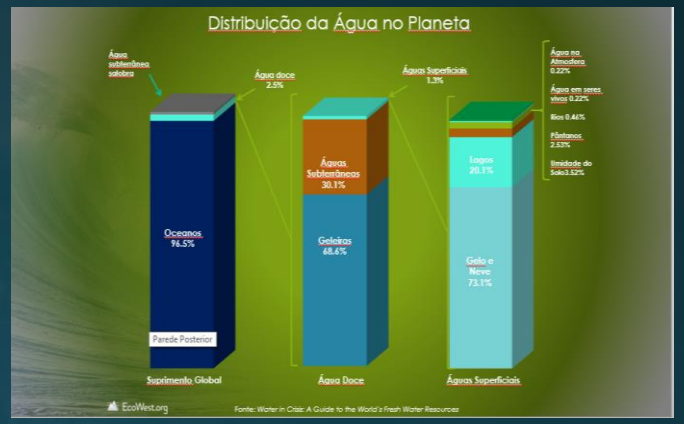
Água

Aula 03 – PHA 3001

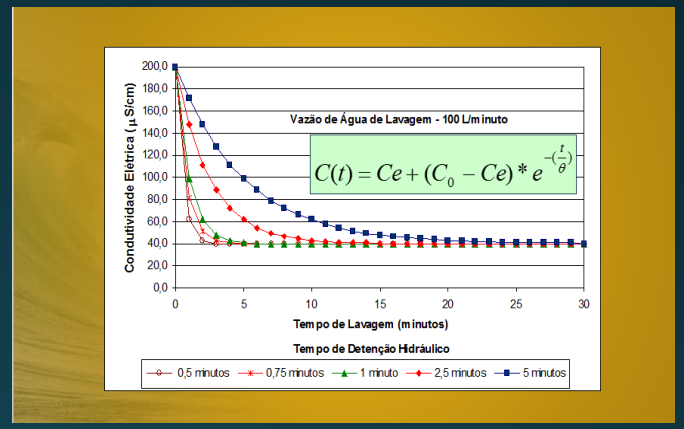
Tópicos da Aula de Hoje



1) Disponibilidade e Escassez

2) Fontes de Poluição da Água

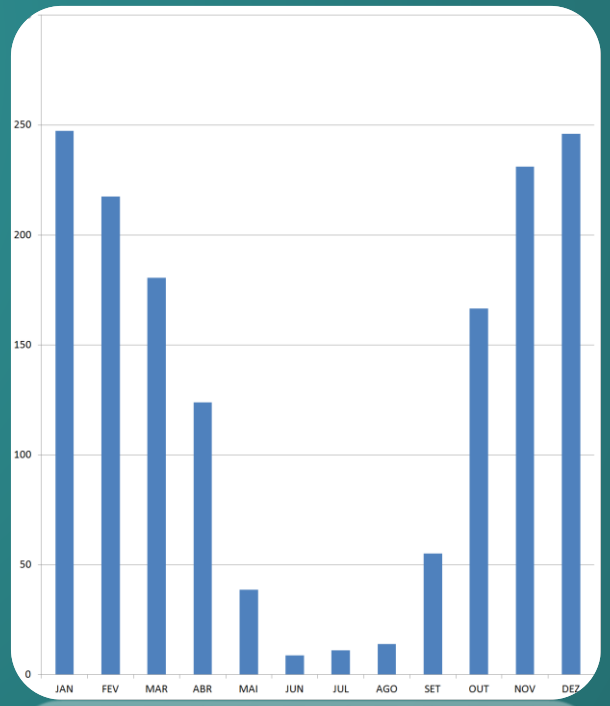
3) Tratamento de Água e Esgoto



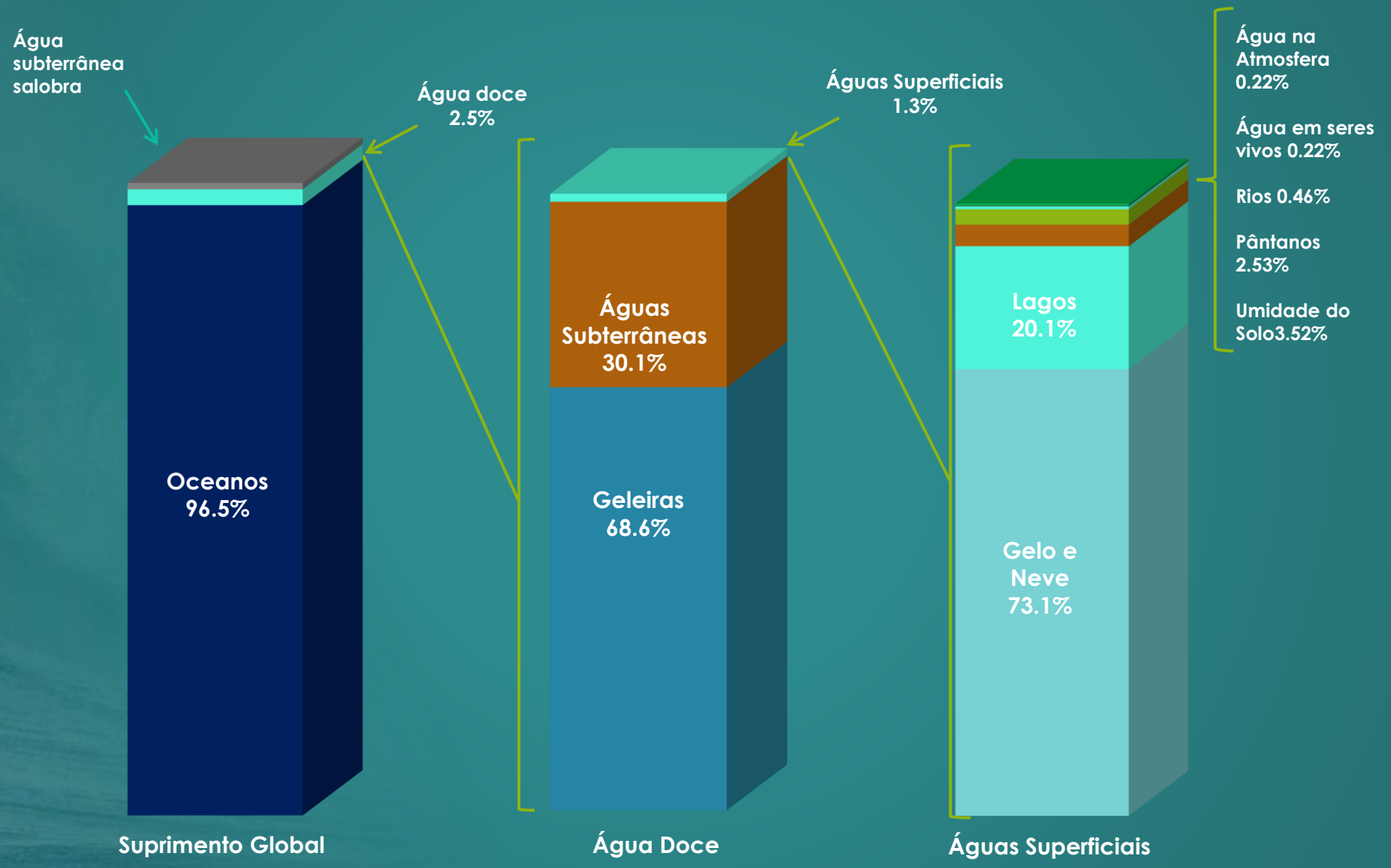
4) Água na Indústria

Problemas

- Aumento da demanda
- Variabilidade na disponibilidade
- Lançamento de esgotos
- Tratamento Inadequado / Inexistente



Distribuição da Água no Planeta



EcoWest.org

Fonte: *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*

Fatos

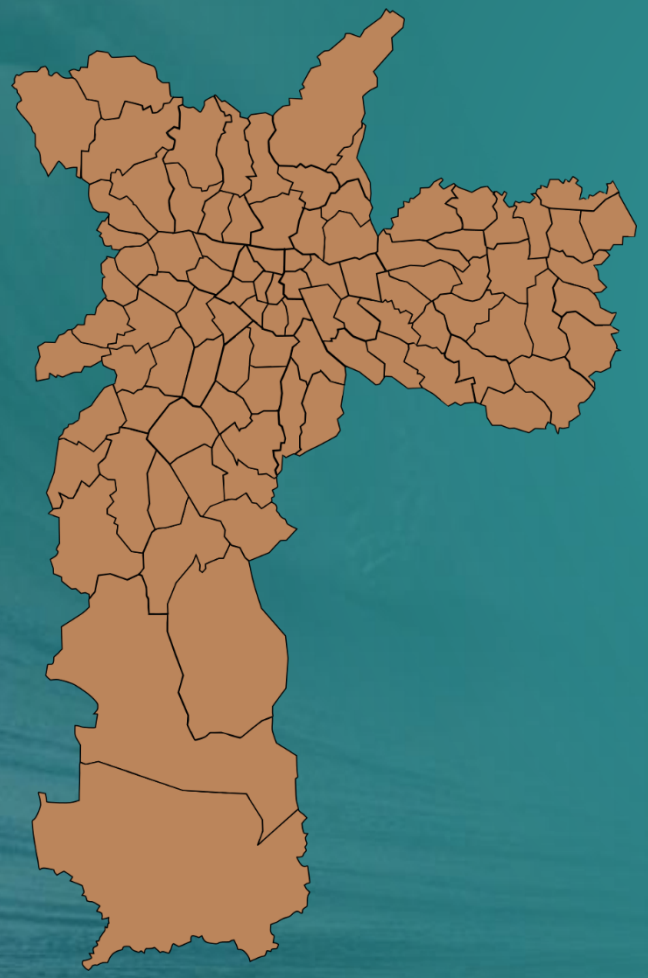
2/3 da população mundial atualmente vivem em áreas que experimentam escassez de água por pelo menos um mês por ano.

Cerca de **500.000.000** de pessoas vivem em áreas onde o consumo de água excede os recursos hídricos localmente renováveis .

Áreas altamente vulneráveis tornaram-se altamente dependentes das transferências de áreas com água abundante e estão buscando fontes alternativas acessíveis.

