



PHA 3203

ENGENHARIA CIVIL E

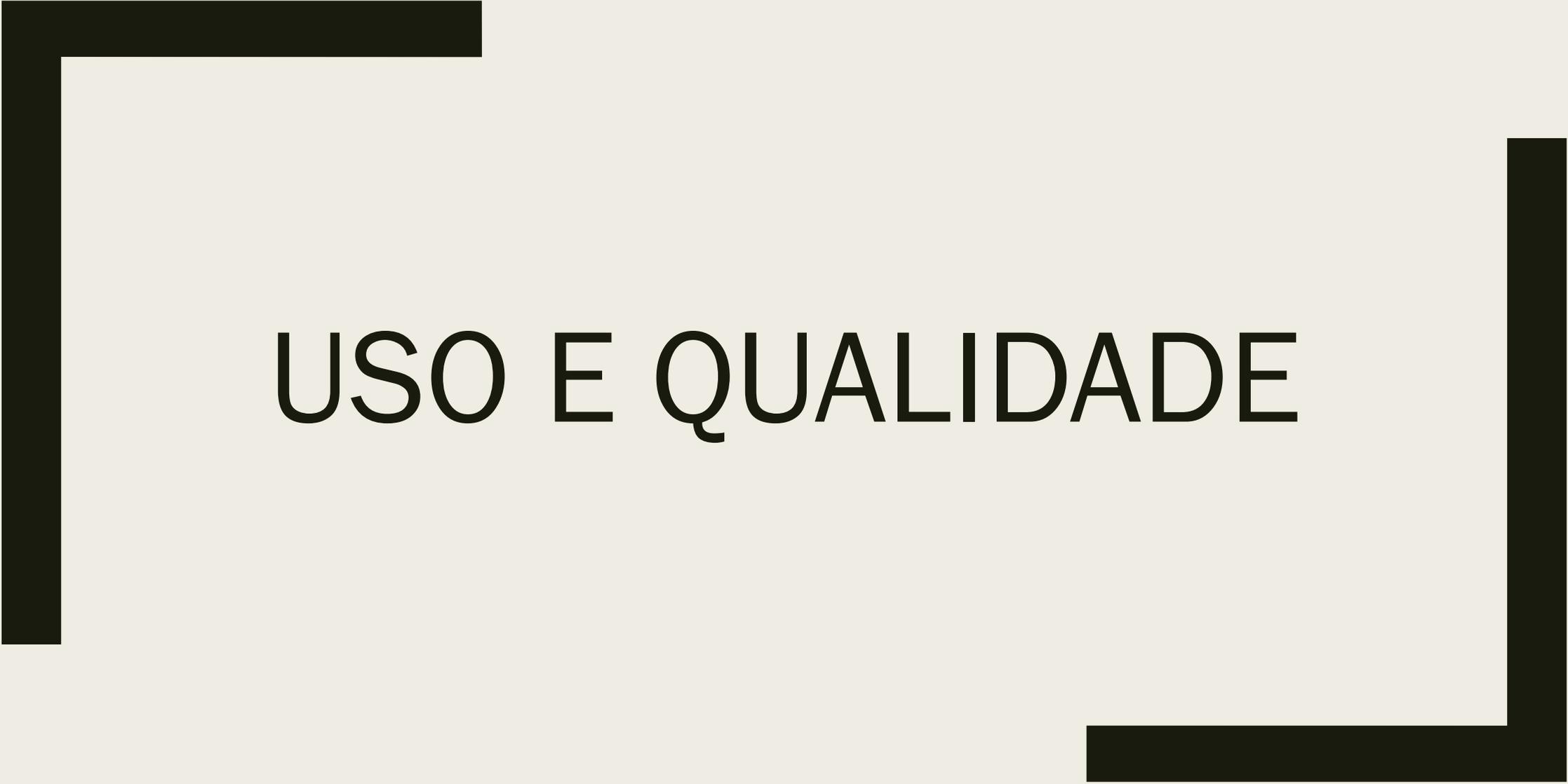
MEIO AMBIENTE

Aula

Saneamento: água, esgoto e drenagem

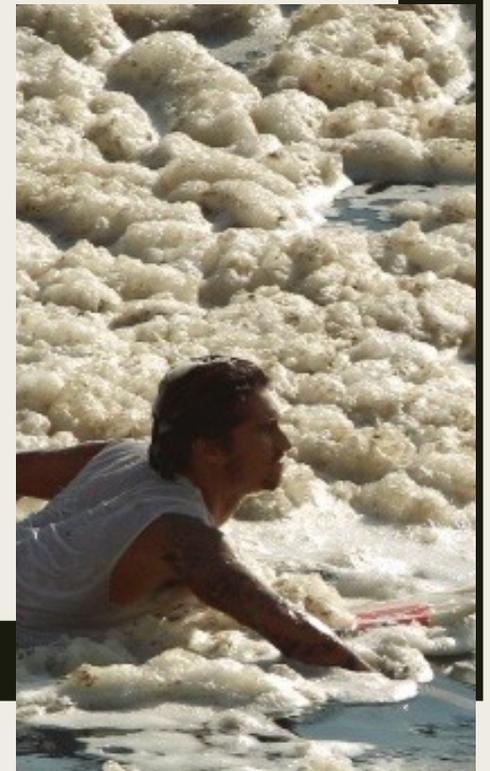
Profa. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Prof. Joaquin *Ignacio Bonnacarrère Garcia*



USO E QUALIDADE

POLUENTES AQUÁTICOS, INDICADORES DE QUALIDADE (DINÂMICA EM RIOS E LAGOS) E OBRAS DE SANEAMENTO BÁSICO



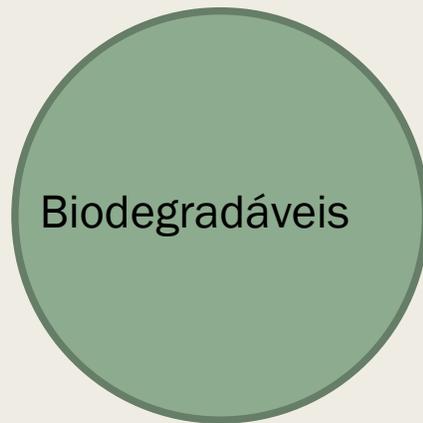
Tópicos a seguir:



- Poluentes aquáticos
- Autodepuração em rios
- Sistemas lacustres
- Indicadores de qualidade
- Meio urbano e drenagem
- Abastecimento e tratamento de água
- Coleta e tratamento de esgoto
- Reúso
- Bibliografia

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

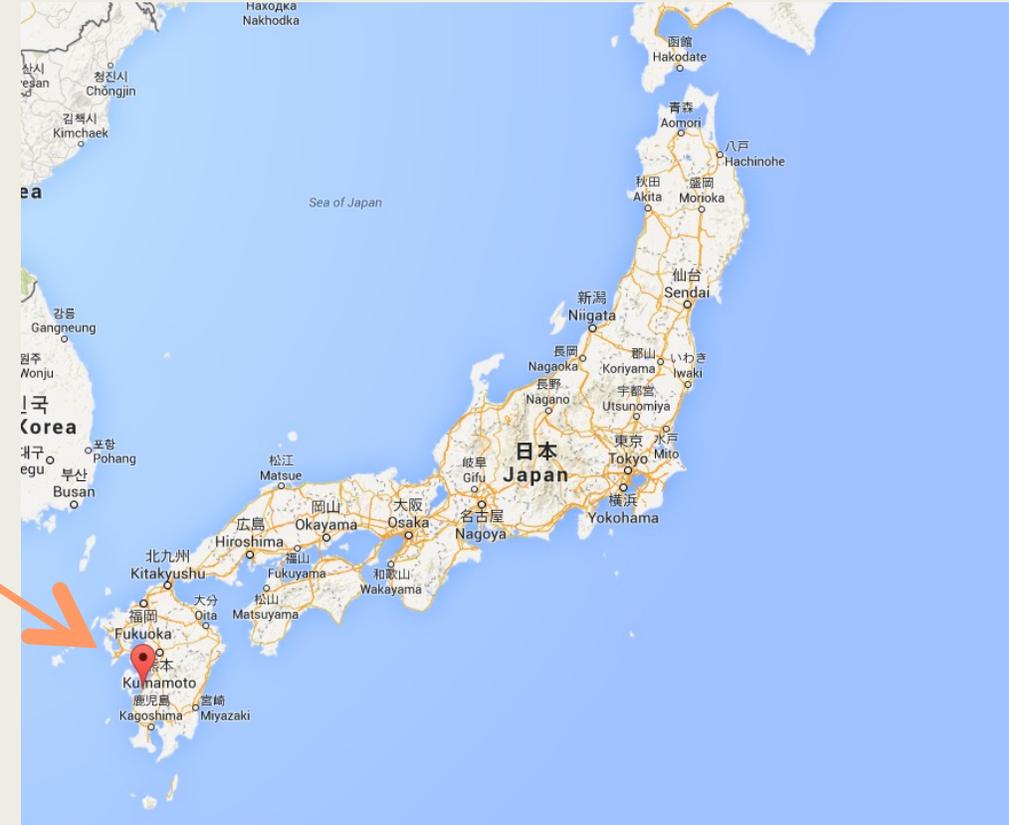
Poluentes aquáticos

■ 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)*





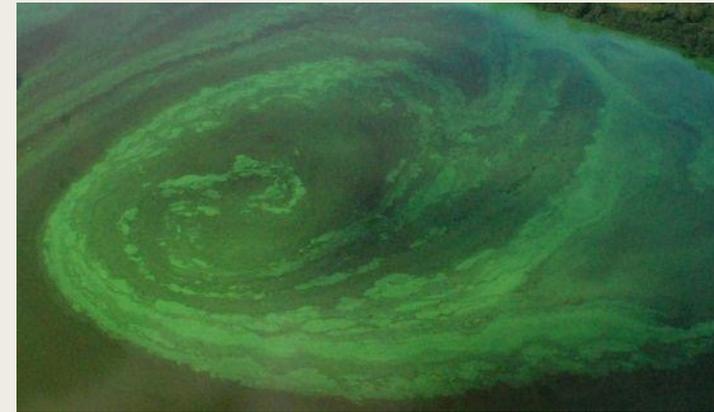
Desastre de Minamata (Japão - 1956). Mais de 900 pessoas morreram devido a envenenamento por mercúrio, lançado na Baía de Minamata por uma fábrica de acetaldeído e PVC. Cerca de 2 milhões de pessoas podem ter sido afetadas por comer peixe contaminado (1930-1956).

Para assistir após aula

<https://www.youtube.com/watch?v=gXxXv2KOE5Y>

Poluentes aquáticos

- Nutrientes: N e P
 - *Fundamentais para a vida aquática*
 - *Limitam o crescimento de algas*
 - *Excesso: eutrofização (veremos mais adiante)*
 - *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

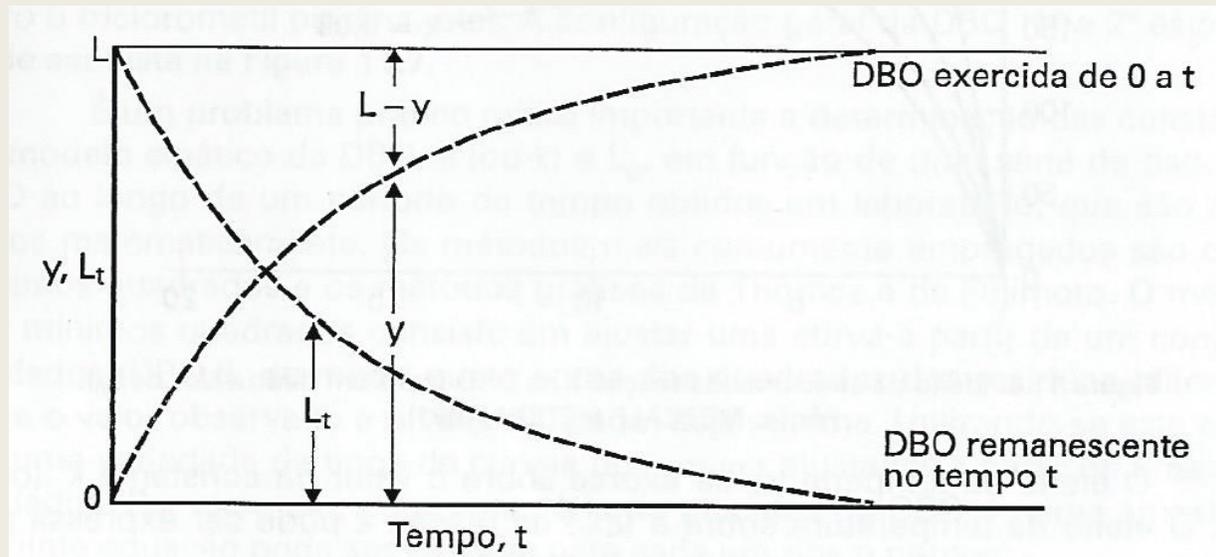
Algas

Coliformes

↳ Patogênicos

Autodepuração

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



Fonte: Piveli & Kato (2006)

