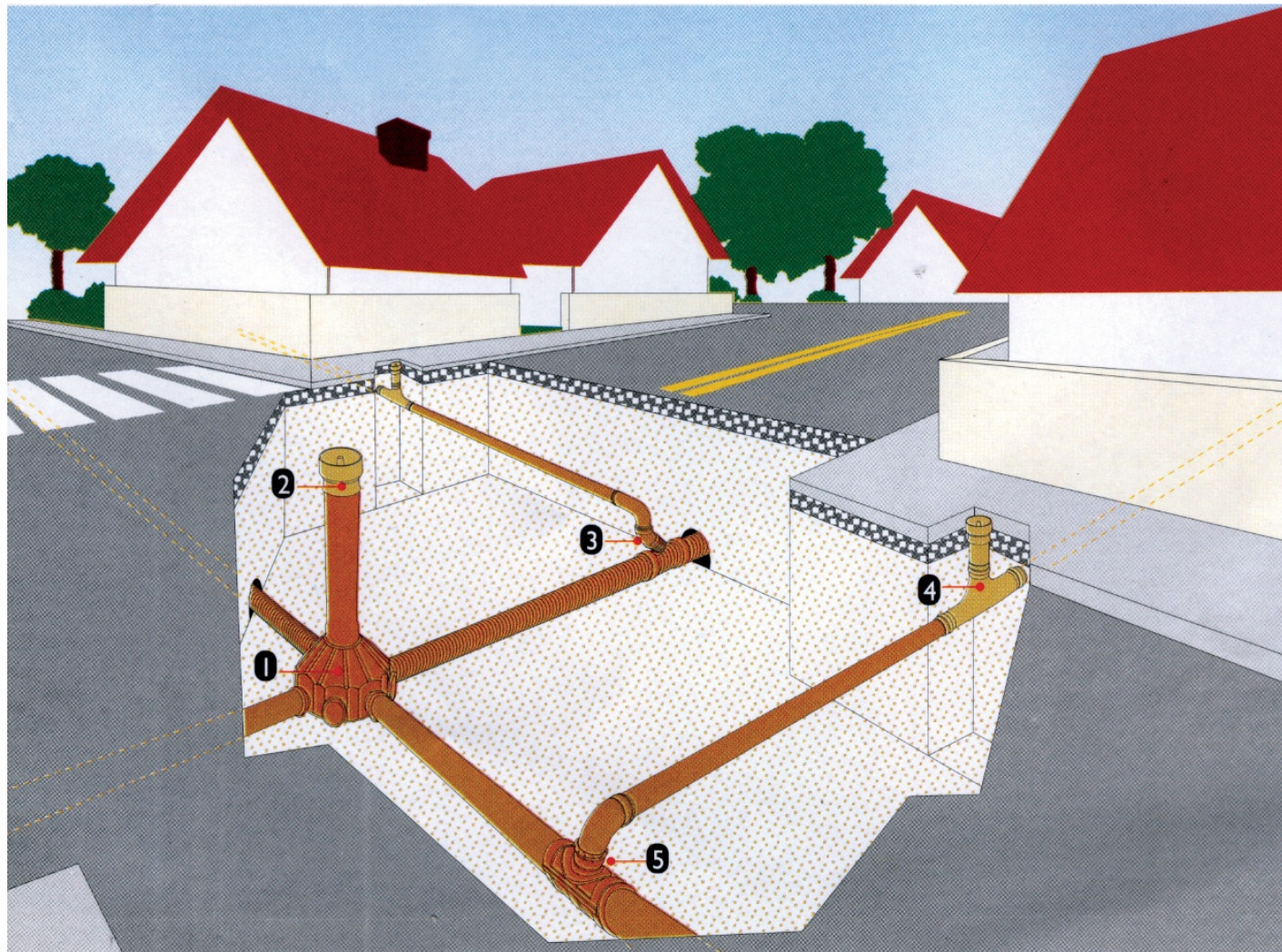
▶ Composição: 99,9% água

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

Coleta de esgoto



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



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

- Macrodrenagem:



Piscinões



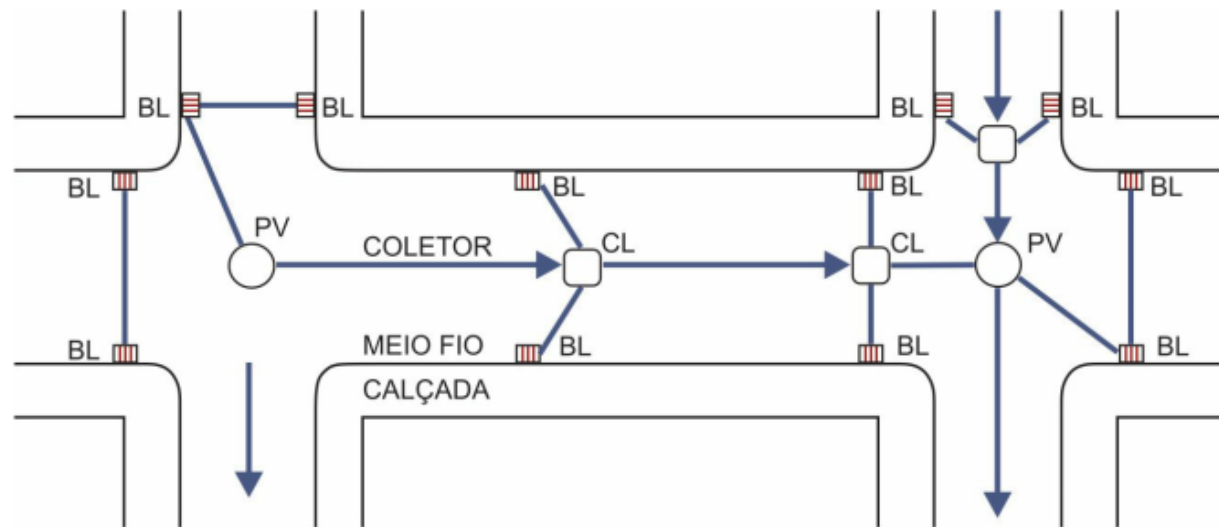
Canalização de rios



Dissipadores de energia

Drenagem urbana

- Microdrenagem:

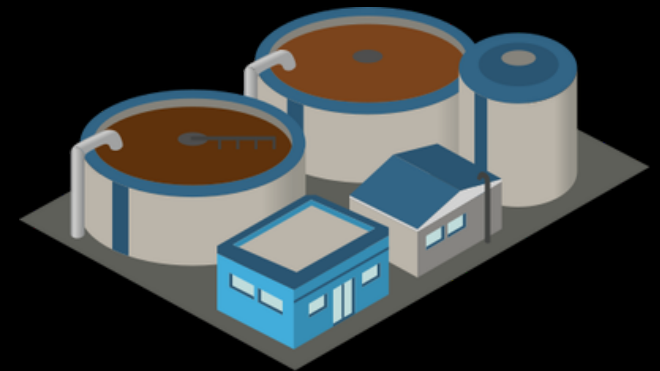
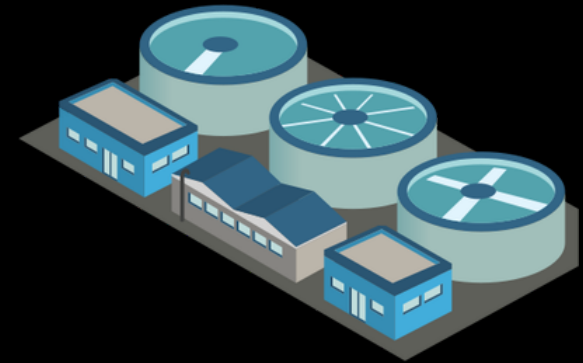


Fonte: Manual de Drenagem (2012)