Regiões Vulneráveis

Regiões Vulneráveis



RMSP = 21 milhões de habitantes

Demanda = 5.600.000.000 de litros por dia (65 m^3/s)

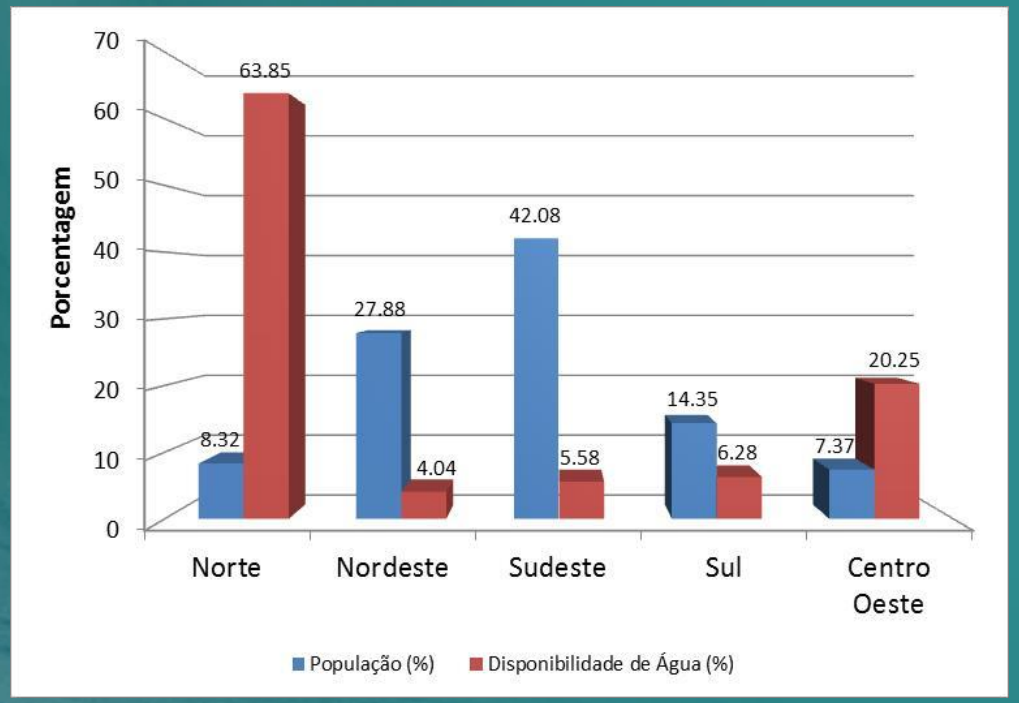
A RMSP importa quase metade da água das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, através do Sistema Cantareira

A população residente na área de mananciais da RMSP é estimada em 2 milhões de pessoas, concentradas principalmente nas Bacias Guarapiranga e Billings.

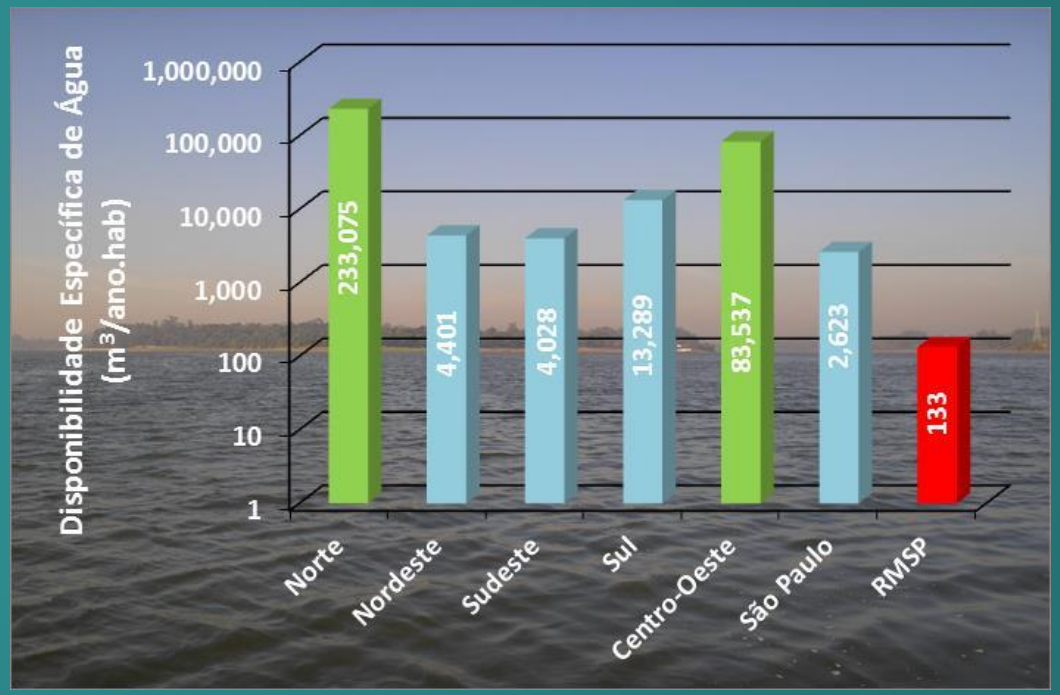
A expansão urbana em direção às áreas de mananciais, aliada à ausência de infraestrutura de esgotamento sanitário na região, resulta na poluição das represas usadas para abastecimento