- corresponde ao oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica, a uma temperatura média de 20 °C durante 5 dias
-
- é um parâmetro fundamental no projeto de estações de tratamento biológico

DBO_{5,20} \rightarrow mg O₂/L Quantidade de oxigênio necessária para degradar biologicamente a amostra líquida

5,20 dias °C

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

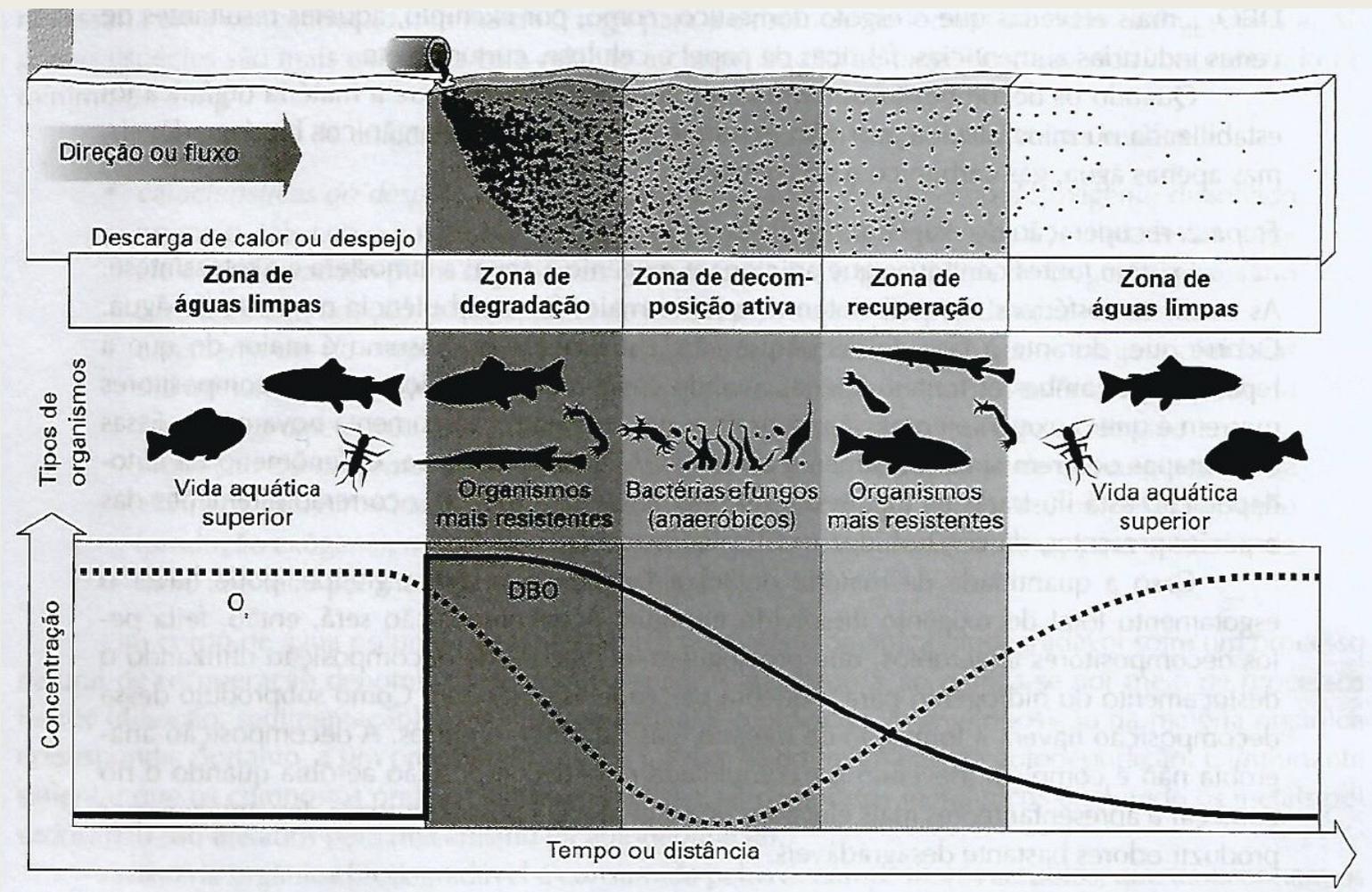
Ex: esgoto sanitário

Baixa: amostra pouco biodegradável

Ex: efluente de indústrias metalúrgicas

Autodepuração

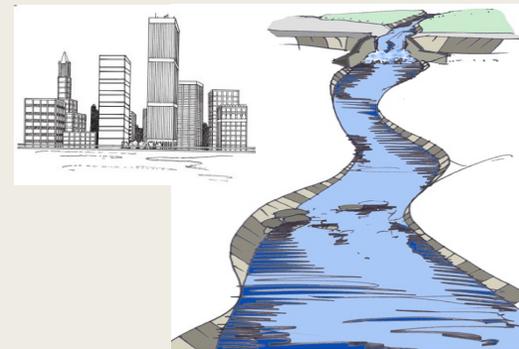
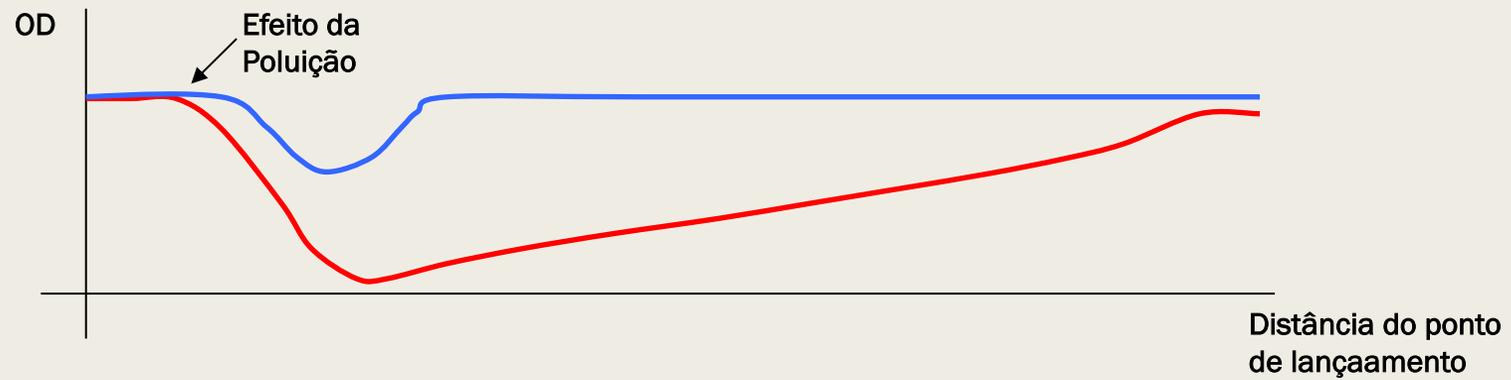
- Corpos receptores têm uma capacidade limitada de autodepuração



Modelo de Streeter-Phelps

Fonte: Braga et al. (2005)

Autodepuração

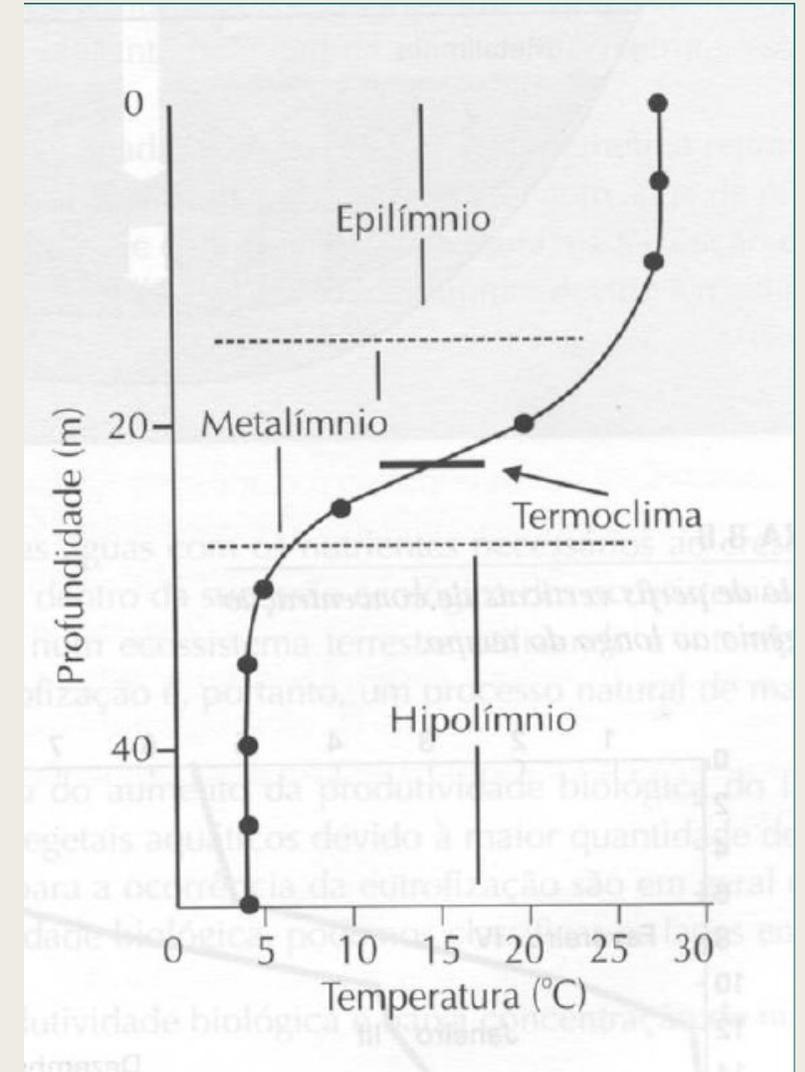


Porte da fonte poluidora e do corpo receptor são variáveis importantes

Sistemas Lacustres

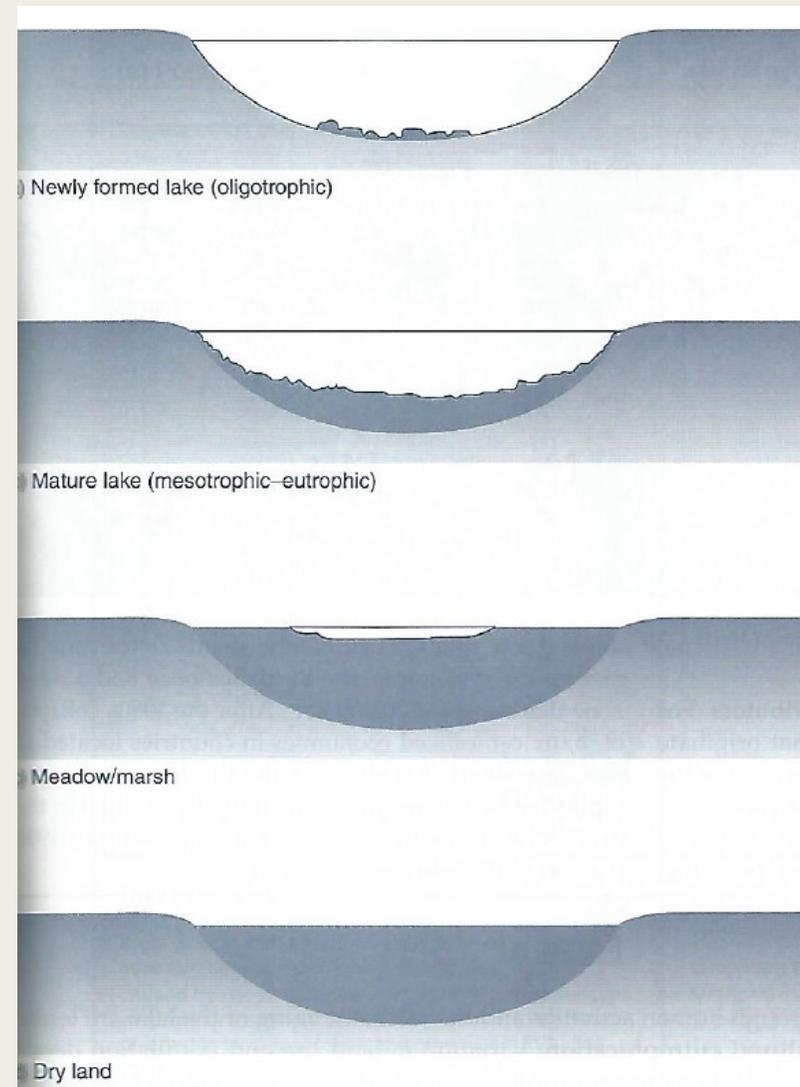
■ Estratificação térmica:

- *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

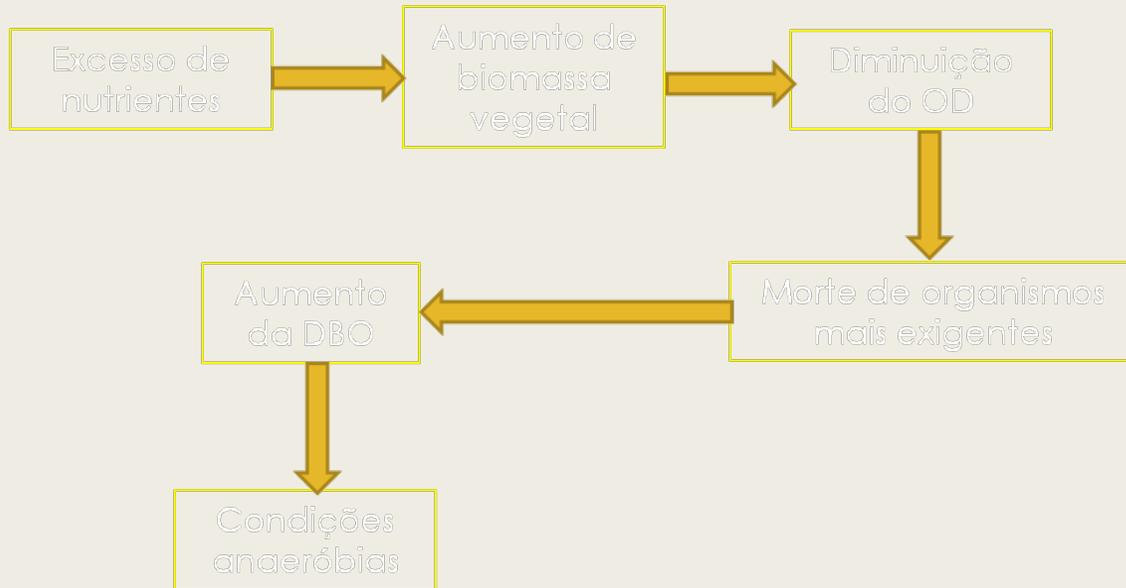
- Eutrofização
 - *Aumento da concentração de nutrientes*
 - *Processo natural ou acelerado pela atividade humana*
- ▶ Eutrofização natural
 - ▶ Lagos se convertem em meios terrestres
 - ▶ Longos períodos



Fonte: Mihelcic & Zimmerman (2010)

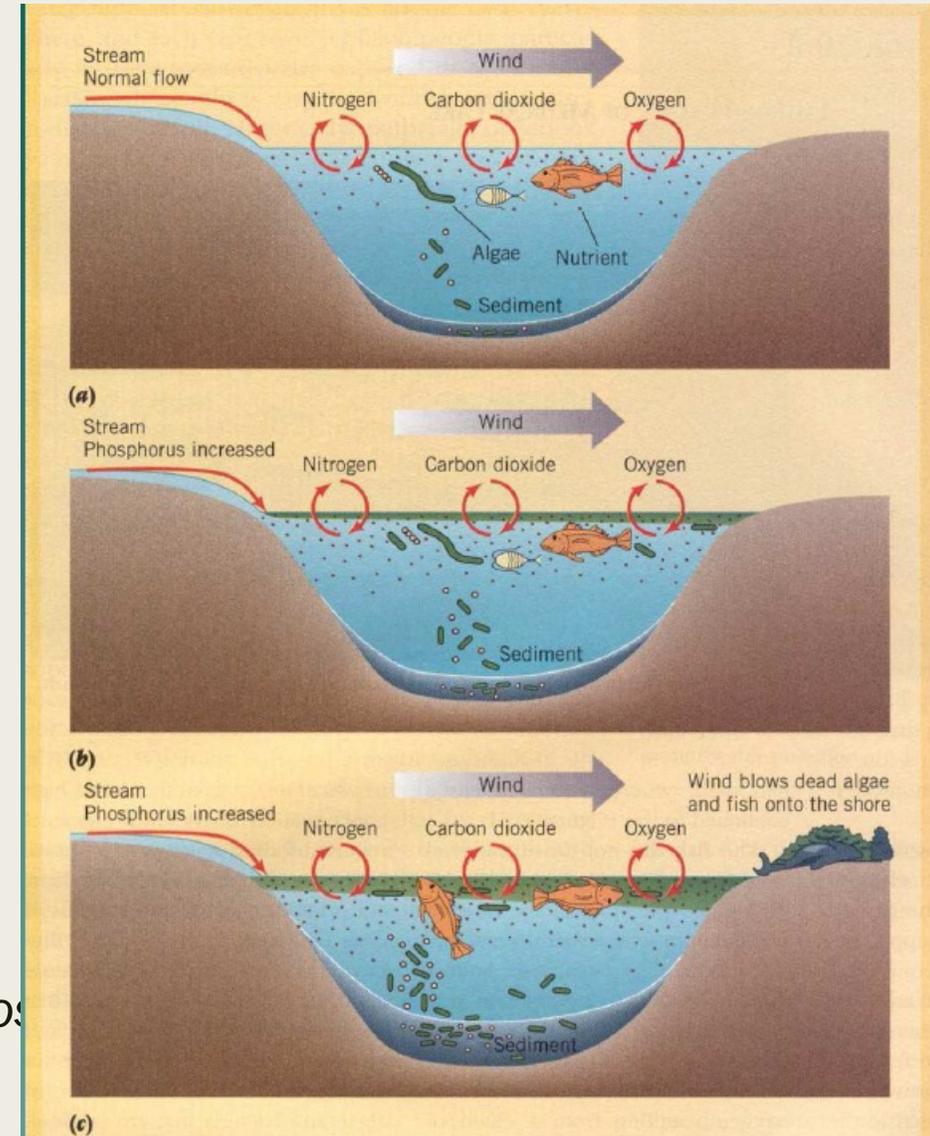
Sistemas lacustres

■ 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)

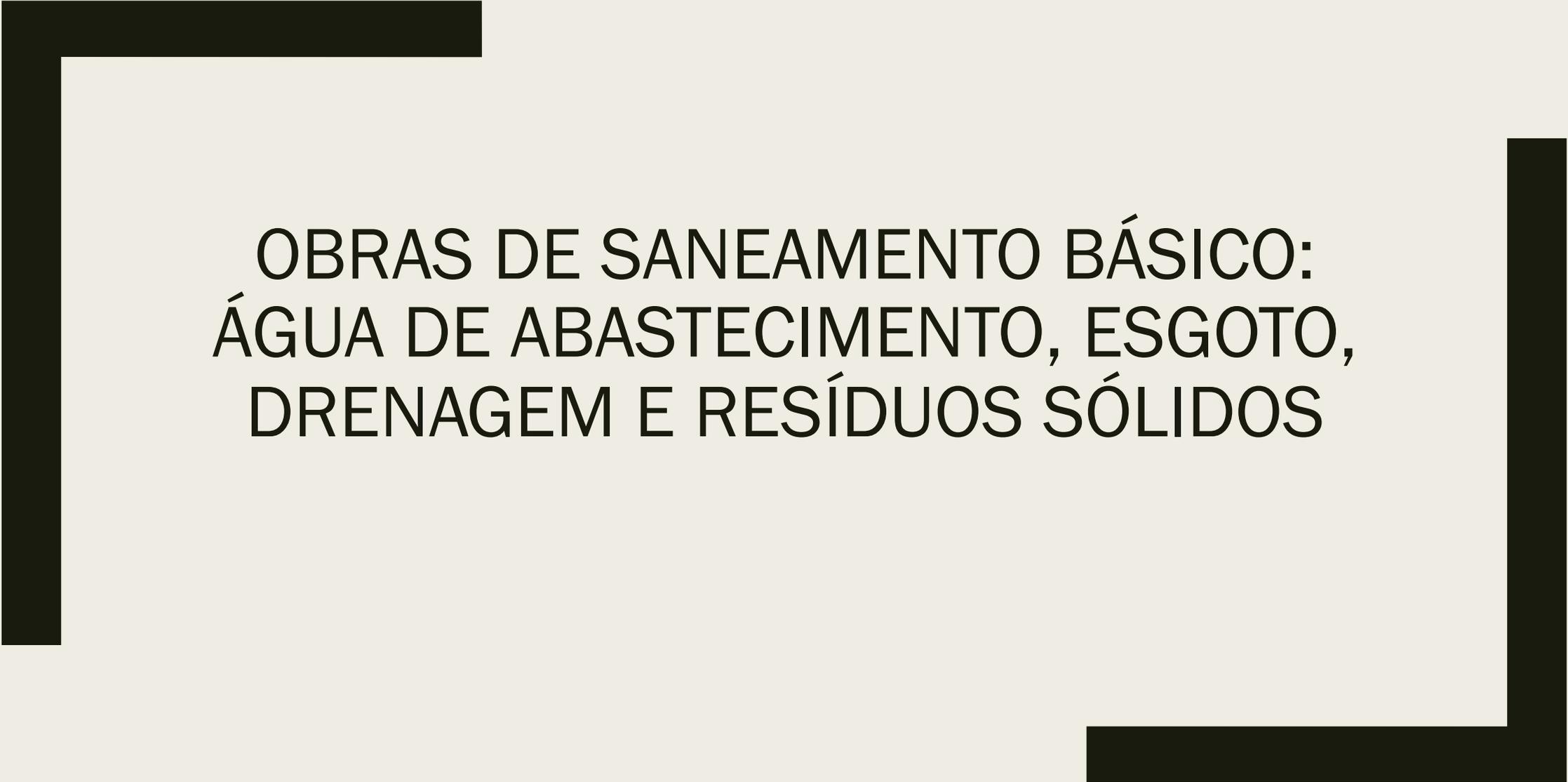


Sistemas lacustres

Represa de
Guarapiranga:



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



OBRAS DE SANEAMENTO BÁSICO:
ÁGUA DE ABASTECIMENTO, ESGOTO,
DRENAGEM E RESÍDUOS SÓLIDOS

DRENAGEM URBANA



Meio urbano e drenagem

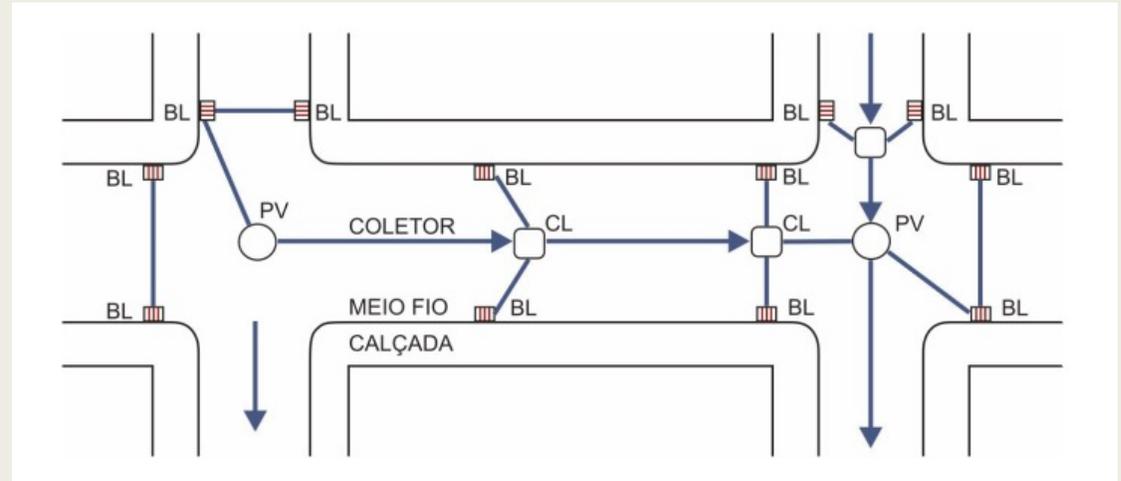
- Excesso de água? Ou obstáculos ao escoamento das águas?
- Ocupação historicamente desordenada
- Impermeabilização das superfícies
- Ocupação de áreas de várzea



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

Meio Urbano e Drenagem: Medidas Estruturais

- Rede de Microdrenagem
- Sistemas de Macrodrenagem:
 - Reservatórios (*Piscinões*)
 - Canalização de córregos e rios
 - Dissipadores de energia
 - Drenagem forçada (*diques e bombas*)