Poluição pela carga difusa



TRATAMENTO DE ÁGUA, TRATAMENTO DE ESGOTO E REÚSO



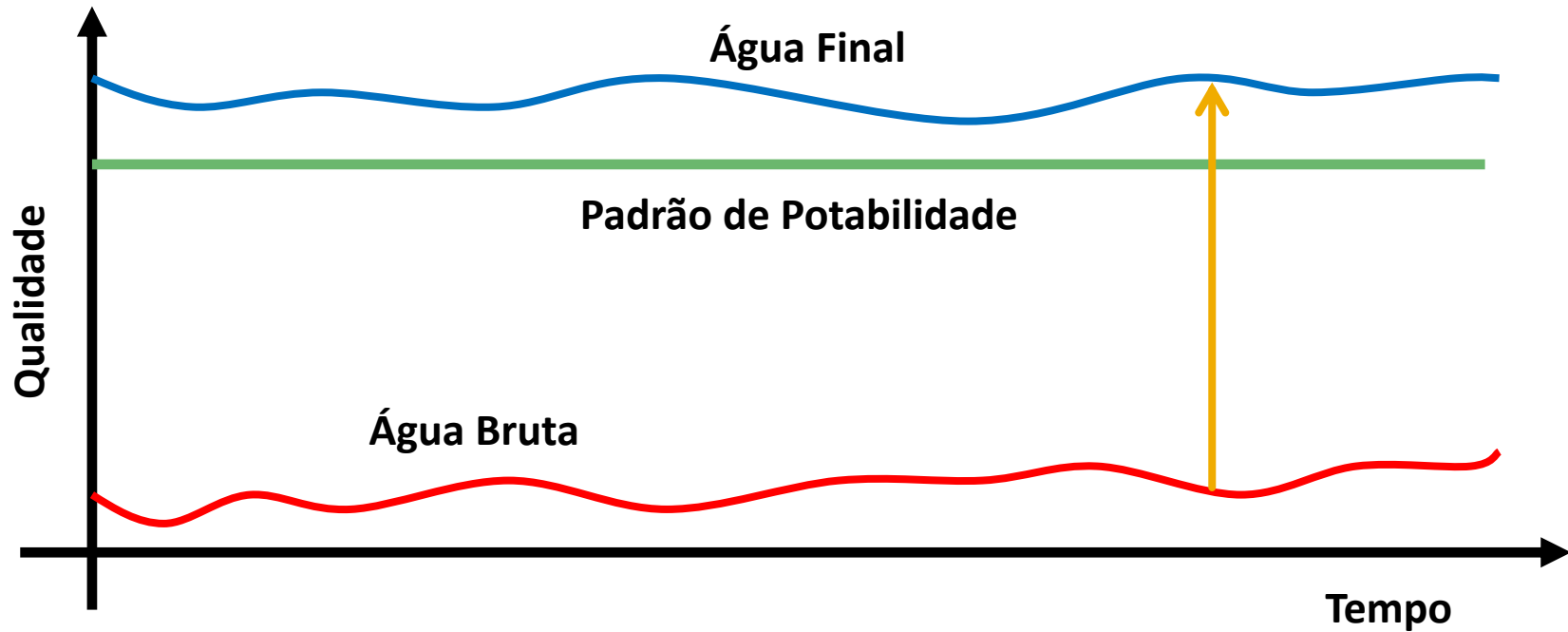
PHA 3203 – ENGENHARIA CIVIL E O MEIO AMBIENTE



Tratamento de água

Tratamento de água

- ▶ Adequação da água bruta captada ao padrão para consumo humano:



Tratamento de água

► Portaria MS 518/2004; MS 2914/2011

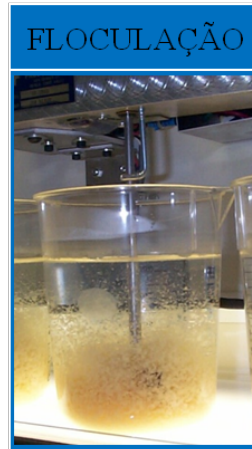
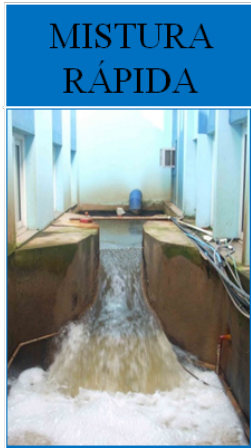
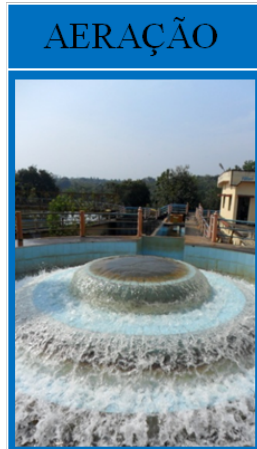
► Art 5º, II:

“- água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde

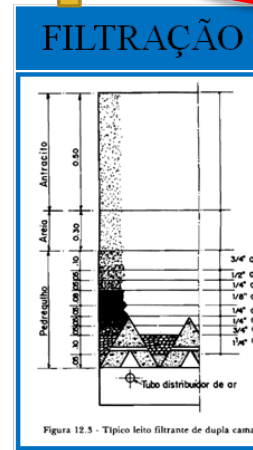
Anexo I	Padrão microbiológico
Anexos II e III	Turbidez
Anexo IV, V e VI	Tempo de contato na desinfecção
Anexo VII	Substâncias químicas/risco à saúde
Anexo VIII	Cianotoxinas
Anexo IX	Radioatividade
Anexo X	Organoléptico
Anexos XI, XII, XIII, XIV e XV	Amostragem e monitoramento

Estações de tratamento de água (ETAs)