Disponibilidade Hídrica

Definição: Quantidade de água disponível por habitante por ano



Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região



Disponibilidade Específica de Água por Região

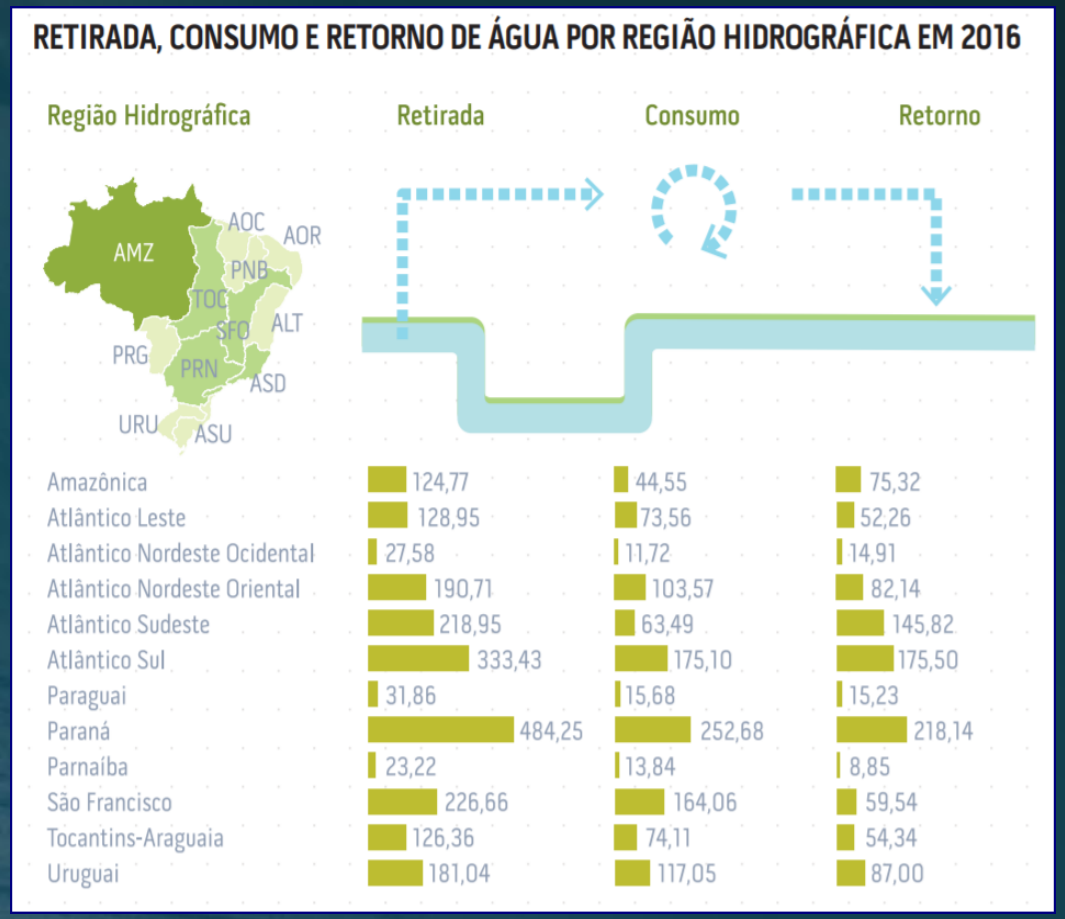
Escassez de Água: Conceituação

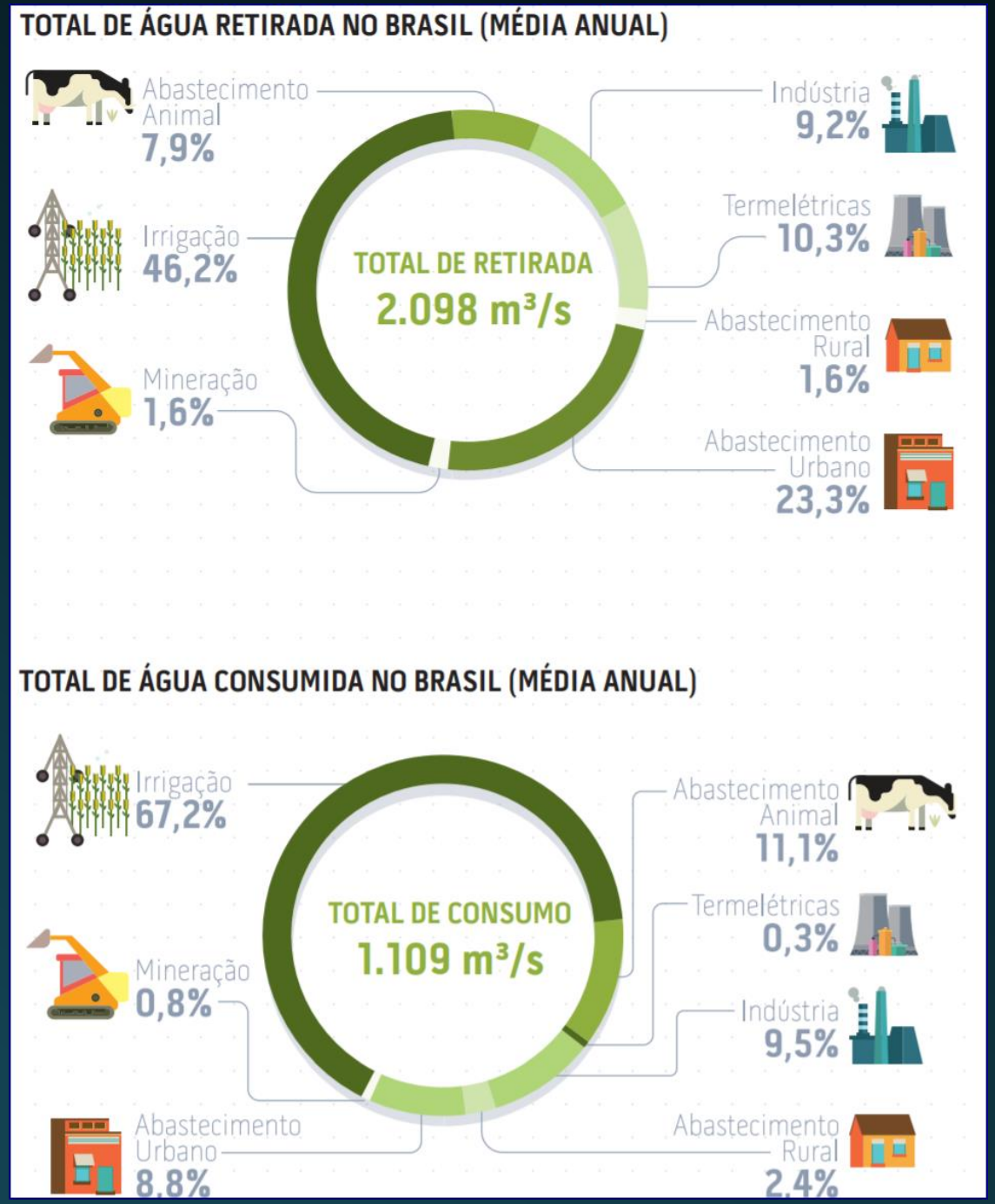
- Indicadores de escassez para auxílio no processo de tomada de decisão:

Disponibilidade Hídrica Específica ($m^3.ano^{-1}.habitante^{-1}$)	Condição de Estresse
> 1700	Sem estresse
1000 a 1700	Estresse hídrico
500 a 1000	Escassez
< 500	Escassez absoluta

Malin Falkenmark, 1989

Usos da Água


RETIRADA, CONSUMO E RETORNO DE ÁGUA POR REGIÃO HIDROGRÁFICA EM 2016
Região Hidrográfica
Retirada
Consumo
Retorno
AMZ
AOC
AOR
PNB
TOC
SFO
ALT
PRG
PRN
ASD
URU
ASU
Amazônica 124,77 44,55 75,32
Atlântico Leste 128,95 73,56 52,26
Atlântico Nordeste Ocidental 27,58 11,72 14,91
Atlântico Nordeste Oriental 190,71 103,57 82,14
Atlântico Sudeste 218,95 63,49 145,82
Atlântico Sul 333,43 175,10 175,50
Paraguai 31,86 15,68 15,23
Paraná 484,25 252,68 218,14
Parnaíba 23,22 13,84 8,85
São Francisco 226,66 164,06 59,54
Tocantins-Araguaia 126,36 74,11 54,34
Uruguai 181,04 117,05 87,00


TOTAL DE ÁGUA RETIRADA NO BRASIL (MÉDIA ANUAL)
Abastecimento Animal 7,9%
Irrigação 46,2%
Mineração 1,6%
TOTAL DE RETIRADA 2.098 m³/s
Indústria 9,2%
Termelétricas 10,3%
Abastecimento Rural 1,6%
Abastecimento Urbano 23,3%
TOTAL DE ÁGUA CONSUMIDA NO BRASIL (MÉDIA ANUAL)
Irrigação 67,2%
Mineração 0,8%
Abastecimento Urbano 8,8%
TOTAL DE CONSUMO 1.109 m³/s
Abastecimento Animal 11,1%
Termelétricas 0,3%
Indústria 9,5%
Abastecimento Rural 2,4%

Histórico

Cuyahoga River - Ohio, EUA, 1969

O Processo de Poluição das Águas

Resultado da associação entre os seguintes fatores:

- Capacidade de dissolver as substâncias com as quais entra em contato
- Ausência ou ineficácia de sistemas de tratamento de esgotos e efluentes
- Lançamento indevido ou deliberado de poluentes nos corpos d'água

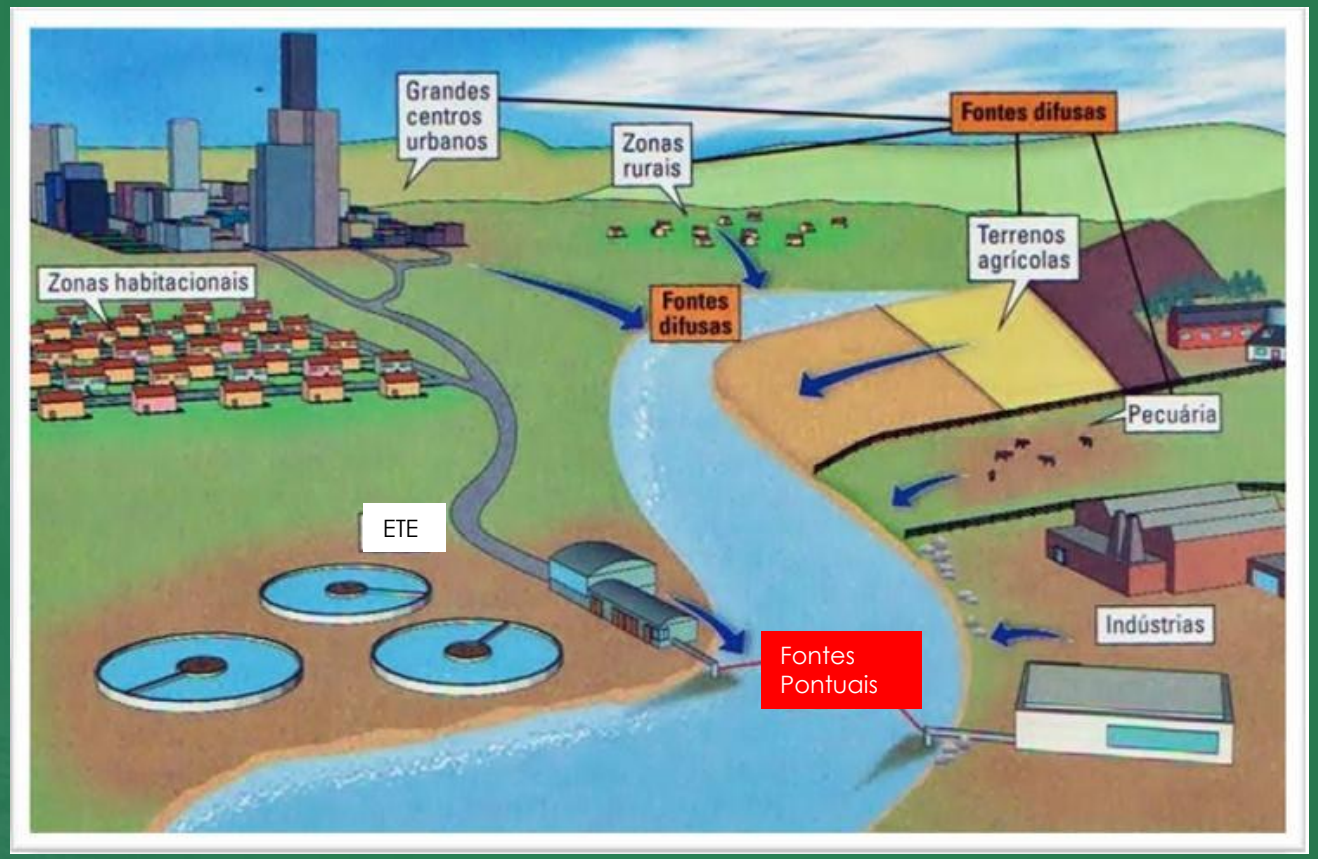
LAVOISIER!!!!