Fonte: Manual de Drenagem (2012)

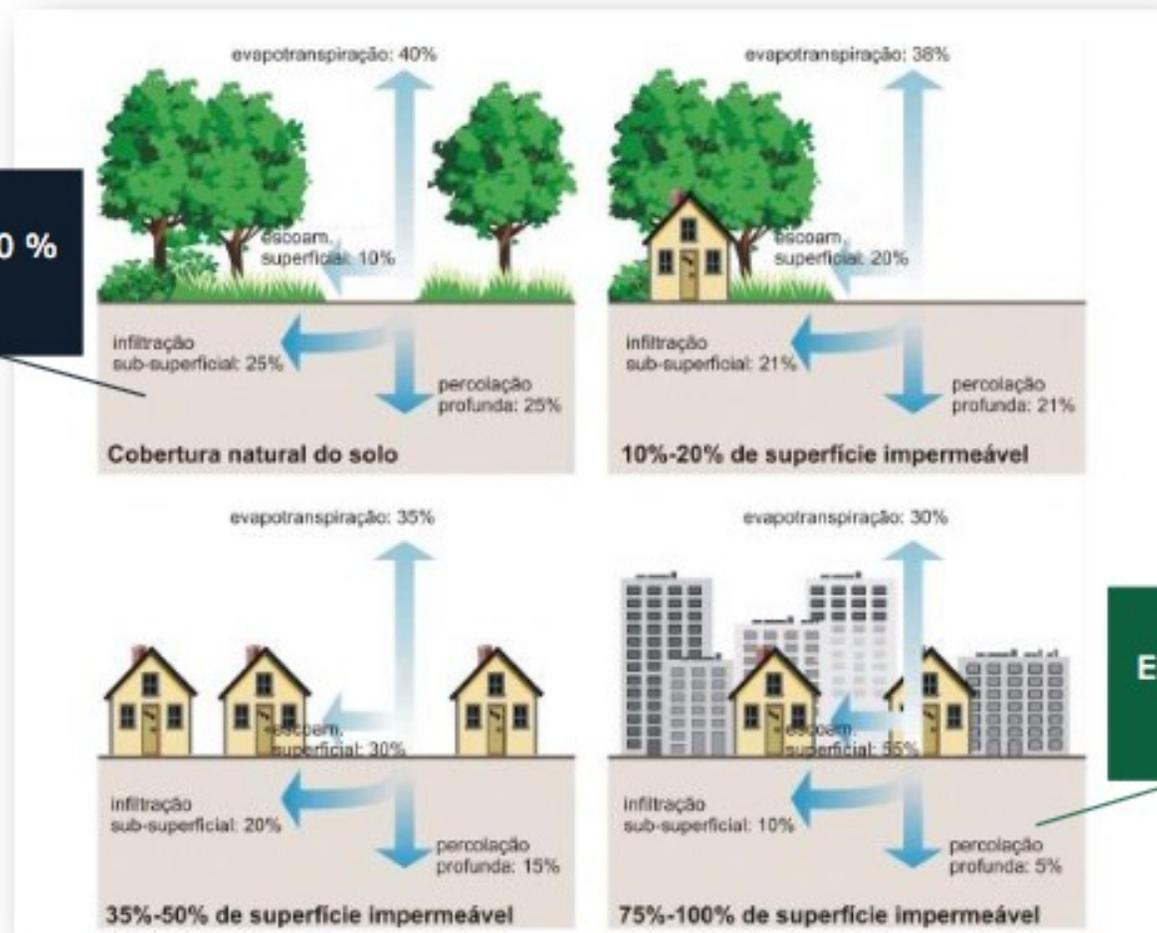
Meio Urbano e Drenagem: Novas abordagens projetuais

Conceitos de revitalização e convivência com a água de chuva (resiliência)

além das chamadas medidas não estruturais (regulamentação do uso e ocupação do solo e sistemas de alerta, por exemplo)

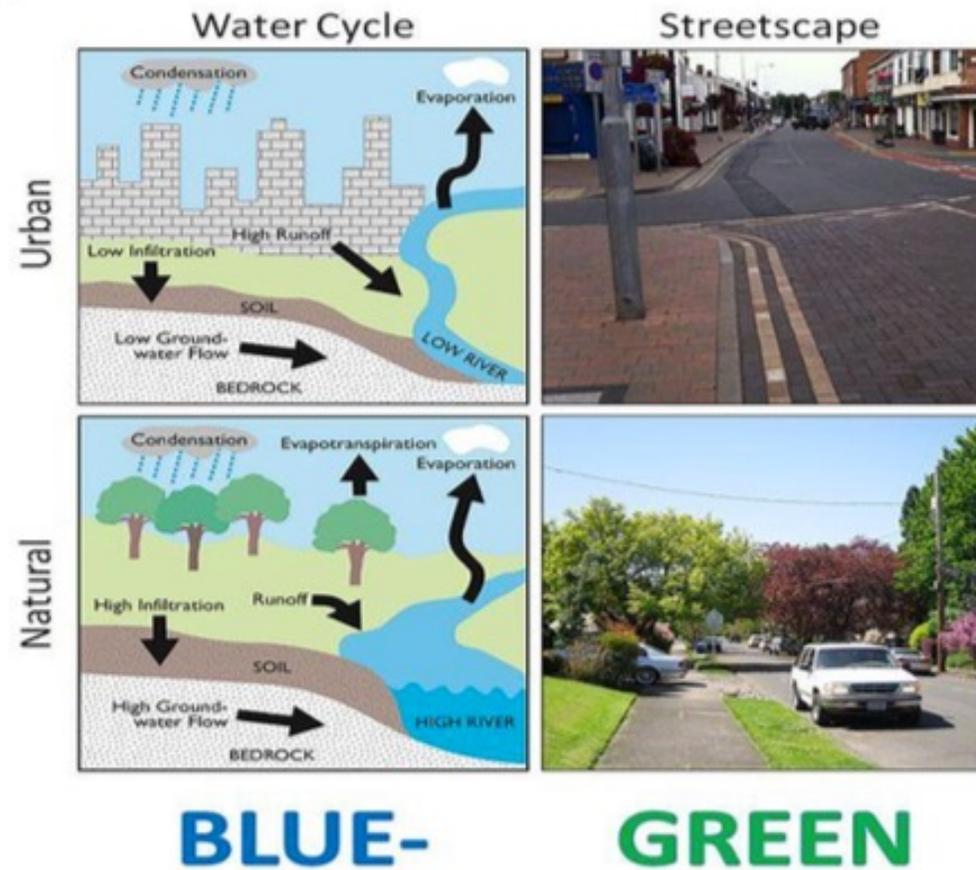
CICLO HIDROLÓGICO MODIFICADO

ESCOAMENTO SUPERFICIAL 10 %
INFILTRAÇÃO 50%



ESCOAMENTO SUPERFICIAL 55%
INFILTRAÇÃO 15%

INFRA ESTRUTURA VERDE E AZUL



INFRA ESTRUTURA VERDE E AZUL



RUA PARA CARROS



RUA PARA PESSOAS



RUA PARA ÁGUA

INFRA ESTRUTURA VERDE E AZUL



Light imprint/DPZ



Meio urbano e drenagem

- Poluição pela carga difusa:

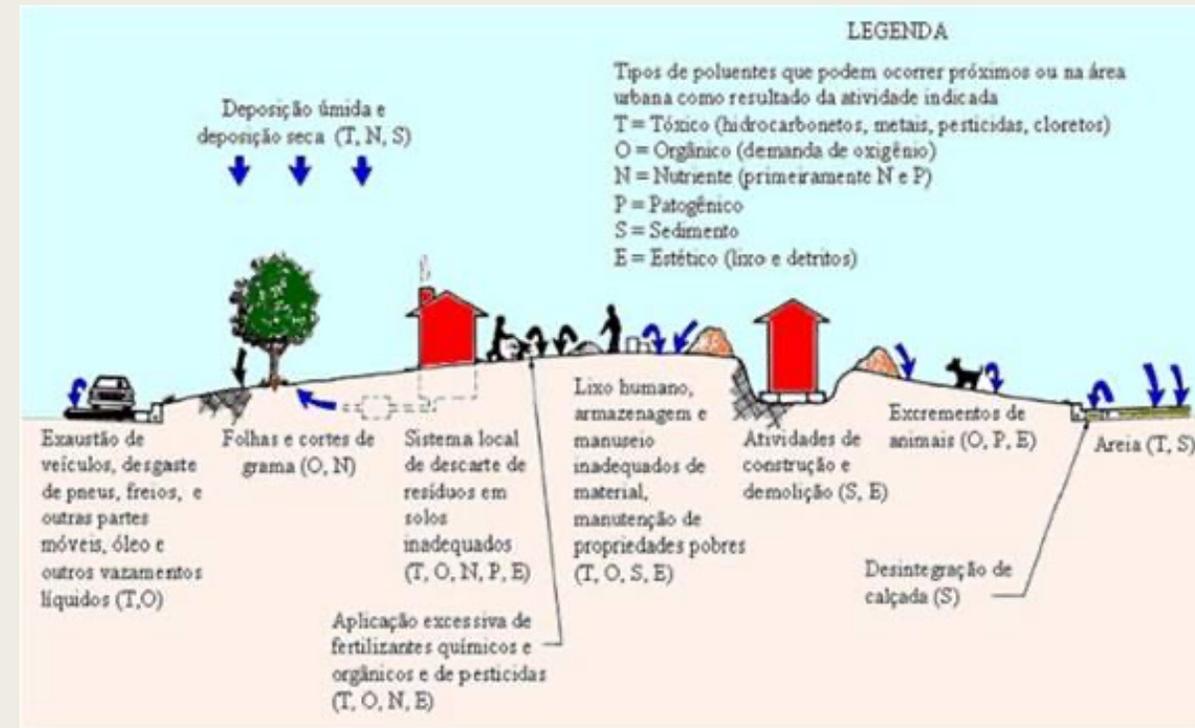
a intensidade da carga orgânica e de sedimentos no início do escoamento diminui ao longo do tempo; porém, não significa uma melhora nos poluentes tóxicos, biológicos e químicos



poluição difusa provém de diversas fontes, tais como:

freios de automóveis, resíduos de pneus, resíduos de pinturas em geral, fezes de animais, resíduos de ferro, zinco, cobre e alumínio de materiais de construção, deposição seca e úmida de particulados de hidrocarbonetos, restos de vegetação, derramamentos, erosão fuligem, poeira, enxofre, metais, pesticidas, nitritos e nitratos, cloretos, fluoretos silicatos, cinzas, compostos químicos e resíduos sólidos, entre outros.

Fonte: Porto e Tucci

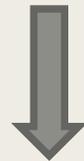


ABASTECIMENTO DE ÁGUA



A ÁGUA POTÁVEL PODE SER DEFINIDA COMO A ÁGUA PRÓPRIA PARA CONSUMO, OU SEJA, LIVRE DE SUBSTÂNCIAS E ORGANISMOS QUE POSSAM TRAZER DOENÇAS, SEM COR, GOSTO, OU CHEIRO.