► Tratamento convencional



Lodo



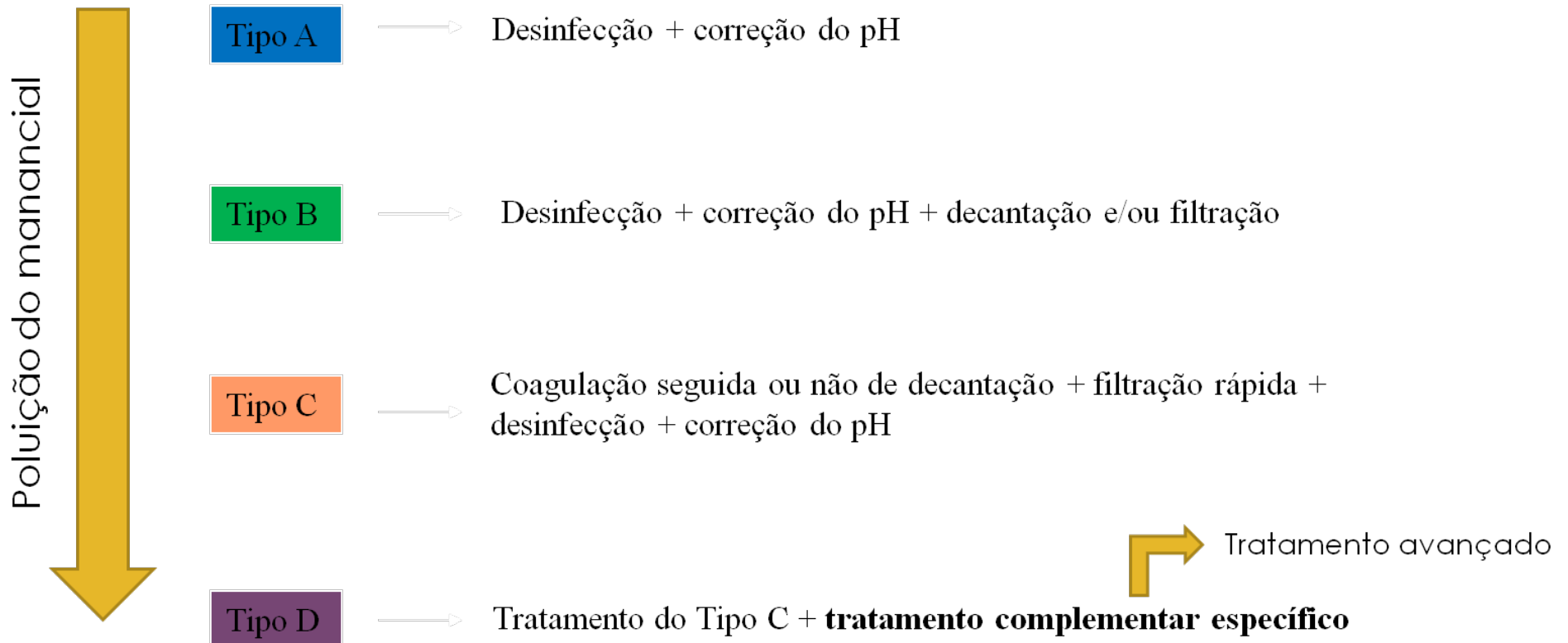
Água de lavagem



+Correção do pH

Tratamento de água

➤ Tratamento depende da qualidade da água bruta



ETAs convencionais



ETA Guaraú



Tratamento avançado de água

Adsorção

TROCA IÔNICA

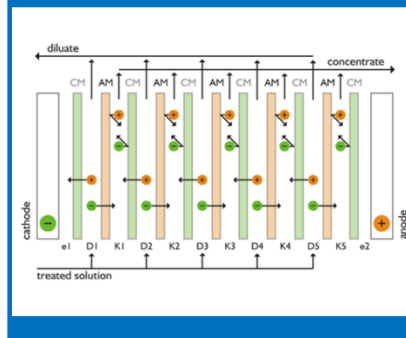


CARVÃO ATIVADO

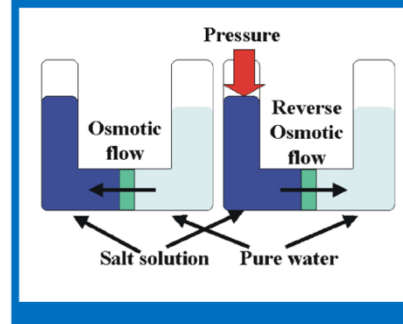


Membranas

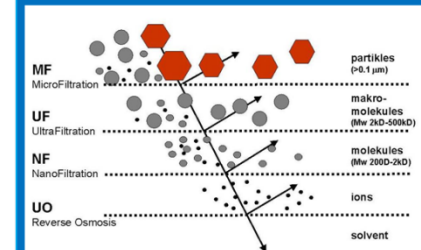
ELETRODIÁLISE



OSMOSE REVERSA



MICRO/ULTRA/NANOFILTRAÇÃO





Tratamento de esgoto

Por que tratar esgoto sanitário?

- É a água residuária mais produzida no mundo
- Impactos ambientais e na saúde pública



Composição do esgoto sanitário

- Sólidos grosseiros
- Sólidos suspensos e dissolvidos
- Matéria orgânica
- Nutrientes: N e P
- Organismos patogênicos
- Poluentes específicos

*O que remover?
Com que eficiência?*

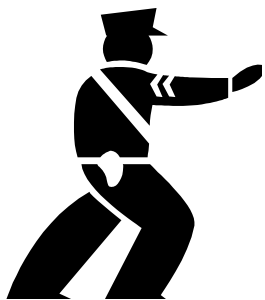


Resoluções CONAMA e decretos estaduais:

**PADRÕES DE QUALIDADE
PADRÕES DE EMISSÃO**



Resoluções CONAMA
e decretos estaduais



Tratamento de esgoto

O tratamento de esgoto é feito através da combinação de uma ampla gama de unidades que podem ser:

- ▶ **Físico-químicas**: para separações físicas como gradeamento e sedimentação, e reações químicas de precipitação



- ▶ **Biológicas**: uso de microrganismos mantidos em altas concentrações para eliminar os poluentes, em tanques denominados reatores biológicos



Estação de tratamento de esgotos (ETEs)