Fontes de Poluição

Compostos Orgânicos

Patógenos

Nutrientes



Metais Pesados

Fármacos e Químicos

Calor

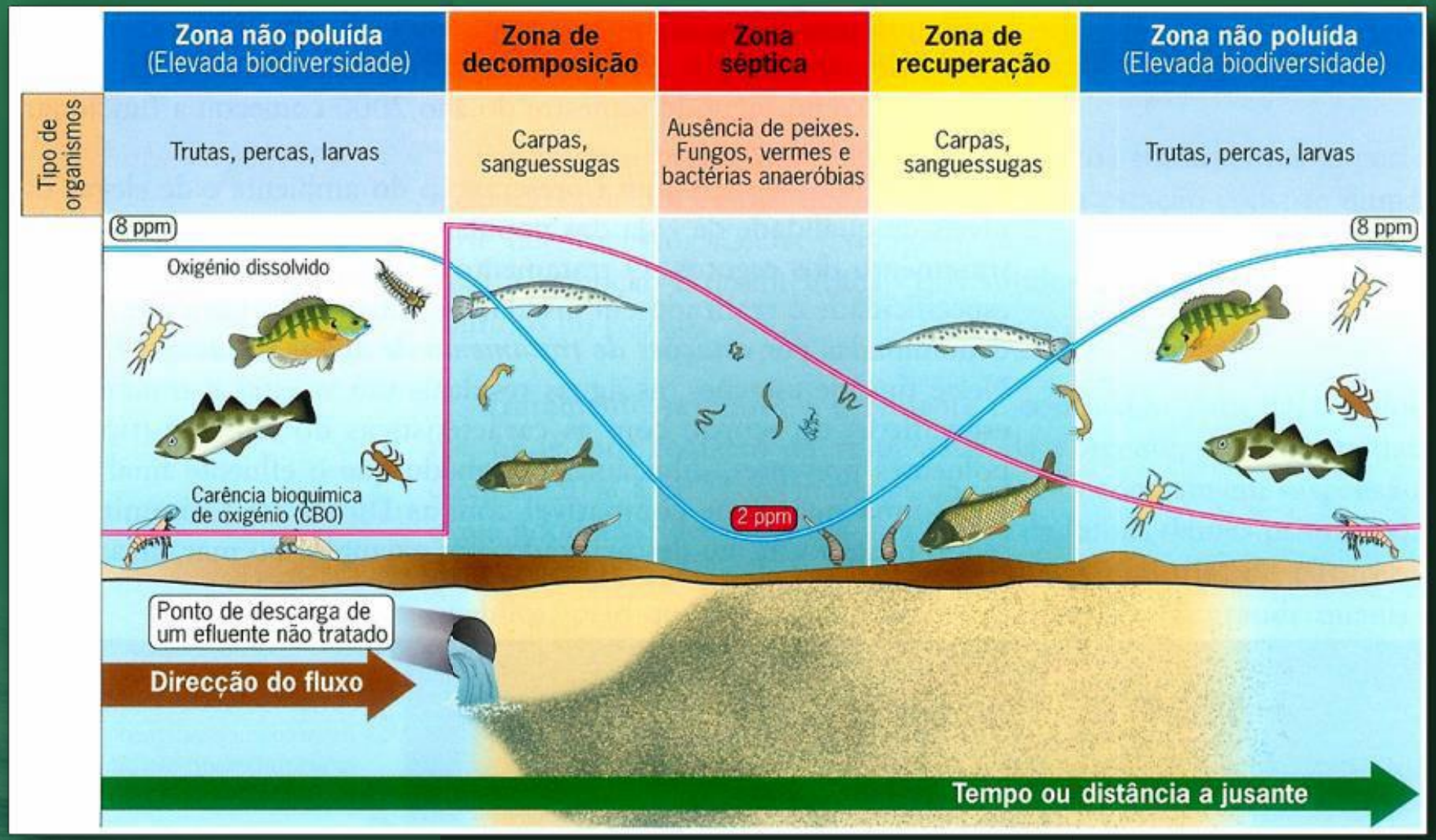
Substâncias Biodegradáveis

Algumas substâncias biológicas ou químicas lançadas em corpos de água podem ser biodegradadas por bactérias da água, mas o problema da poluição consiste na alta demanda de poluentes, que torna mais demorada e mais complexa a degradação desses compostos

O processo natural de recuperação de um corpo de água que recebe lançamentos de material biodegradável é chamado de autodepuração, que pode ocorrer por processos físicos, químicos e biológicos.

A autodepuração é um processo que cria **zonas** na água. Nos locais de despejo de poluentes é criada uma zona aquática de degradação, onde as substâncias estão mais concentradas. A dispersão dos poluentes vai depender do tipo de corpo de água.

Processo de Auto-Depuração



Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)

- Oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica no meio aquático por processos biológicos
- Como a DBO corresponde a alta quantidade de matéria orgânica no meio, para sua total decomposição há o uso do oxigênio dissolvido na água.
- Caso o oxigênio se esgote, a decomposição passa a ser anaeróbia, tendo como resultados substâncias como metano, amônia, mercaptanas, fenóis e aminoácidos.

Patógenos

Doenças de Veiculação Hídrica

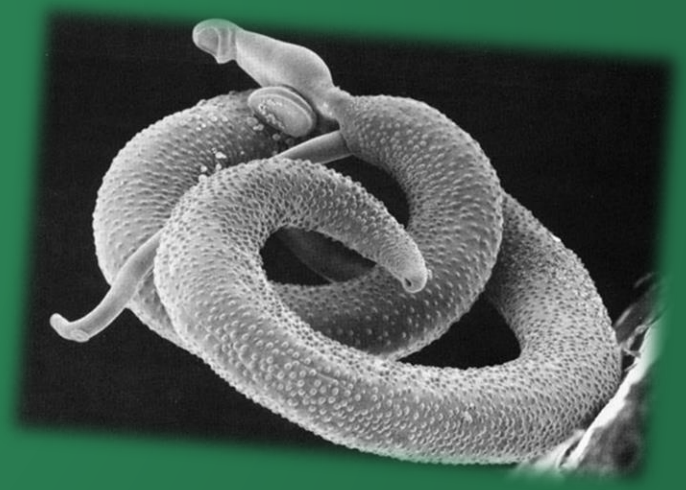
- Diarreia (bactéria E.Coli)
- Giardíase e Criptosporídíase (protozoários)
- Esquistossomose (Platelminto *Schistosoma mansoni*)
- Disenteria (ameba - Entamoeba histolitica)
- Salmonela (bactéria)
- Febre Tifóide (Salmonella Typhi)
- Cólera (bactéria Vibrio Cholerae)
- Hepatite A (vírus HAV)
- Gastroenterite (por salmonela)
- Dermatite/Otite (pseudômonas)
- Pneumonia (legionella)

Giardia lambria

Patógenos

Consequências

- 10 milhões de casos de diarreia todos os anos
- Morte de 4.000 crianças por dia
- Morte de 3.400.000 pessoas por ano
- 200.000.000 de pessoas infectadas com esquistossomos

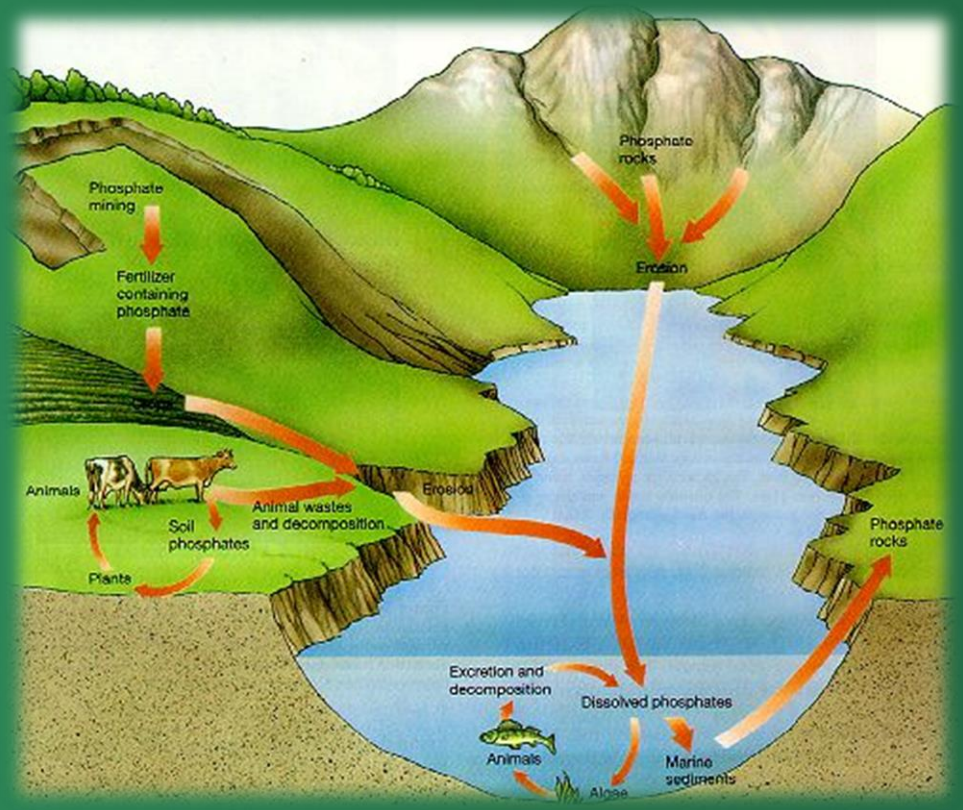


Schistosoma mansoni

Nutrientes

Nitrogênio e Fósforo

São utilizados como fertilizantes, na forma de nitratos e fosfatos. Por poluição difusa (infiltração no solo e carreamento) vão parar em rios e lagos.



O Nitrogênio está presente também nas excretas animais (amônia, ureia e ácido úrico) e, portanto, nos esgotos domésticos e industriais.

No meio ambiente, ao parar em corpos hídricos podem causar o problema de **Eutrofização.**

Nutrientes

Eutrofização

A quantidade excessiva de fosfato e nitrato induz a multiplicação de micro-organismos (algas) que passam a habitar a superfície da água, formando uma camada.

Essa camada impede a penetração da luminosidade e reduz a taxa fotossintética nas camadas inferiores, ocasionando déficit de oxigênio.

Resultado: morte de peixes e vegetação aquática.

Depois de morrerem, a decomposição aumenta ainda mais o teor de matéria orgânica.

Em consequência, o número de agentes decompositores também se eleva (bactérias anaeróbias facultativas), atuando na degradação da matéria morta, liberando toxinas que agravam ainda mais a situação dos ambientes afetados, comprometendo toda a cadeia alimentar, além de alterar a qualidade da água, também imprópria ao consumo humano.

Metais Pesados

A definição geral abrange 96 dos 118 metais. No meio ambiente os mais importantes são:

- Cromo
- Arsênico
- Cádmio
- Mercúrio
- Chumbo

Todos são tóxicos e bioacumulativos. Têm alta afinidade com enxofre e inibem reações metabólicas (inibem enzimas) essenciais. Dessa forma, causam envenenamento e doenças degenerativas.

O nível de chumbo nas águas triplicou após a Revolução Industrial.

1 grama de mercúrio (conteúdo de um termômetro) contamina 1.000.000. L de água

Fármacos e Químicos

Registradas diariamente 15.000 novas substâncias

Registros totais no Chemical Abstract Service (CAS): 131.000.000.

- Produtos químicos utilizados na indústria farmacêutica e de cosméticos – nanopartículas, antibióticos, anti-inflamatórios, hormônios naturais e sintéticos.