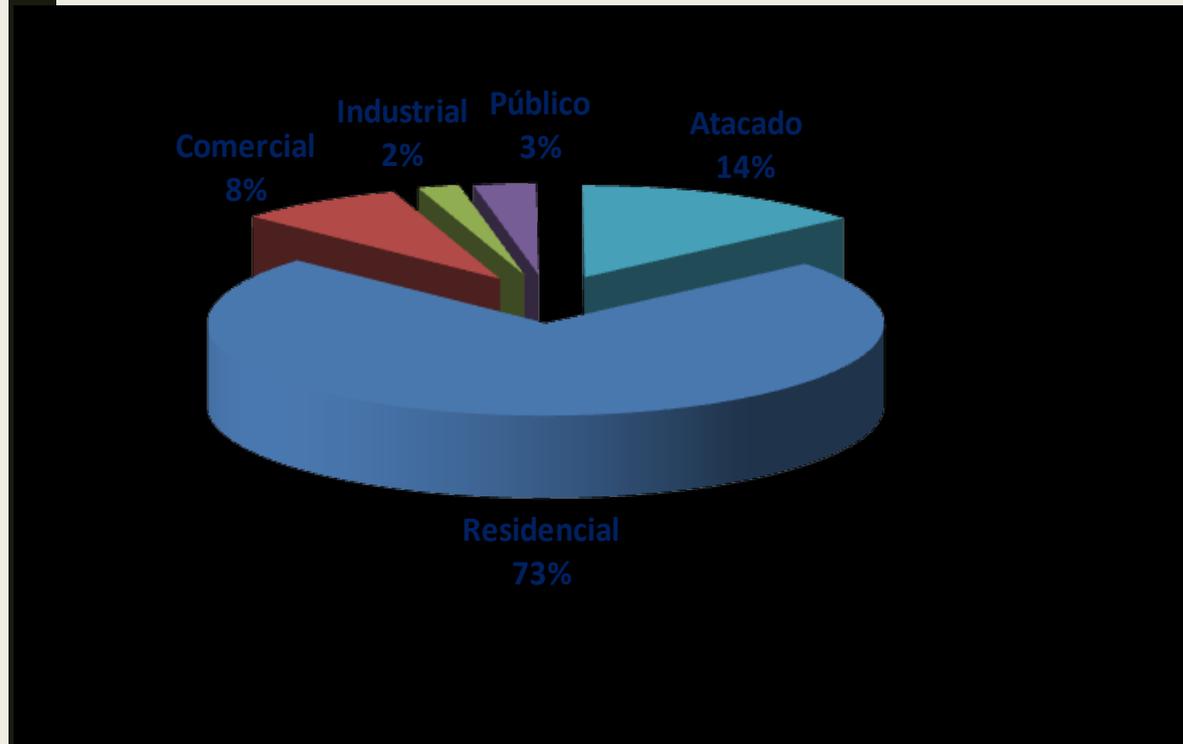
PARA QUE UMA ÁGUA SEJA CONSIDERADA POTÁVEL, DEVEMOS, VERIFICAR SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS. (CRITÉRIO DE POTABILIDADE)



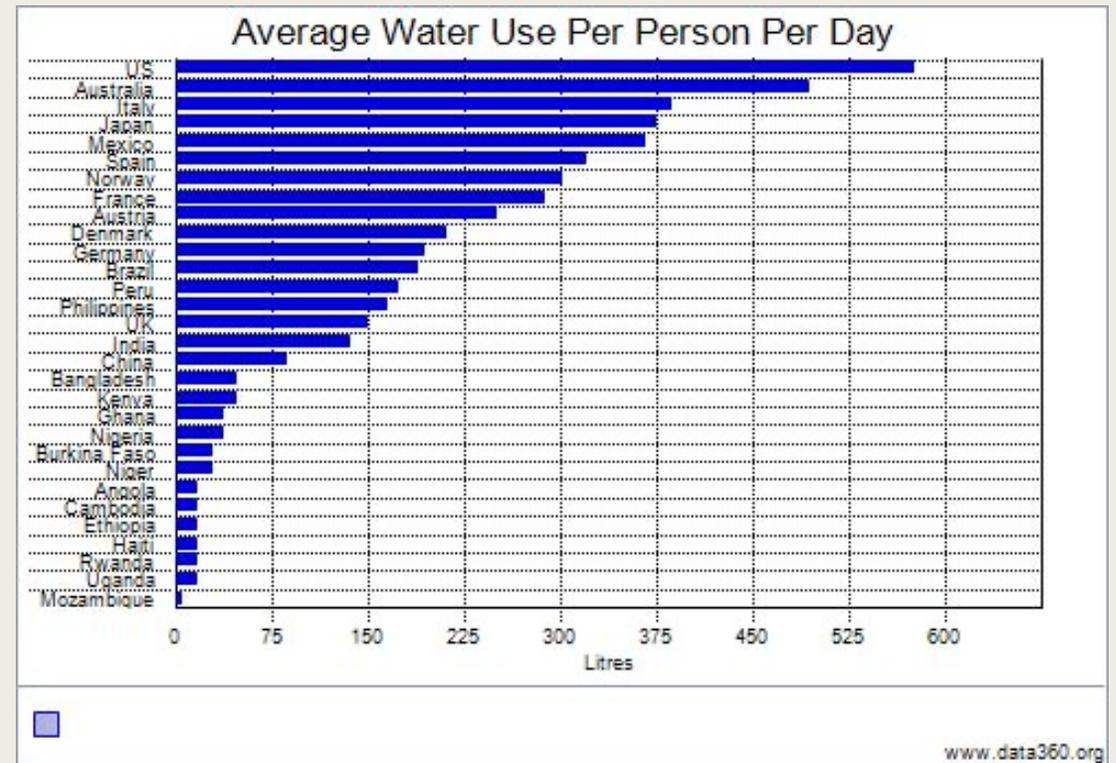
PORTARIA Nº 2914, DE 12 DE DEZEMBRO
DE 2011 MINISTÉRIO DA SAÚDE

Abastecimento de água

- Volume faturado por categoria (SABESP, 2011)

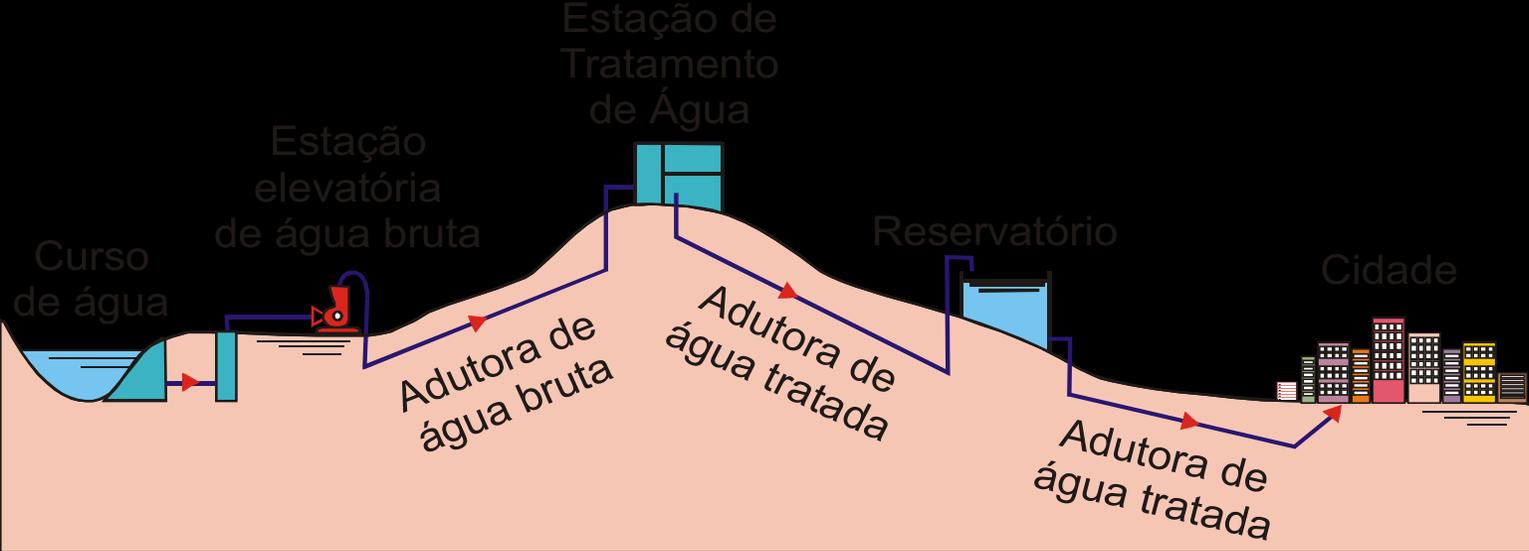
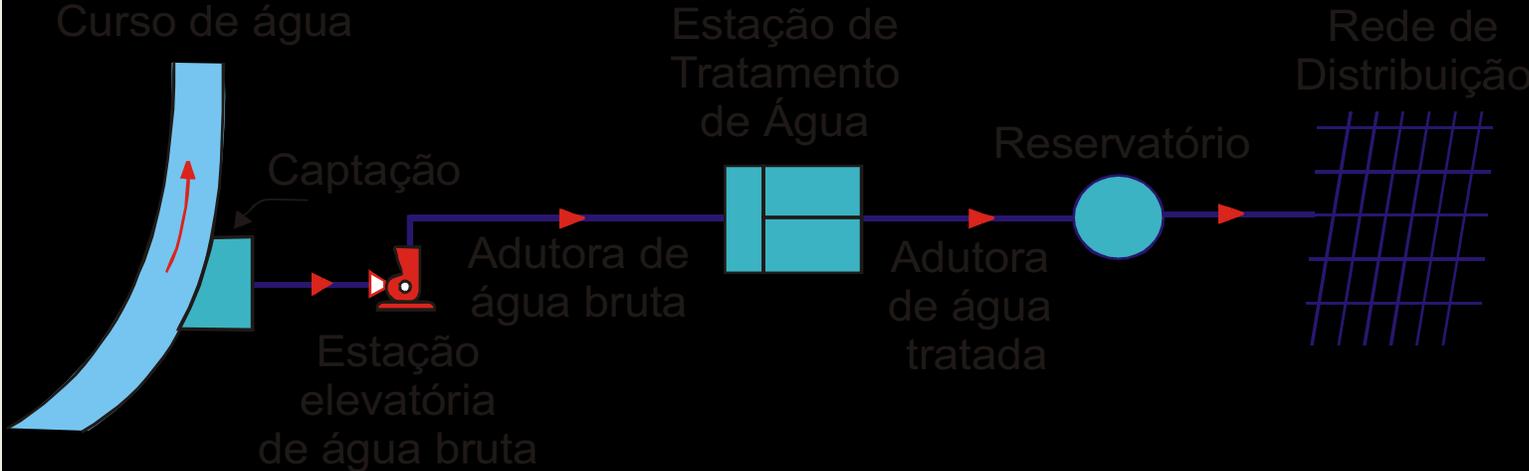


- ▶ Consumo per capita (L/hab.dia):



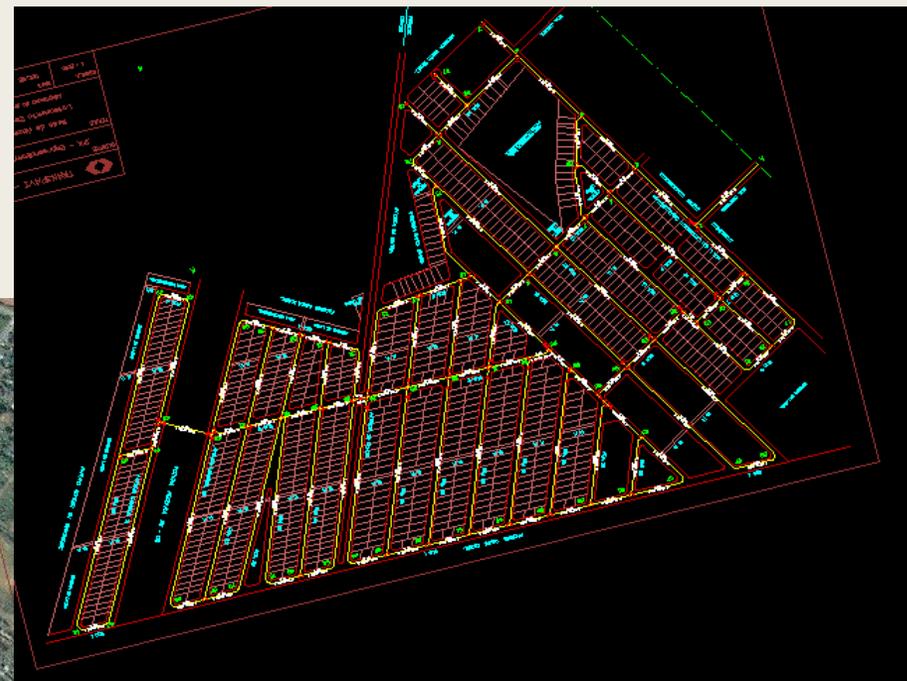
http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757

Abastecimento de água



Abastecimento de água

- ▶ Redes de abastecimento de água



Abastecimento de água

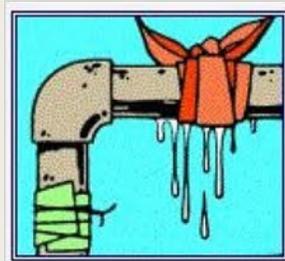
▶ Perdas

DESPERDÍCIO

Mal uso da água

Programas de uso racional da água

(usuário)