Tratamento preliminar

- ▶ Remoção de sólidos grosseiros/gorduras
- ▶ Gradeamento/caixa de areia

Tratamento primário

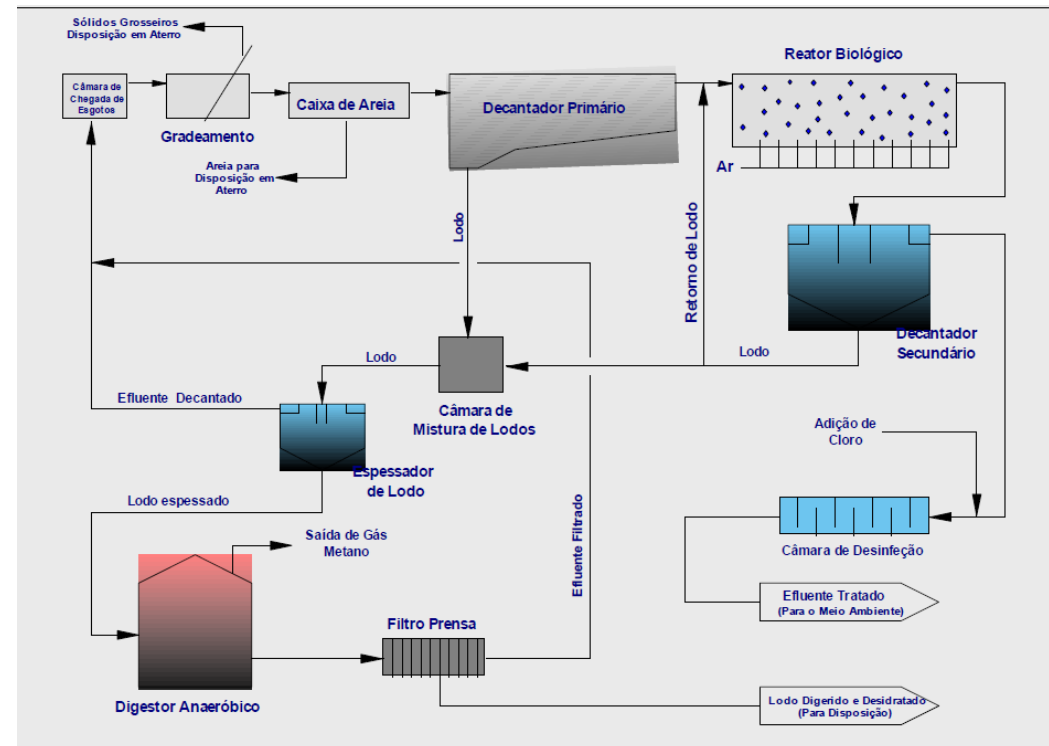
- ▶ Remoção de sólidos sedimentáveis
- ▶ Decantador/flotador/digestor de lodo

Tratamento secundário

- ▶ Remoção de matéria orgânica
- ▶ Reatores biológicos/Lagoas

Tratamento terciário

- ▶ Remoção de nutrientes/orgânicos complexos
- ▶ Unidades específicas



Uso de microrganismos no tratamento de esgoto

- Duas abordagens para os microrganismos em saneamento:



EXTERMINAR

- Patogênicos
 - **Desinfecção**
 - **Controle do crescimento de biofilmes**

UTILIZAR

- Habilidades microbianas
 - **Tratamento de águas residuárias e contaminantes**

Uso de microrganismos no tratamento de esgoto

- Infinitude de microrganismos com habilidades variadas



EXPLORAÇÃO DE
HABILIDADES
MICROBIANAS



SOLUÇÕES PARA TRATAMENTO DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS E RESÍDUOS



Reúso



Reuso

- ▶ Crescente escassez de água:
 - ▶ Necessidade de disciplinar o uso
- ▶ Reuso: Grau depende do uso anterior

REÚSO POTÁVEL DIRETO

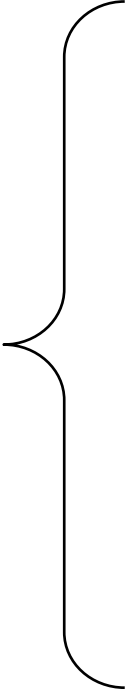
- ▶ Esgoto recuperado por meio de tratamento avançado é injetado diretamente no sistema de água potável
- ▶ **Muito arriscado**