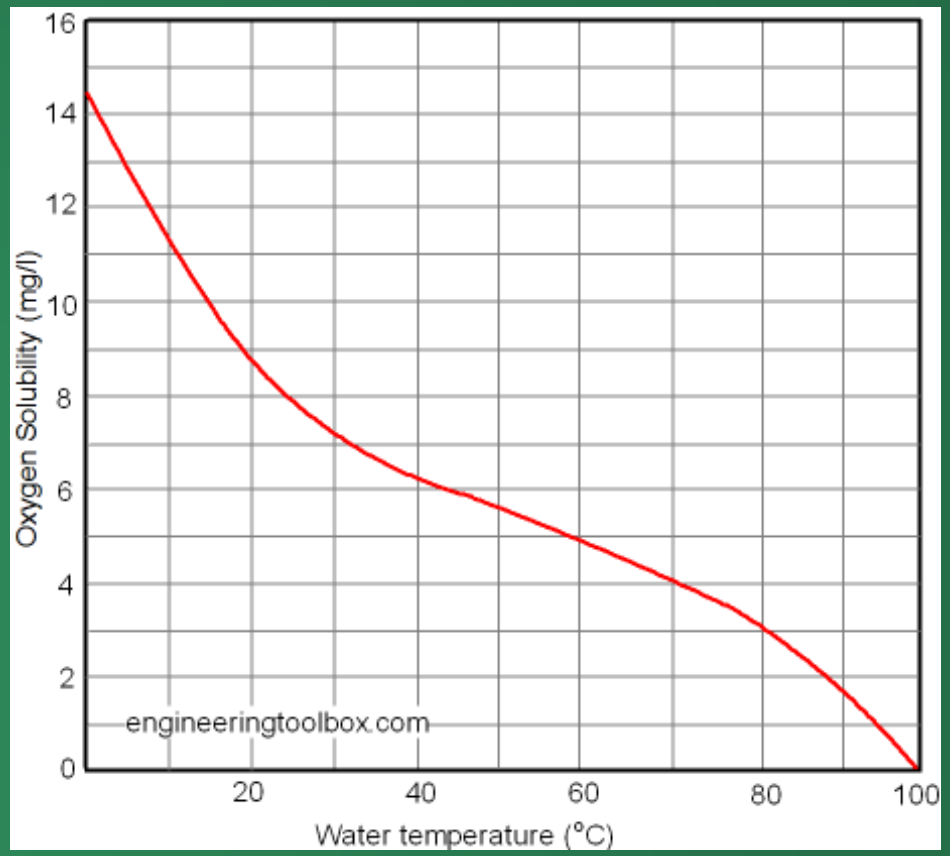
- Compostos classificados como "disruptores endócrinos" por terem o potencial de reprimir a síntese hormonal ou mimetizar o efeito de hormônios naturais. (ex: anticoncepcionais)

- Não são facilmente removidos pelo tratamento de água e tratamento de esgotos convencionais

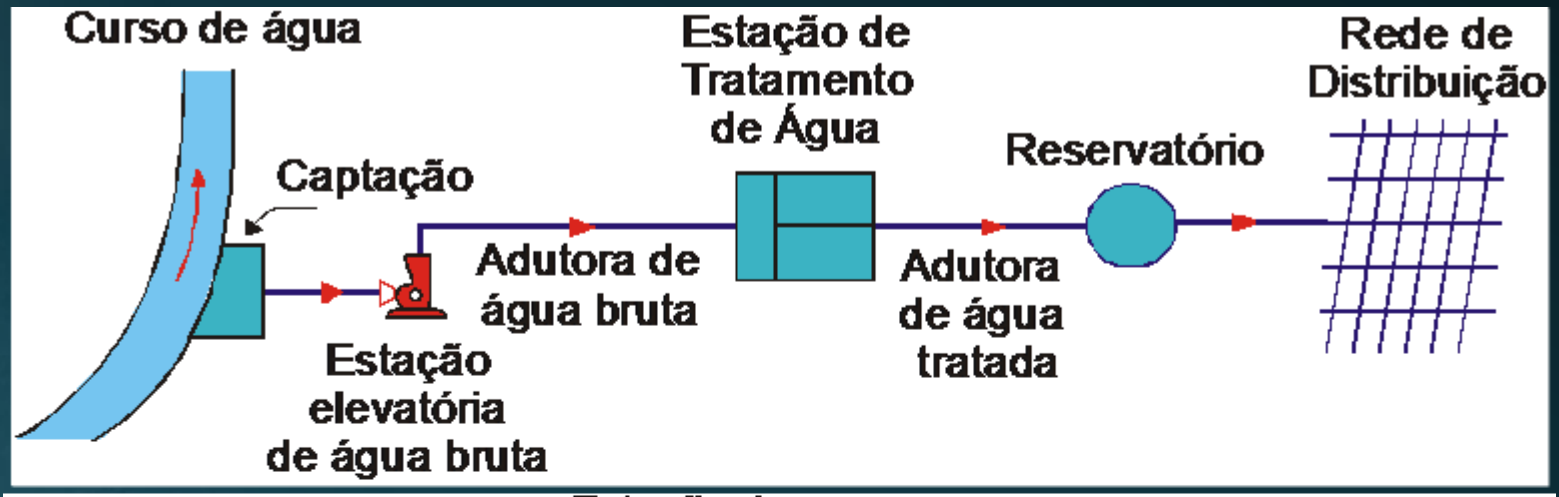
- Podem acumular no meio ambiente.

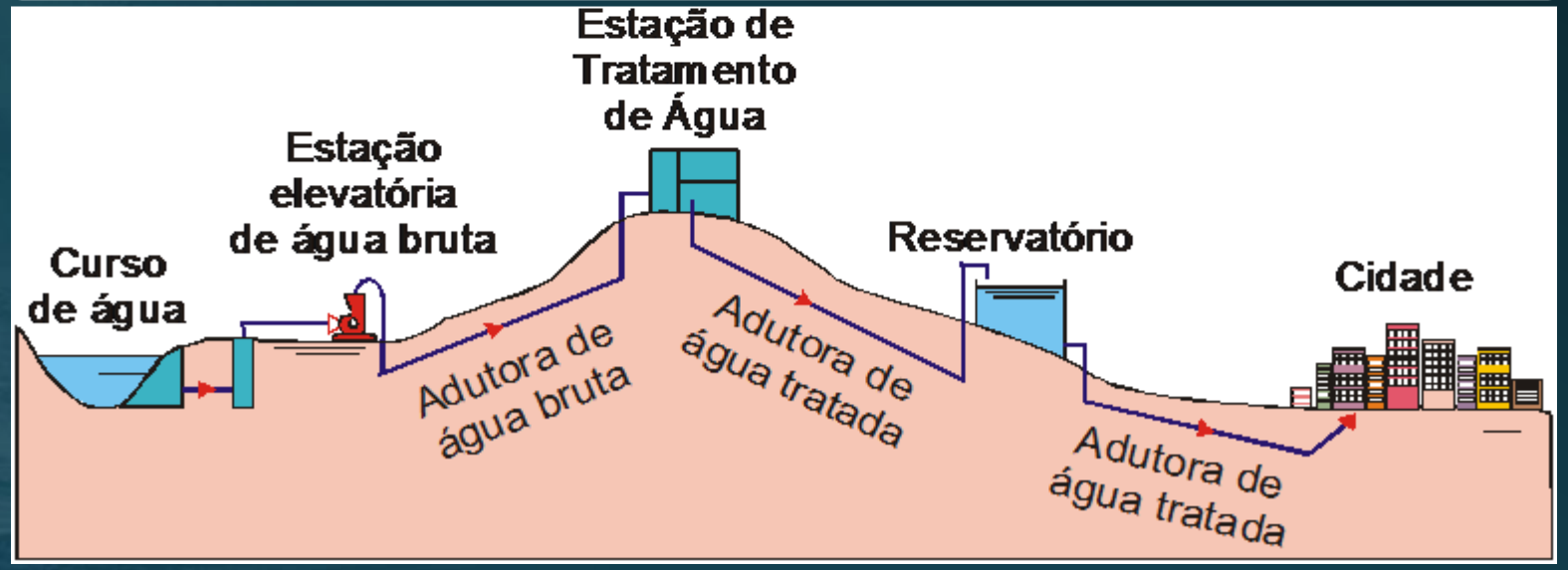
Poluição Térmica

- Calor é um poluente (energia)
- Aumento da temperatura diminui a solubilidade de O_2 (Figura)
- Aumentos maiores que 40°C reduz a atividade de bactérias que degradam matéria orgânica
- 1 a 2°C de diferença são suficientes para desequilibrar a vida aquática
- Fontes: lançamento de água quente por torres de resfriamento e trocadores de calor industriais



Abastecimento de Água



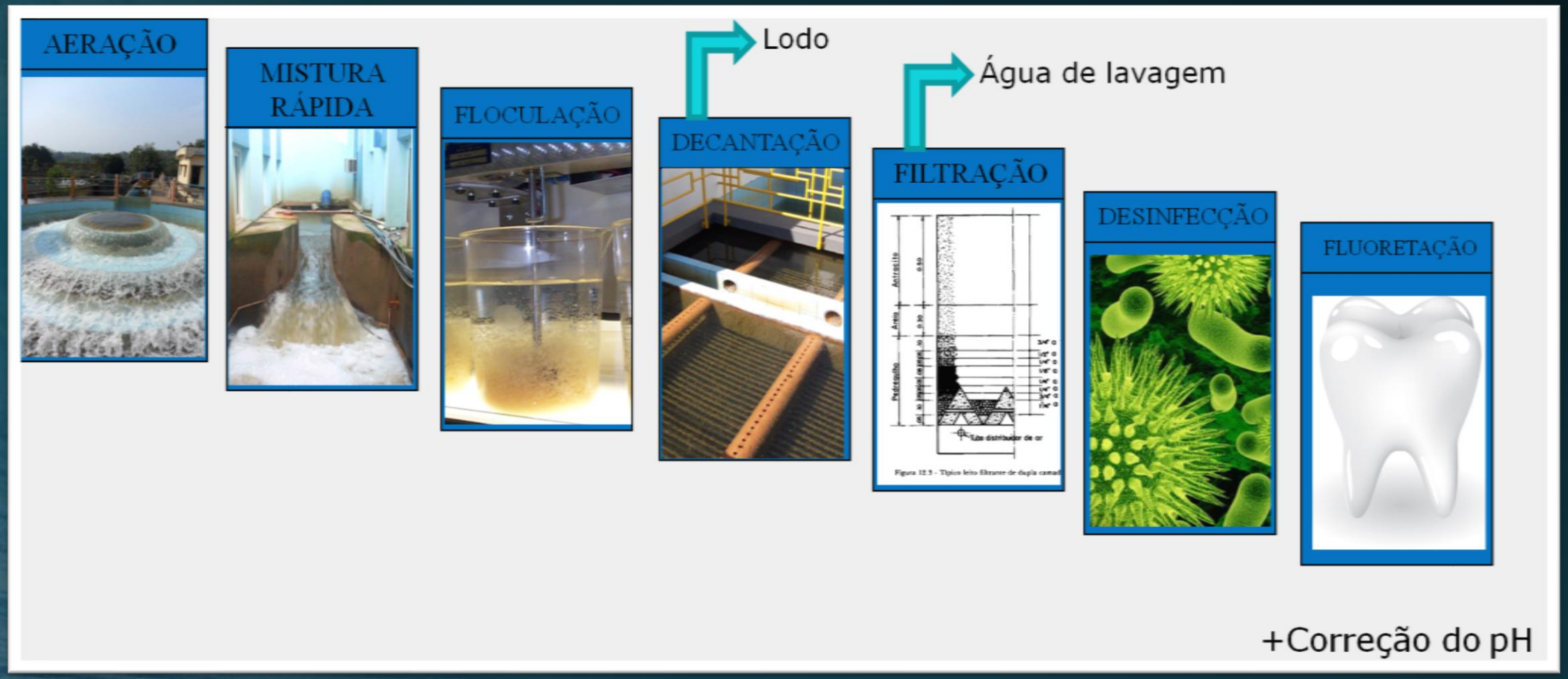


Sistemas de Tratamento

O tratamento depende do tipo de manancial selecionado;

- Água subterrânea:
  - baixa concentração de sólidos em suspensão;
  - presença de gases (H_2S e CO_2) e metais dissolvidos (ferro).
- Água doce superficial (rios e lagos)
  - maior concentração de sólidos em suspensão;
  - baixa concentração de gases dissolvidos.
- Água Salobra ou Salina
  - elevada concentração de sais dissolvidos

Tratamento Convencional



Sistema Produtor de Água para a Região Metropolitana de São Paulo

8 Sistemas Produtores

- **75,6 m³/s** Produção de Água
- **1.441 km** de Adutoras
- **35.841 km** de Rede de Água

180 Centros de Reservação

- **19,5%** Índice de Perdas Real

Estação de Tratamento de Água Guaraú
Sistema Cantareira (SABESP)

Unidade de ultrafiltração para tratamento de água em Minneapolis – Minnesota, EUA

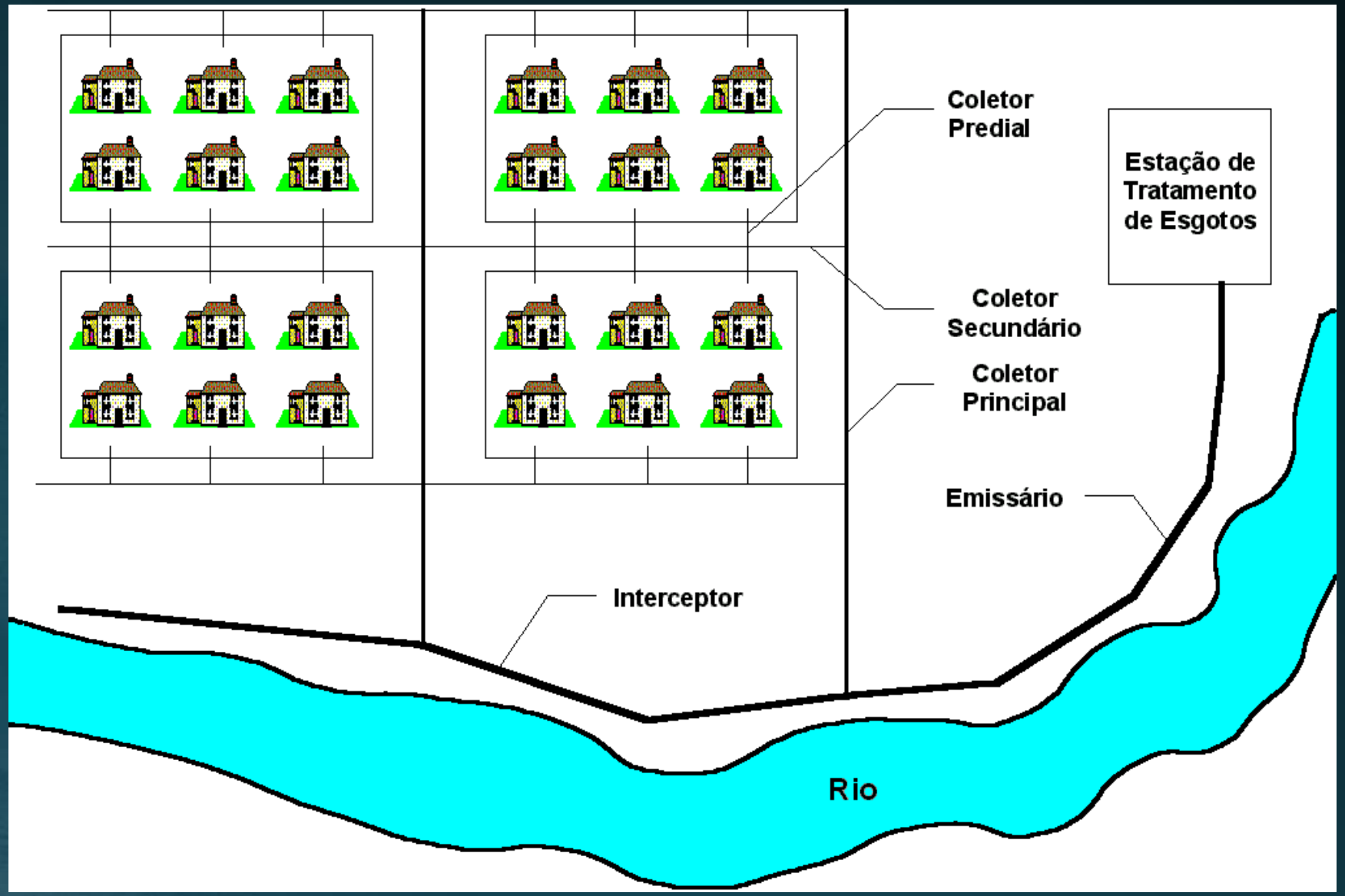
Coleta de esgoto

- Esgoto sanitário:

- Brasil: Sistema Separador Absoluto

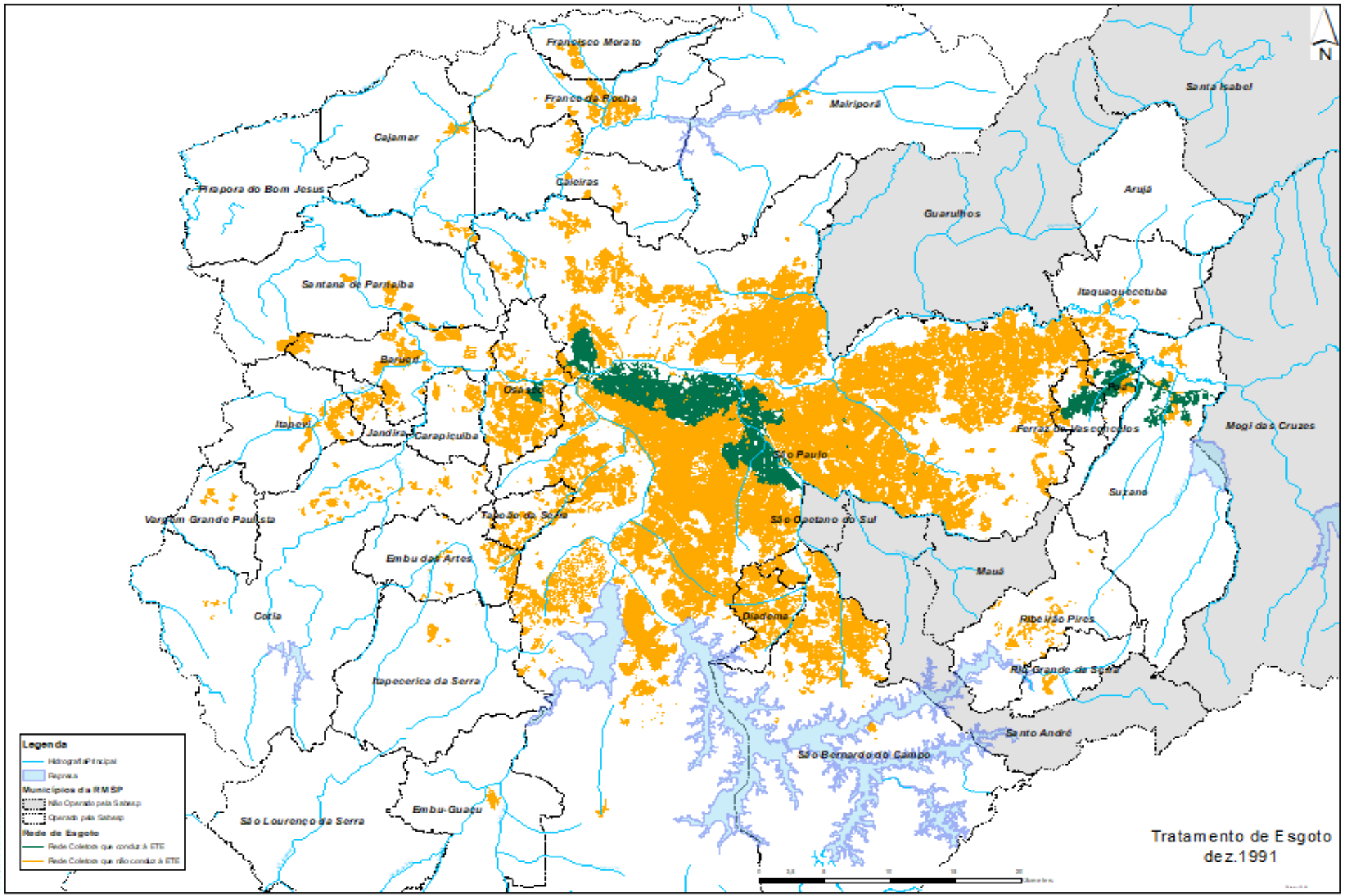
(em teoria)

- Composição: 99,9% água
  - Esgoto doméstico: grande quantidade, composição relativamente uniforme
  - Esgoto industrial: menor quantidade, composição específica para cada caso

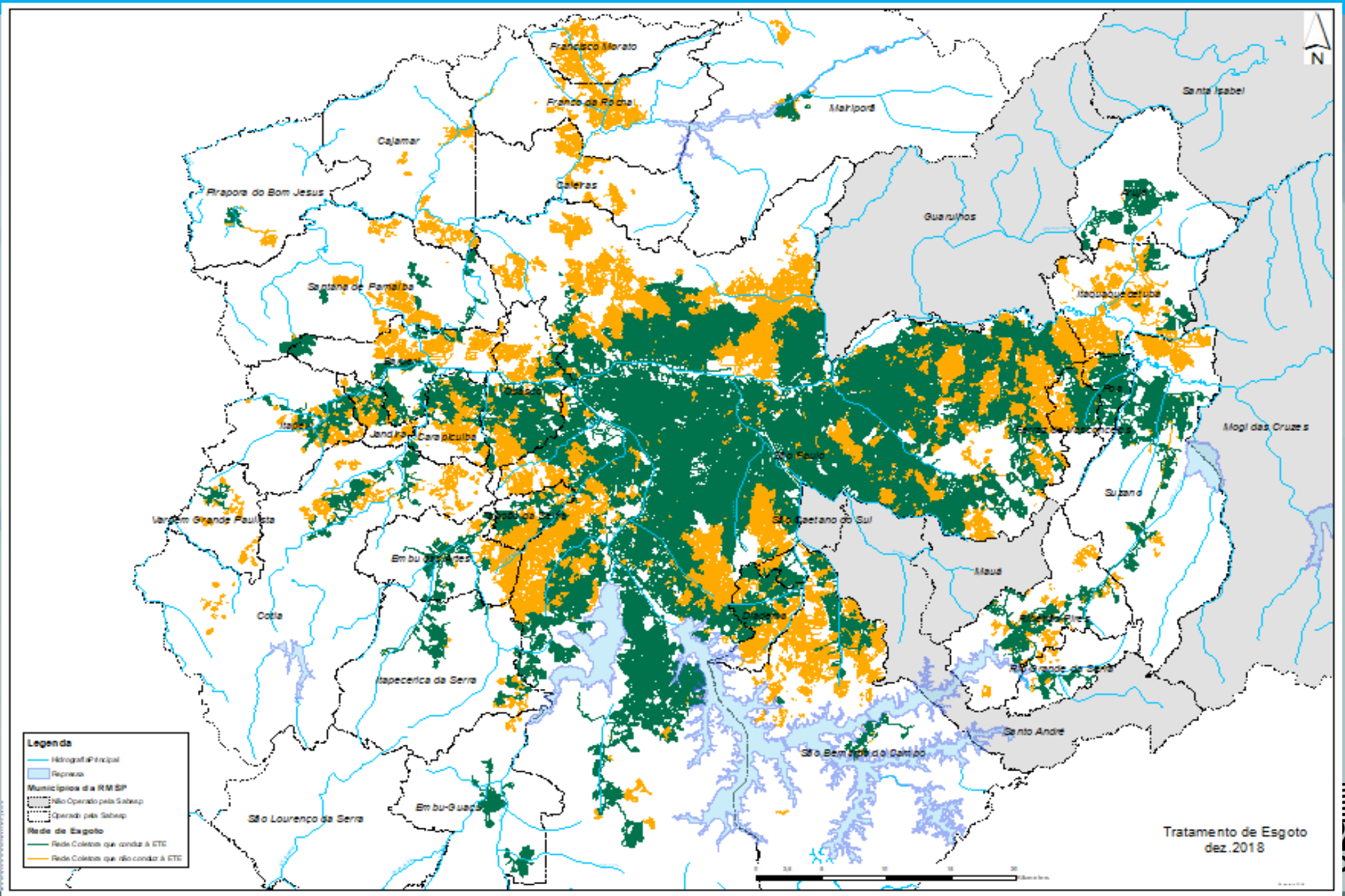


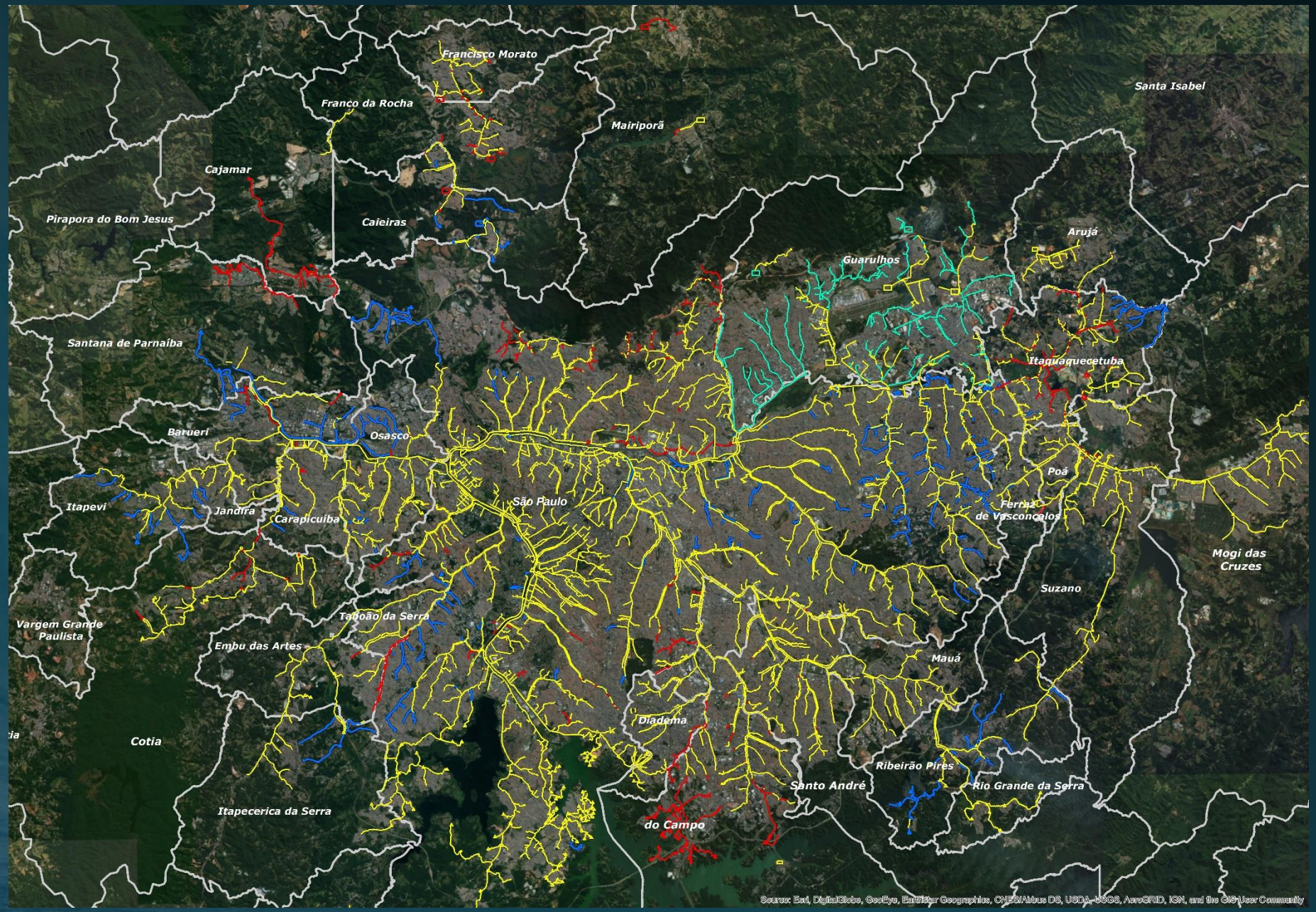
Representação do Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos

Evolução do Tratamento de Esgotos *(situação 1991)*



Evolução do Tratamento de Esgotos *(situação 2018)*





Executado até 2018

3ª Etapa (a executar)

4ª Etapa (financiado)

A executar (preliminar)

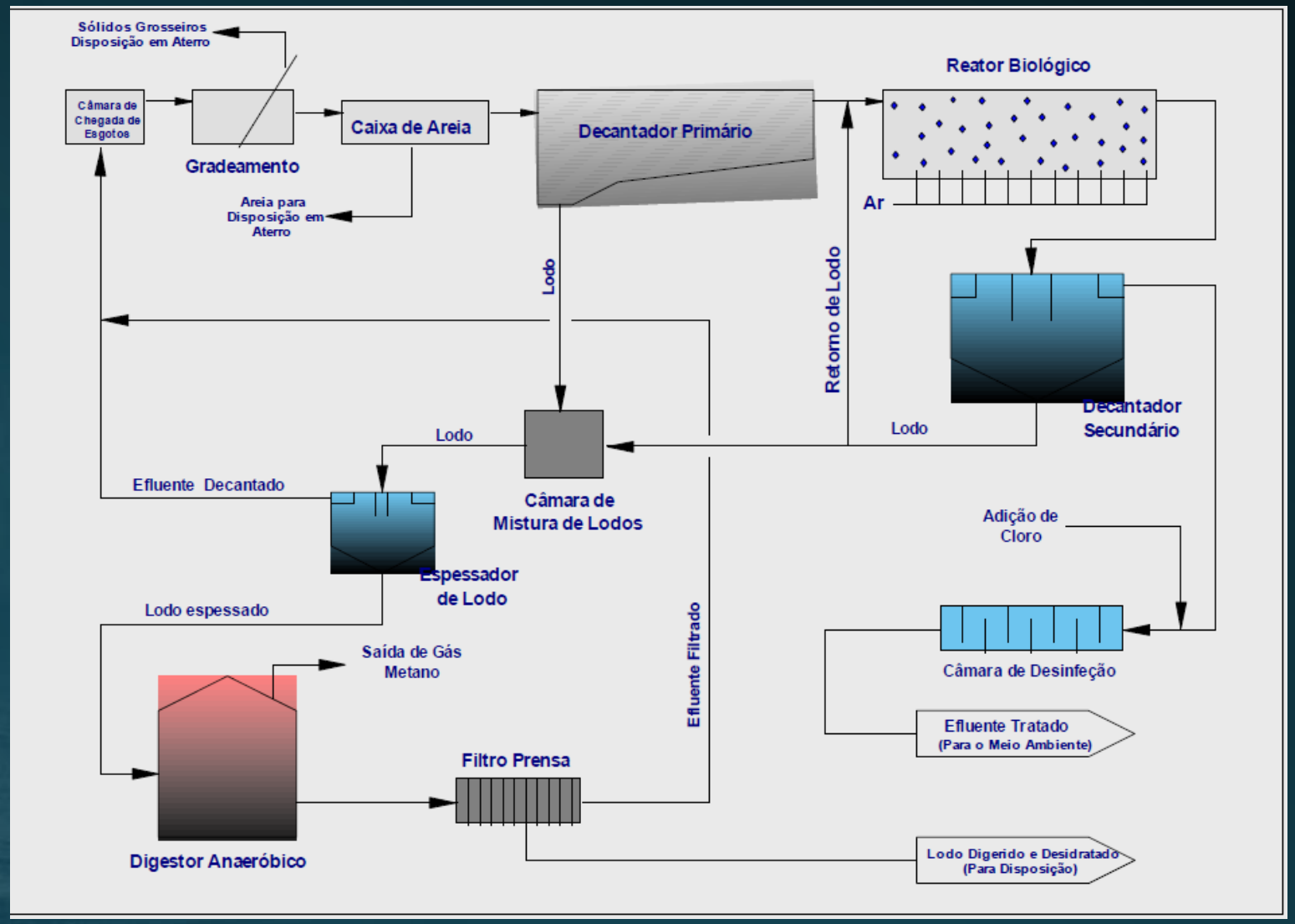
Tratamento de esgoto

- Tratamento é feito através da combinação de uma ampla gama de unidades que podem ser:

- Físico-químicos: 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



Vista Aérea da Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri

Reúso de Água

Utilização de água derivada de um processo produtivo para atender à demanda de outro processo;

Reúso **é uma medida de P+L**, visto que diminui o consumo de água e a pegada hídrica, porém, não se trata de uma redução na fonte;

Água de reúso pode ser utilizada para irrigação de jardins, descargas sanitárias, lavagens de pisos, agricultura e fins não potáveis, dependendo da qualidade.

O reúso potável de água ainda **não** é regulamentado no Brasil

Reúso de Água

Esquema Convencional

Esquema de Reúso

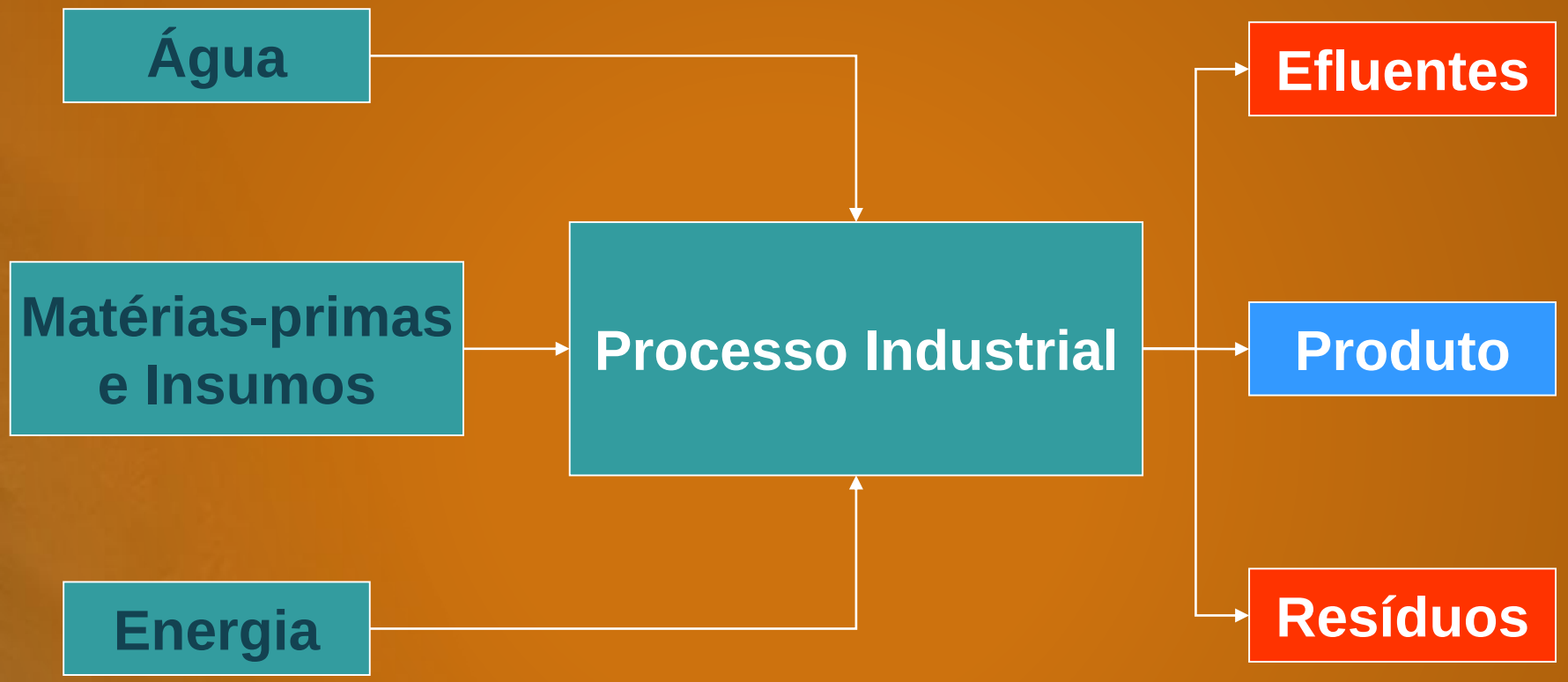
Consumo de Água para Algumas Atividades

Doméstico		Comércio e Indústria	
Bebida	2,5 L/hab.dia	Escritórios	30 a 50 L / pes.dia
Preparo de Alimentos	7,5 L/hab.dia	Restaurantes	20 a 30 L/refeição
Lavagem de utensílios	40 L/hab.dia	Hotéis	250 a 500 L/hosp.dia
Higiene Pessoal	60 L/hab.dia	Hospitais	300 a 600 L/leito.dia
Lavagem de Roupas	30 L/hab.dia	Laticínios	15 a 20 L/Kg.prod
Bacias Sanitárias	40 L/hab.dia	Fábrica de Papel	400 a 600 L/Kg.papel
Diversos	20 L/hab.dia	Lavanderia	30 L/Kg.dia

Fonte: Plínio Tomas, *Previsão de Consumo de Água*. Navegar Editora, 2000.

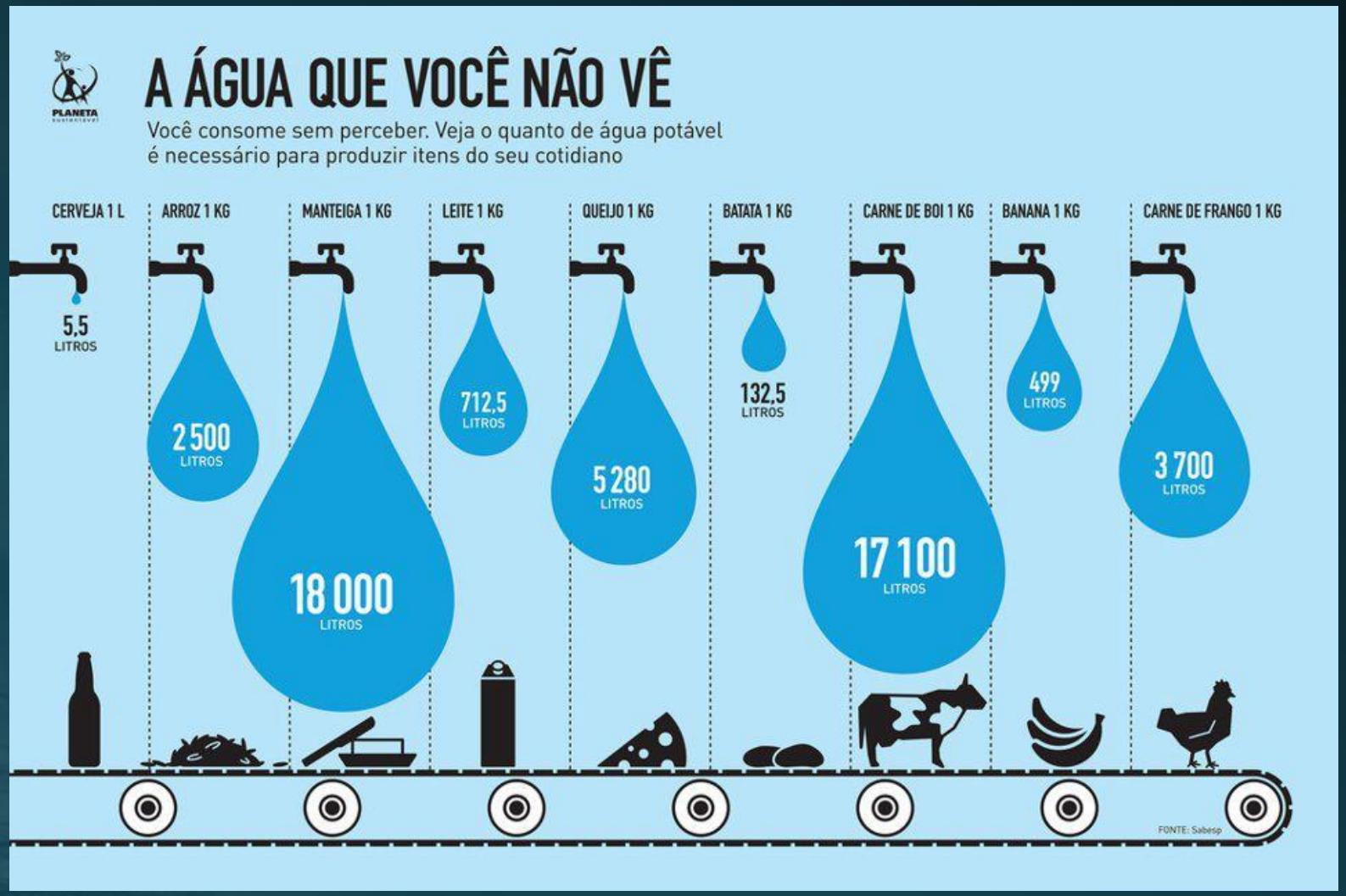
Operações com Grande Potencial para Redução do Consumo de Água na Indústria

- Processos de lavagens equipamentos e componentes;
- Produção de água com elevado grau de pureza;
- Processos nos quais a água é utilizada apenas como um composto intermediário ou auxiliar;
- Operações de troca térmica.



Representação Simplificada de um Sistema Produtivo

Consumo de Água para Algumas Atividades



Cálculo da Pegada Hídrica