PERDAS DE ÁGUA

Vazamentos e outras perdas

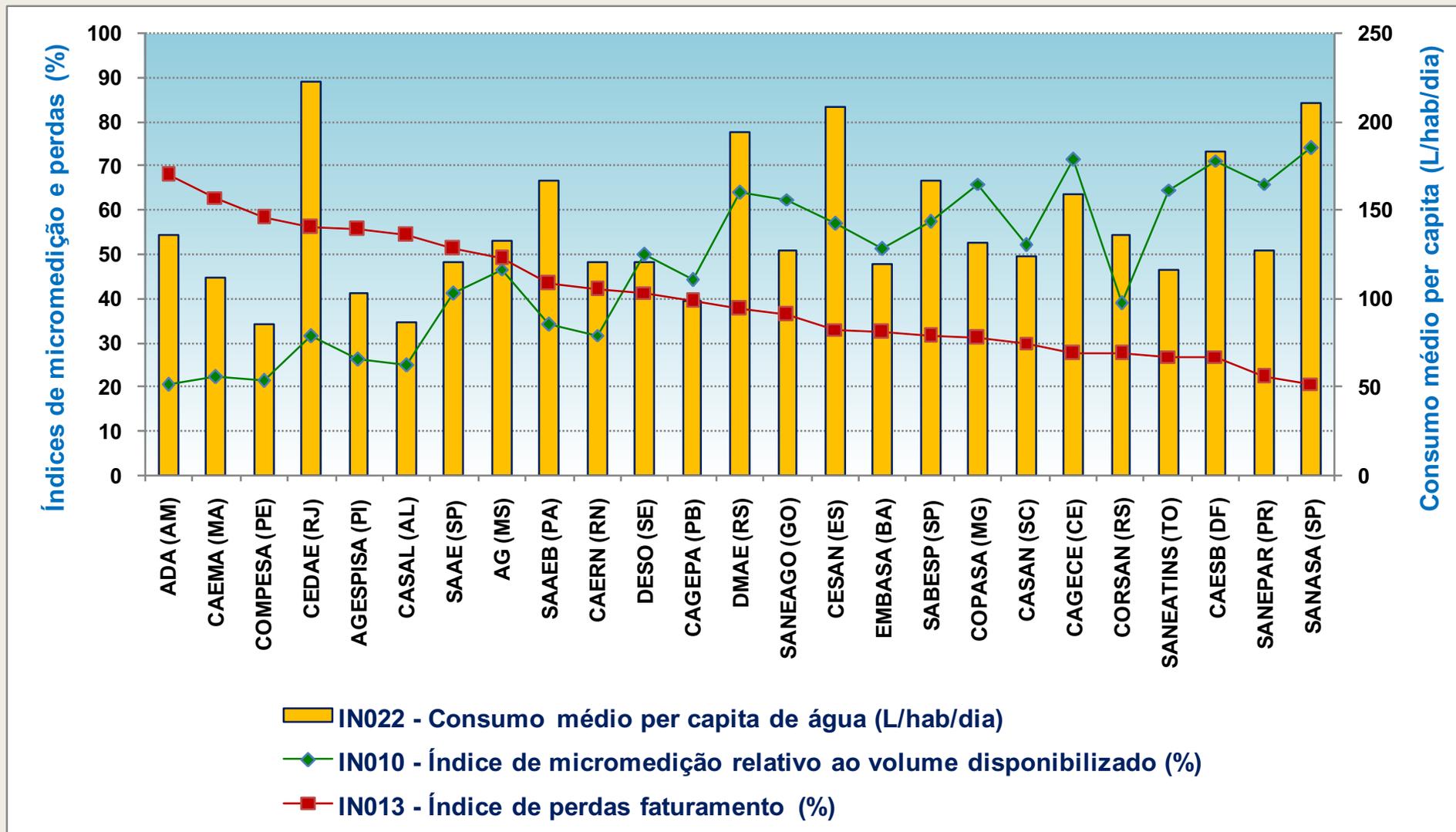
Programas de controle de perdas

(sistema)



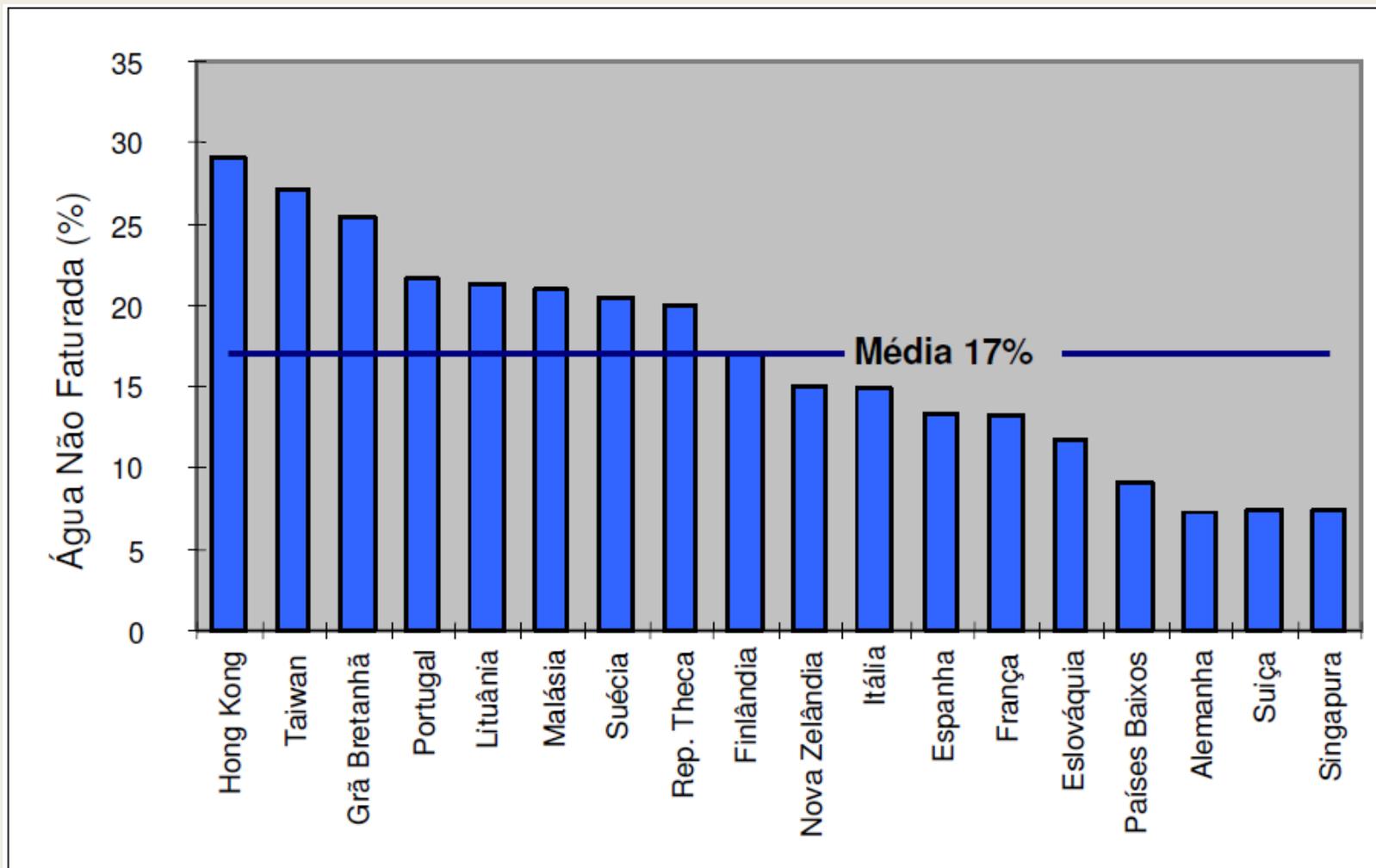
Abastecimento de água

▶ Perdas no Brasil: 20 a 70%!



Abastecimento de água

- ▶ Perdas em outros países



Tratamento de Água

➤ Adequação ao padrão para consumo humano:

➤ Portaria MS 518/2004; MS 2914/2011

➤ Art 5º , II:

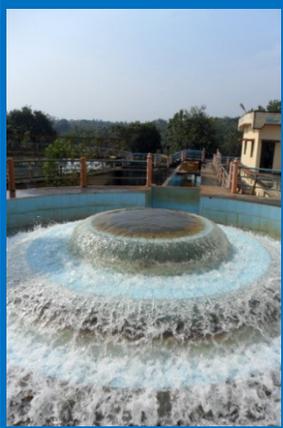
➤ “- água **potável**: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde

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

Tratamento de Água

▶ Tratamento convencional

AERAÇÃO



MISTURA RÁPIDA



FLOCULAÇÃO



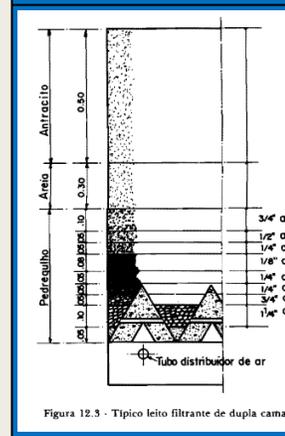
DECANTAÇÃO



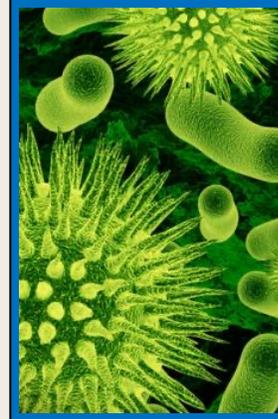
Lodo

Água de lavagem

FILTRAÇÃO



DESINFECÇÃO



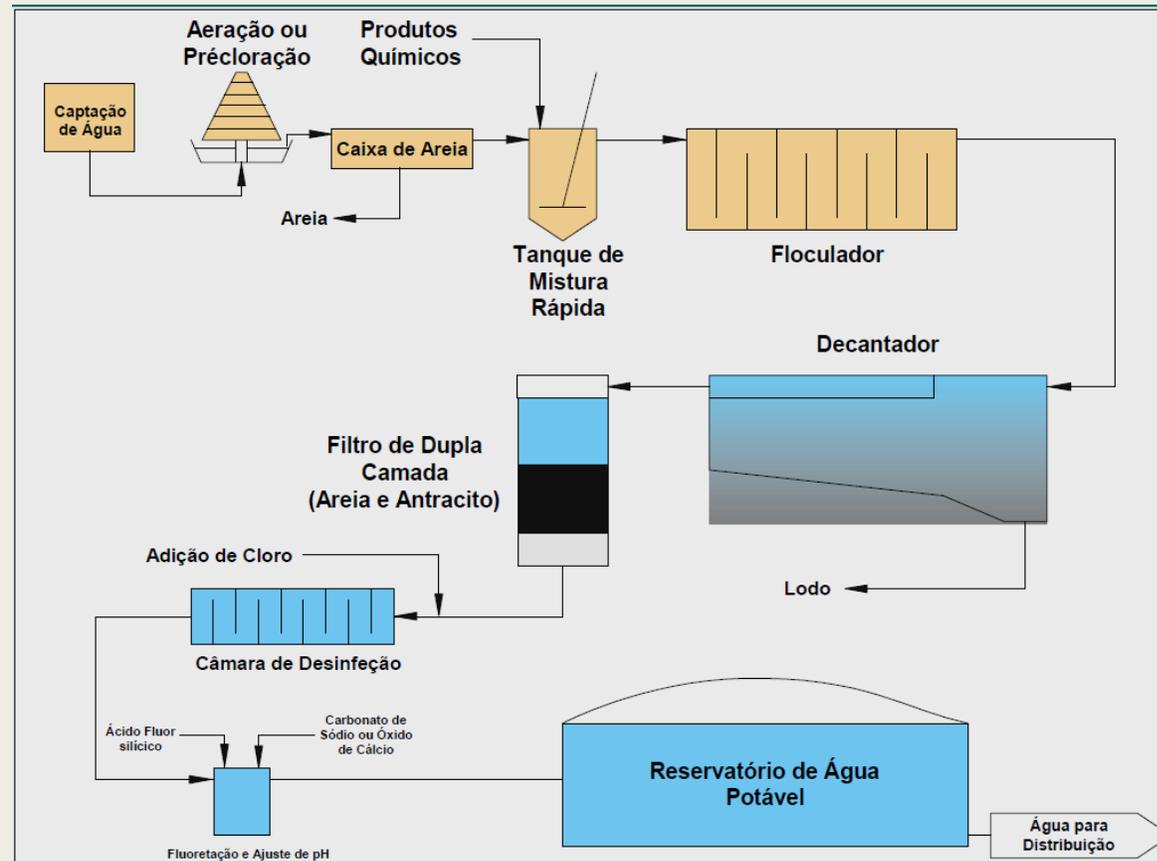
FLUORETAÇÃO



+Correção do pH

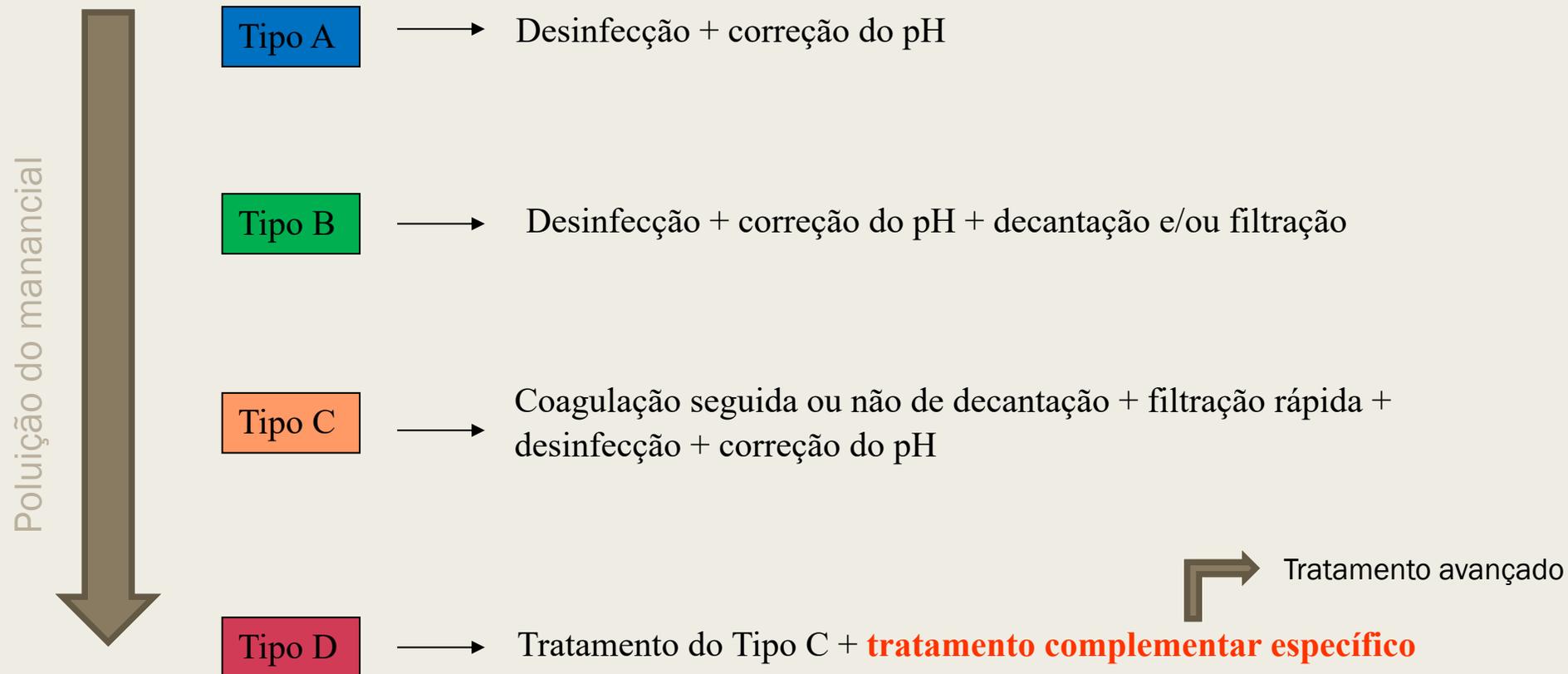
Tratamento de Água

▶ Tratamento convencional



Tratamento de Água

➤ Tratamento depende da qualidade da água bruta



Tratamento de Água

▶ Tratamento avançado

Adsorção

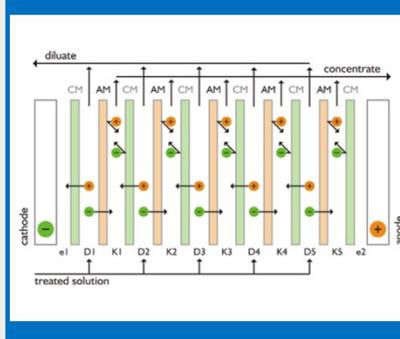
TROCA IÔNICA



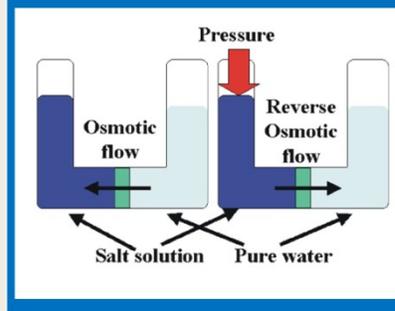
CARVÃO ATIVADO



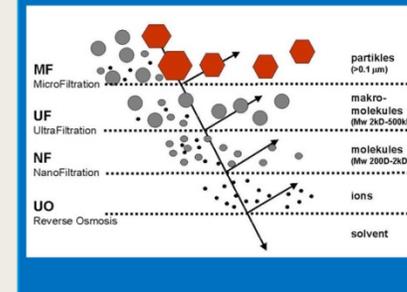
ELETRODIÁLISE



OSMOSE REVERSA

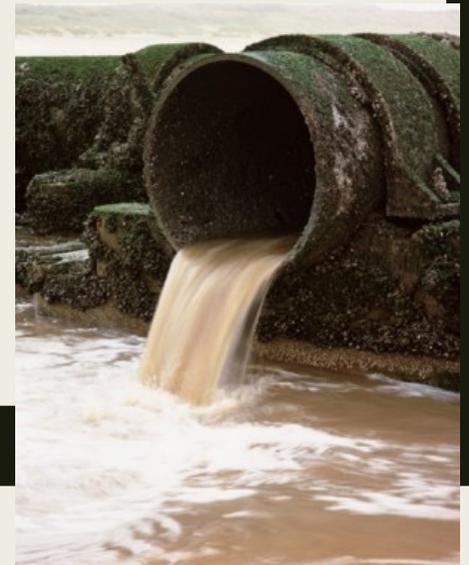


MICRO/ULTRA/NANOFILTRAÇÃO



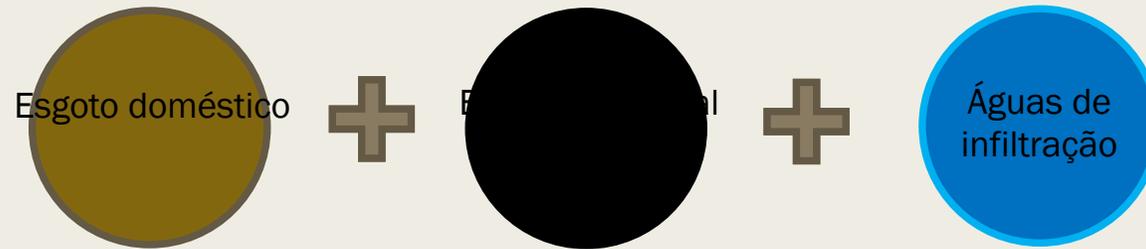
Membranas

COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO

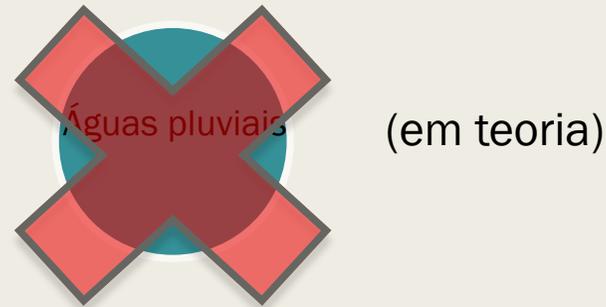


Coleta de esgoto

- ▶ Esgoto sanitário:



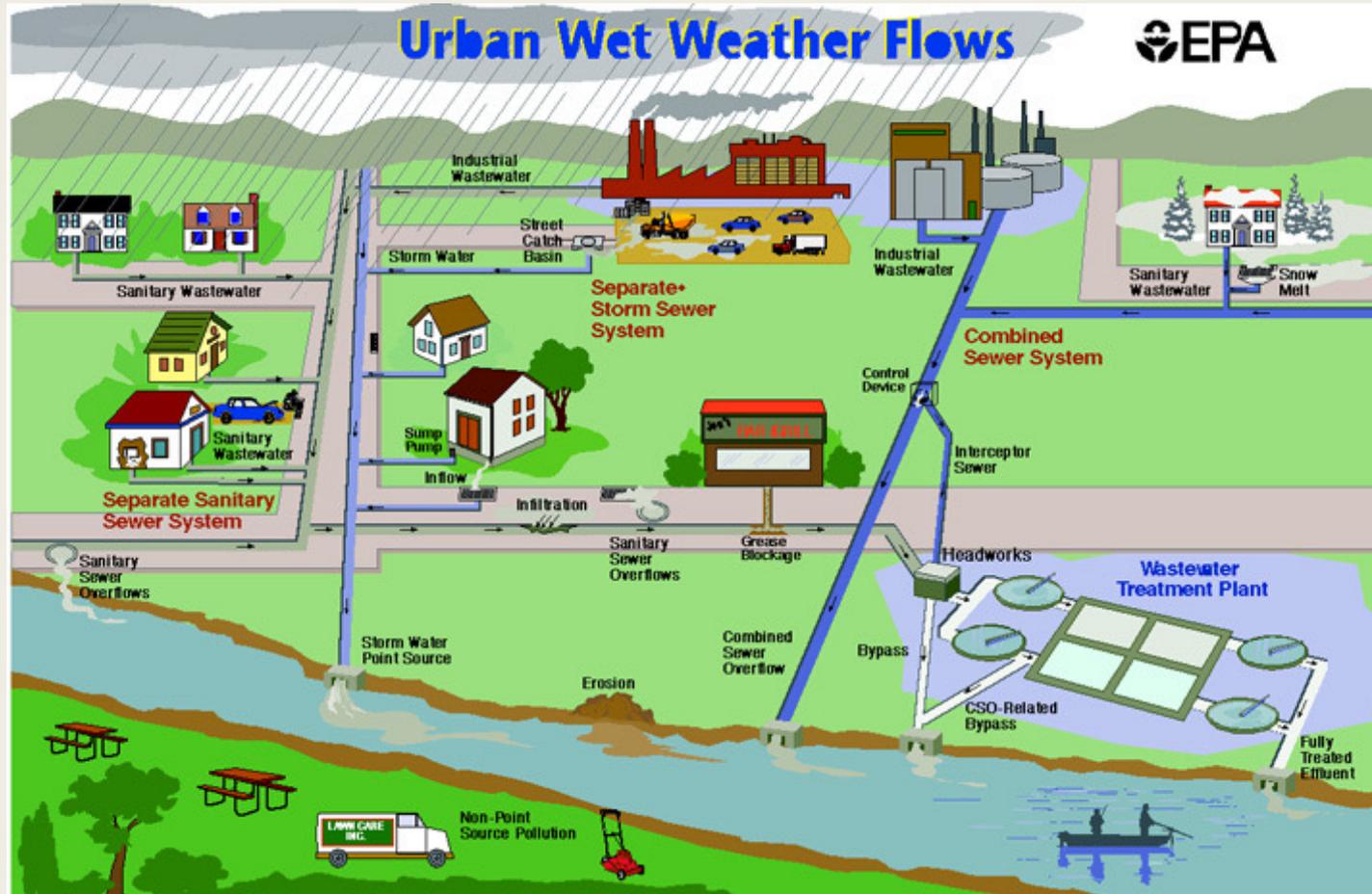
- ▶ Brasil: Sistema Separador Absoluto



- ▶ Composição: 99,9% água

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

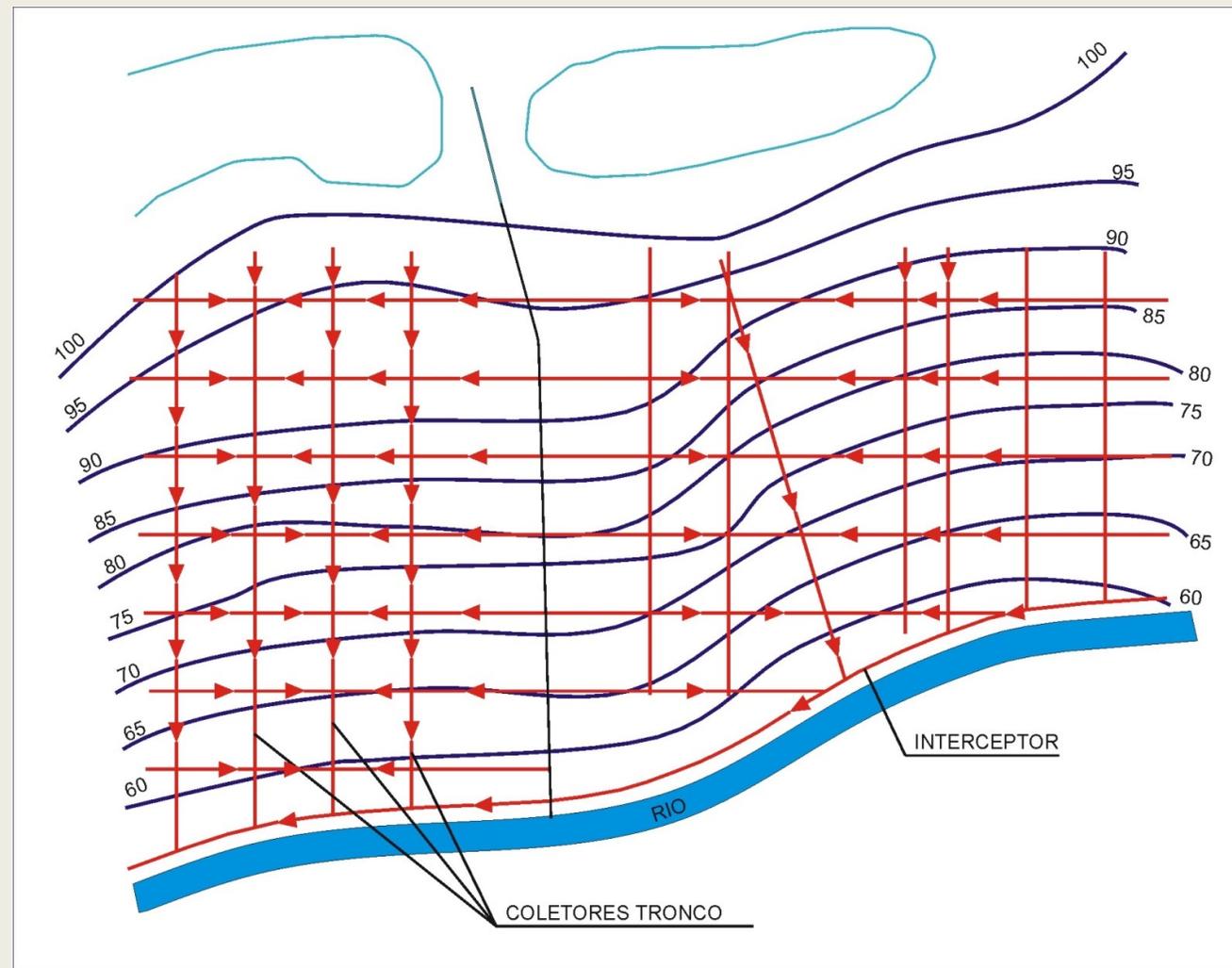
Coleta de esgoto



Coleta de esgoto

▶ Partes constituintes:

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



Tratamento de esgoto

- ▶ Tratamento 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



Tratamento de esgoto

Tratamento preliminar

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

Tratamento primário

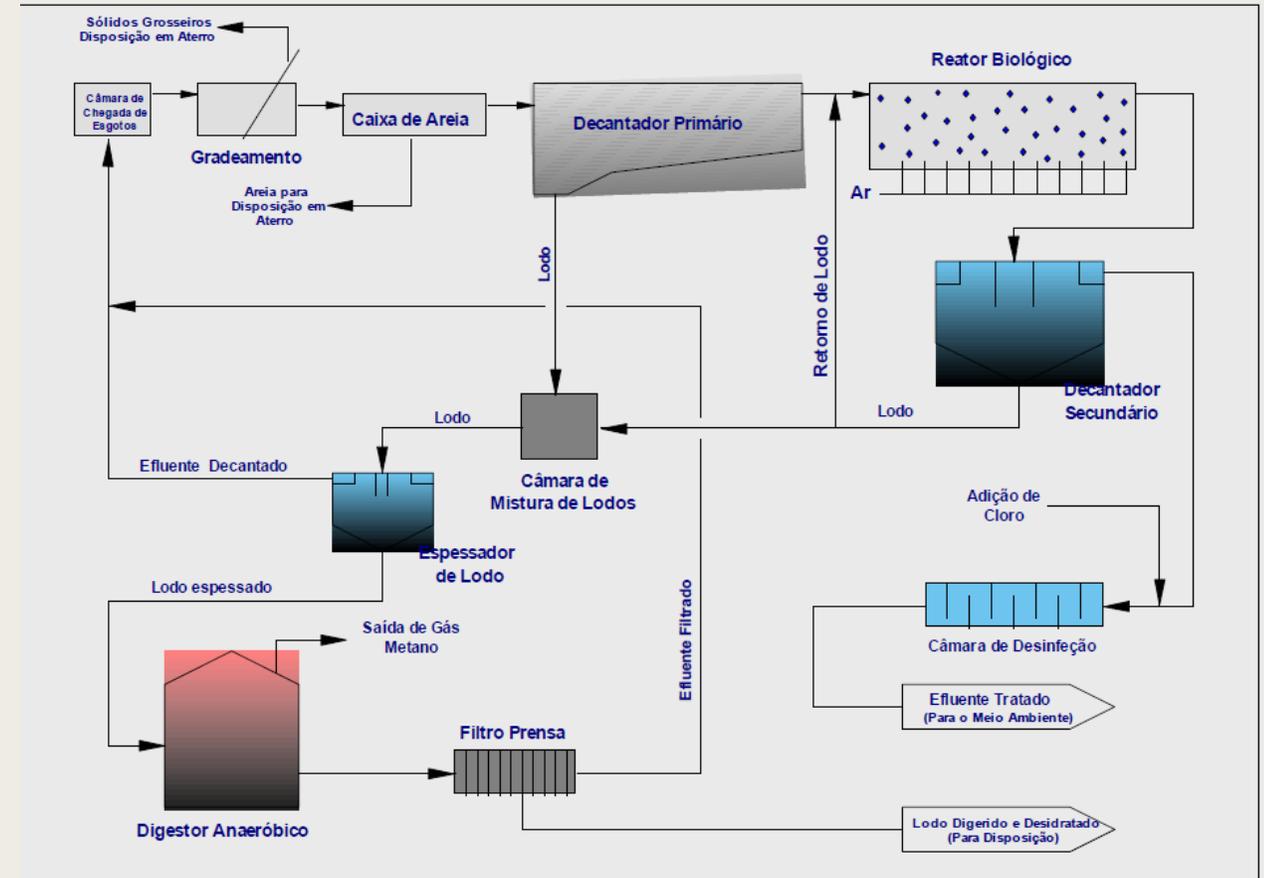
- ▶ Remoção de sólidos sedimentáveis
- ▶ Decantador/flotador/digestor de lodo

Tratamento secundário

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

Tratamento terciário

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



REÚSO DA ÁGUA



Reúso

- Crescente escassez de água:
 - Necessidade de disciplinar o uso
- Reúso: 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
- Aqüicultura
- Recarga de aquíferos: evitar rebaixamento, intrusão de água do mar, armazenamento de esgoto tratado

Reúso

Padrão de Qualidade



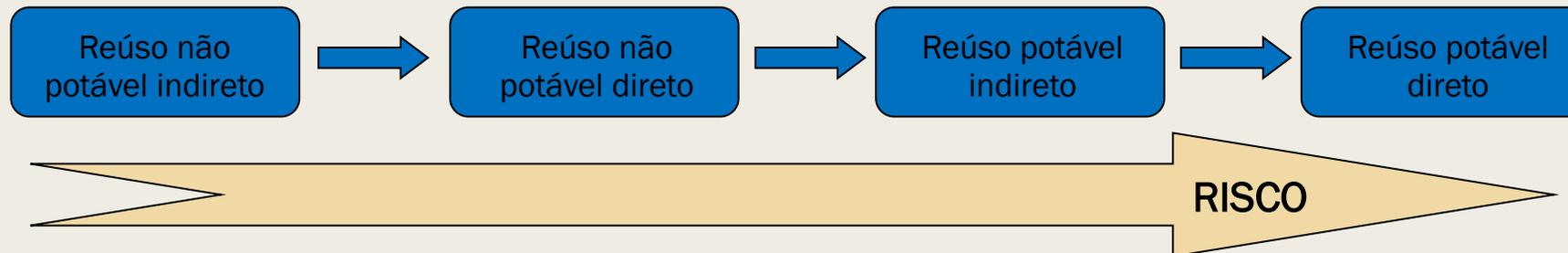
Qualidade excessiva para determinado uso



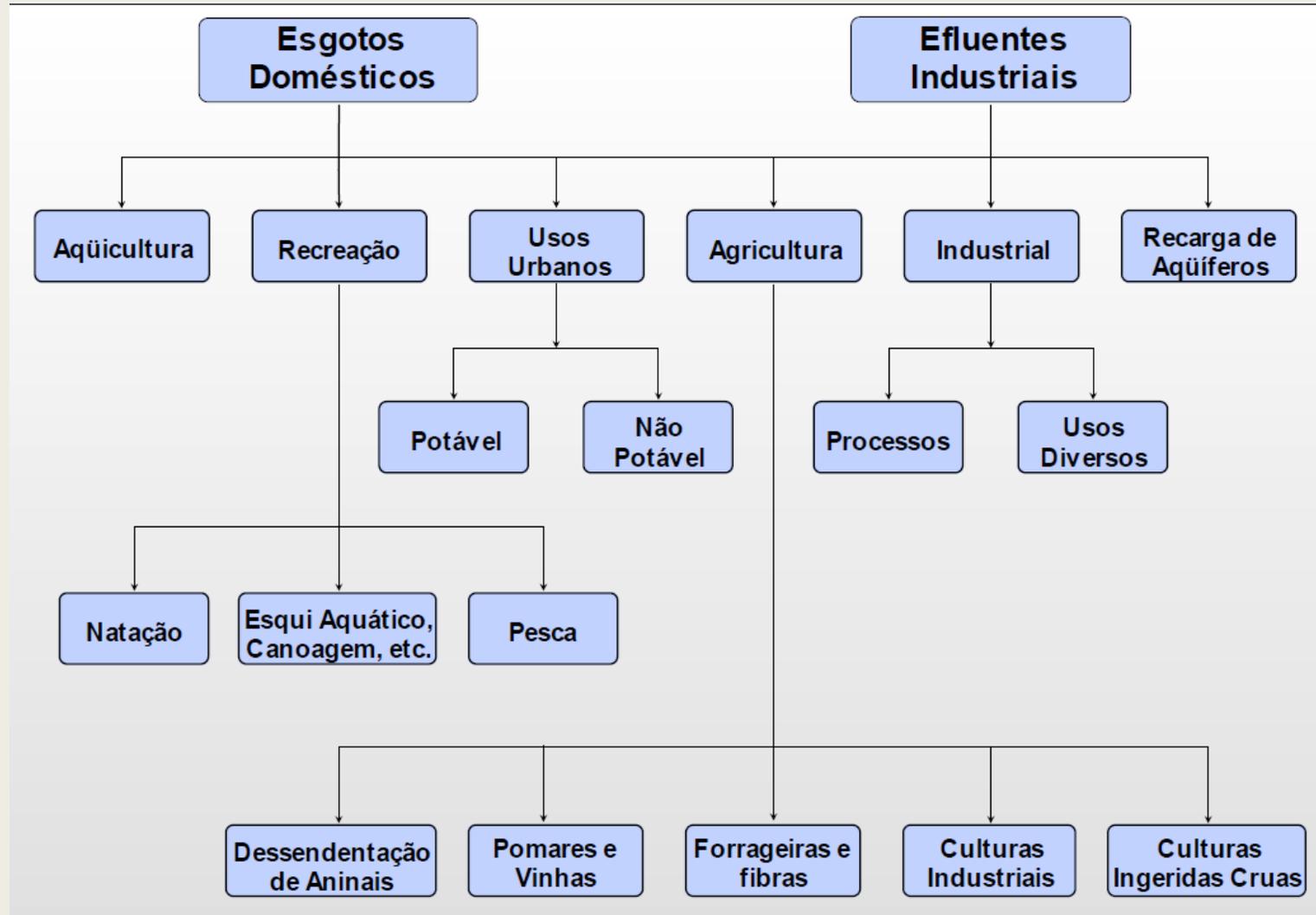
DESPERDÍCIO DE RECURSOS

Premissas básicas

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



Reúso



Reúso na construção civil

- ▶ Reúso de água 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*, Oct2001, 61-66, ecosmartconcrete.com/docs/trmehta01.pdf



- ▶ Assistam os filmes sobre:
 - ▶ Tratamento convencional da água:
 - ▶ Tratamento avançado;
 - ▶ Tratamento de esgoto;
 - ▶ Reuso de água: Projeto aquapolo.

<https://www.youtube.com/watch?v=P2ShcHsEGts>

<https://www.youtube.com/watch?v=haq000SEf6E>

<https://www.youtube.com/watch?v=OwTZCoRR0LI>

<https://www.youtube.com/watch?v=shxjfJ6kVik>