REÚSO POTÁVEL INDIRETO

- ▶ descarga no ambiente e depois captação e tratamento
- ▶ mananciais, poços e recargas de aquíferos

Reúso

REÚSO NÃO POTÁVEL

- 
- ▶ Fins agrícolas
 - ▶ Fins recreacionais: lagos, paisagismo, parques, campos esportivos
 - ▶ Fins industriais
 - ▶ Fins domésticos: descargas sanitárias, jardins, lavagens
 - ▶ Manutenção de vazões de cursos de água: diluição de cargas poluidoras, manutenção de vazões mínimas na estiagem
 - ▶ Aquicultura
 - ▶ Recarga de aquíferos: evitar rebaixamento, intrusão de água do mar, armazenamento de esgoto tratado

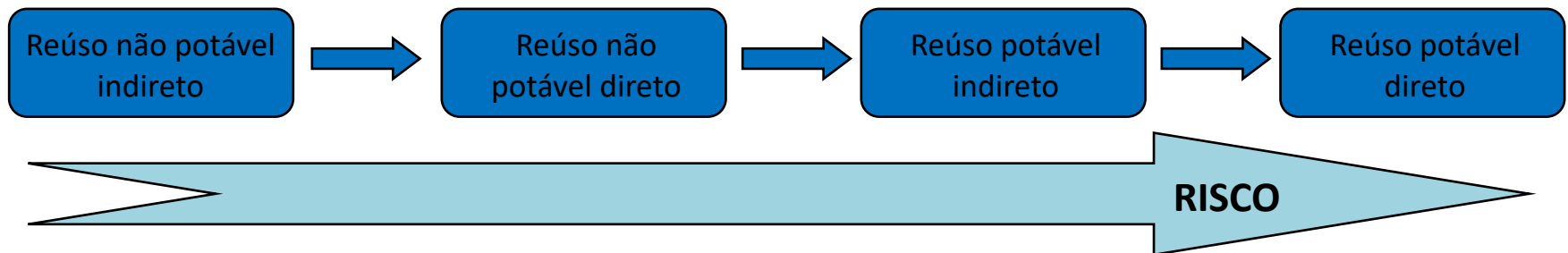
Reuso

Padrão de Qualidade → USO

Qualidade excessiva para determinado uso → DESPERDÍCIO DE RECURSOS

Premissas básicas

- Reúso não potável mais seguro que reúso potável
- Reúso indireto mais seguro que reúso direto



Água de reuso segundo a sabesp

- A água de reuso é produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto e pode ser utilizada para inúmeras finalidades, como geração de energia, refrigeração de equipamentos, aproveitamento nos processos industriais e limpeza de ruas e praças.
- <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=583>

Água de reúso

- Água residuária que deve ter seu uso definido em função dos padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação.

Reúso na construção civil

- ▶ Ex: água para mistura no concreto e cura
 - ▶ 100 L água/m³ concreto (Mehta, 2001)
- ▶ É realmente necessário o uso de água potável e nobre para esse fim?
- ▶ Desde que não seja prejudicial ao concreto produzido: REÚSO
- ▶ Texto recomendado:
 - ▶ Mehta, P.K. Reducing the environmental impact of concrete. *Concrete International*, Oct. 2001, 61-66, ecosmartconcrete.com/docs/trmehta01.pdf



Estado de São Paulo ganha regulamentação pioneira para a questão da água de reúso



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

PUBLICADA NO DOE DE 29-06-2017 SEÇÃO I PÁG 41/42

RESOLUÇÃO CONJUNTA SES/SMA/SSRH Nº 01 DE 28 DE JUNHO DE 2017

"Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas".

Os Secretários de Estado da Saúde, do Meio Ambiente e de Saneamento e Recursos Hídricos, no uso de suas atribuições regulamentares, considerando: