

# **Aula 3 – Planejamento do uso e Gestão dos Recursos Hídricos**

Gestão dos Recursos hídricos, tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgotos e escassez de água

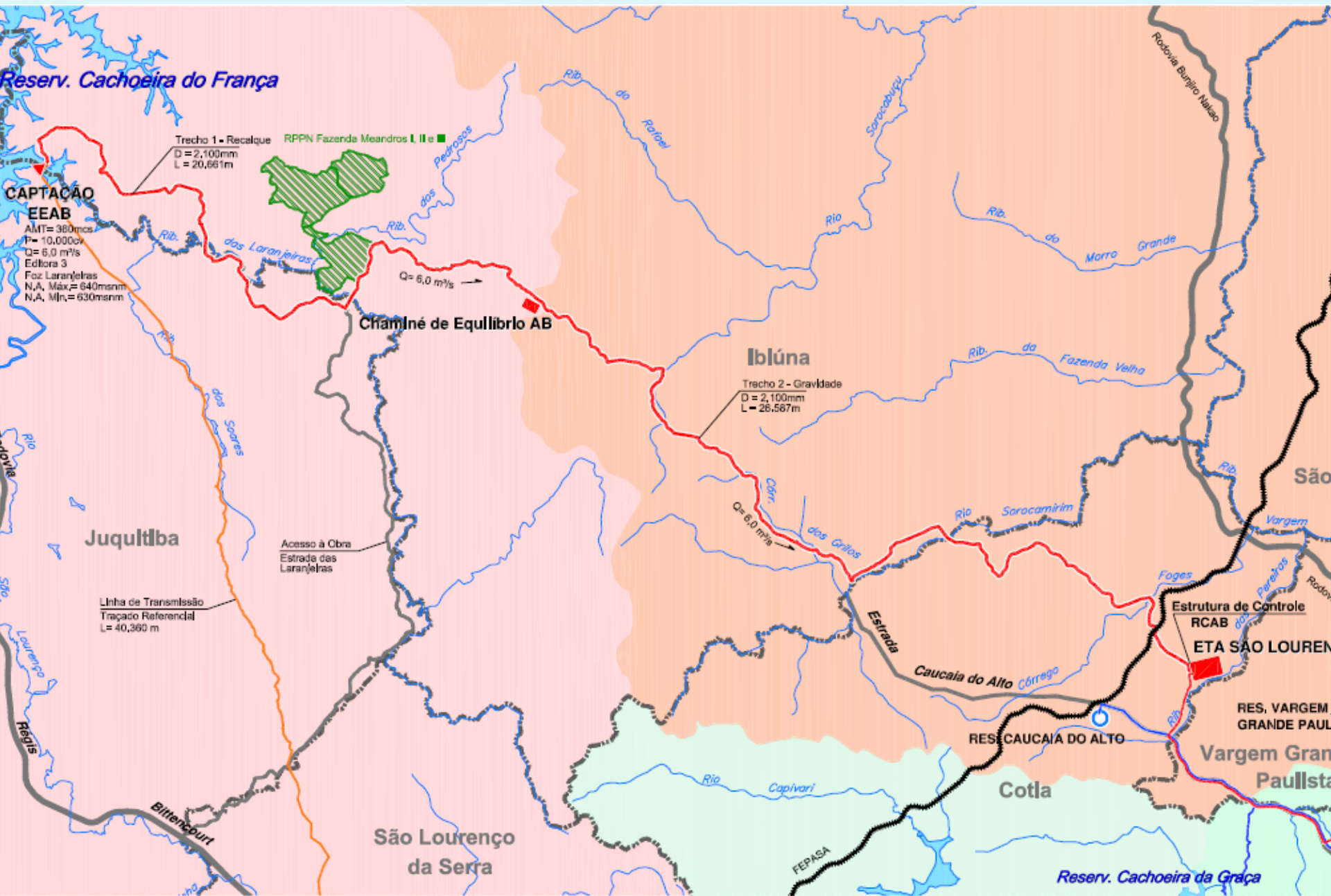
# **Opções para a Gestão dos Recursos Hídricos e do Saneamento**

# Opções para a Gestão dos Recursos Hídricos e do Saneamento

- ▶ Políticas de **gerenciamento integrado** dos recursos hídricos:
  - ▶ Lei Estadual (SP) 7.663/1991 e Lei Federal 9.433/1997.
- ▶ **Uso Racional** da Água:
  - ▶ Equipamentos economizadores;
  - ▶ Melhoria dos processos produtivos;
  - ▶ Redução da perdas em sistemas de produção e distribuição.
- ▶ **Aprimoramento dos processos de tratamento** de água e efluentes;
- ▶ **Reciclagem e reúso** da água.

## Modelo Tradicional de Gestão na RMSP

- Recursos subterrâneos →  $6,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{hab}^{-1}$ ;
- Importação de água →  $49,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{hab}^{-1}$ ;
- Novo projeto para importação de água do São Lourenço;
  - Vazão → até  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{hab}^{-1}$ );
  - Desnível em relação à RMSP → 331 m;
  - Distância da captação até a primeira ETA → 48,22 km.
- Consequências: maior volume de esgoto;
- Capacidade limitada das estações de tratamento;
- Maior contaminação dos mananciais próximos.



Fonte: EIA/RIMA Sistema Produtor São Lourenço

- A captação do São Lourenço acontece na represa Cachoeira do França, em **Ibiúna**. Serão instalados **83 km de adutoras**, incluindo um **túnel de 1.100 metros pela serra e uma passagem por baixo da Rodovia Raposo Tavares**.
- Um dos pontos principais é **o bombeamento da água para superar o desnível de 300 metros** da Serra de Paranapiacaba.
  - O projeto prevê a construção da **Estação de Tratamento de Água** em Vargem Grande Paulista e **reservatórios para armazenar até 125 milhões** de litros d'água.

- Inaugurado em abril de 2018, sistema vai permitir a captação de 4,7 mil l/s (litros por segundo) de água, volume suficiente para atender 2 milhões de moradores dos municípios de Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Santana de Parnaíba e Vargem Grande Paulista.
- É o 4º sistema de abastecimento atrás do Cantareira, Guarapiranga e Alto Tietê

SAIBA DE ONDE VEM A ÁGUA QUE CHEGA ATÉ SUA CASA  
CADA REGIÃO DE SP É ABASTECIDA POR UM RESERVATÓRIO

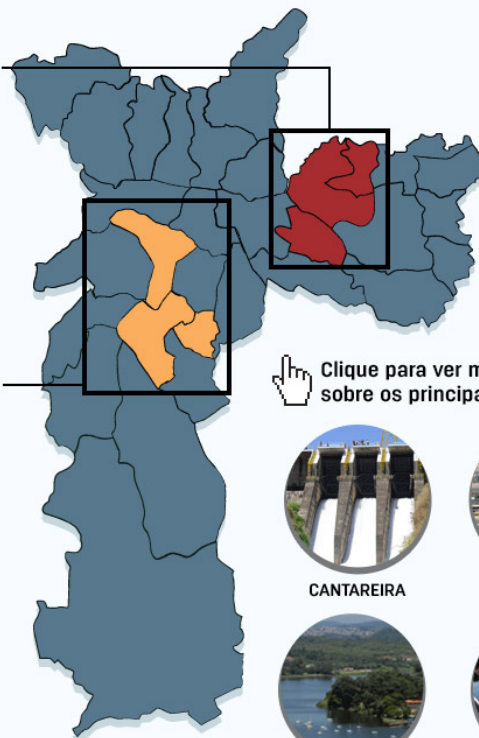
- **8** reservatórios abastecem **33** cidades
- Produção total de **67 mil** litros de água por segundo

Bairros transferidos  
do Cantareira para  
o Alto Tietê:

Penha  
Ermelino Matarazzo  
Cangaíba  
Vila Formosa  
Carrão

Bairros transferidos  
do Cantareira para  
o Guarapiranga:

Jabaquara  
Vila Olímpia  
Brooklin  
Pinheiros



Clique para ver mais informações  
sobre os principais sistemas:



CANTAREIRA



ALTO TIETÊ



GUARAPIRANGA



RIO CLARO

Clique para ver mais informações sobre estes outros sistemas:



BAIXO COTIA



RIBEIRÃO DA ESTIVA



ALTO COTIA



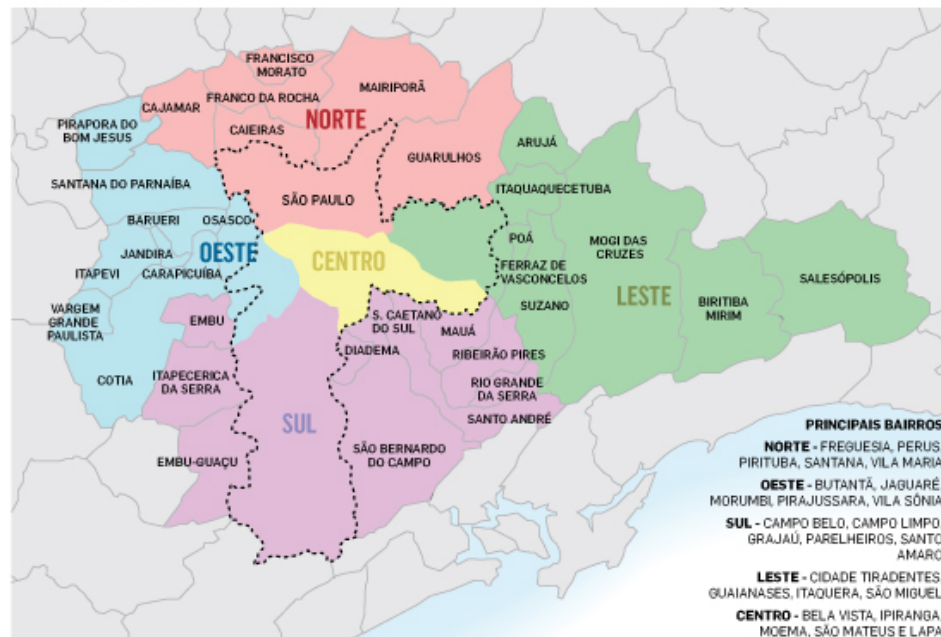
RIO GRANDE



# DEMANDA

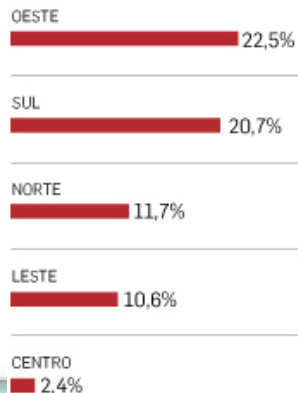
● Crescimento econômico e populacional pressiona demanda por água na região oeste da Grande São Paulo

## Região metropolitana

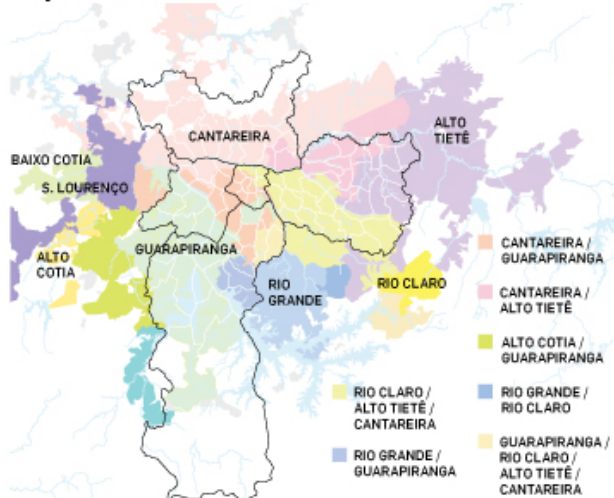


### Por região

● Quanto cresceu a demanda entre 2000 e 2013



### Mapa futuro do abastecimento



# Abastecimento de Água

- ◆ Visa garantir requisitos de qualidade exigidos para cada uso;
- ◆ Por quê é necessário fazer o tratamento da água?
- ◆ Portaria do Ministério da Saúde 2.914, de 12/12/2011.
- ◆ Adoção de um conjunto de medidas que possibilitem disponibilizar a água na quantidade e qualidade exigidas para uso.

# 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

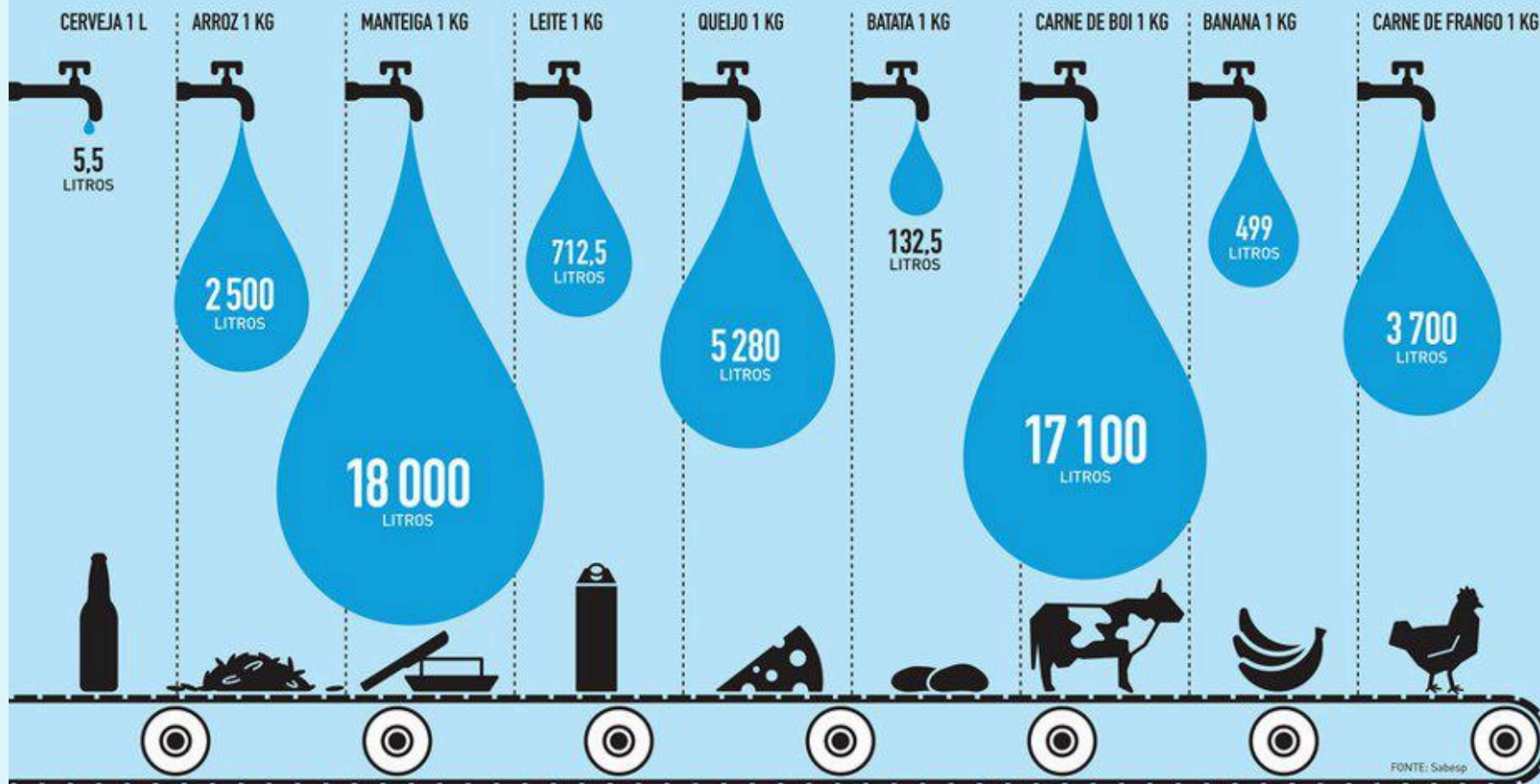
**Fonte:** Plínio Tomas, *Previsão de Consumo de Água*. Navegar Editora, 2000.

# Consumo de Água para Algumas Atividades



## A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano



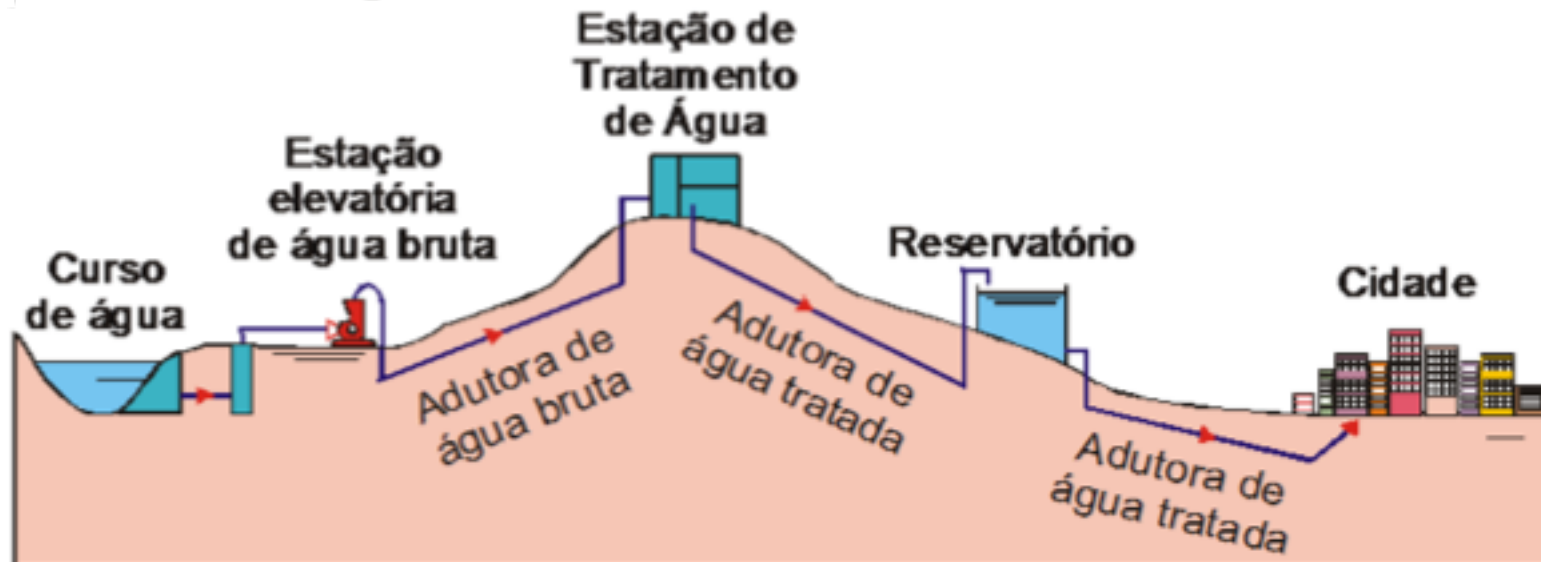
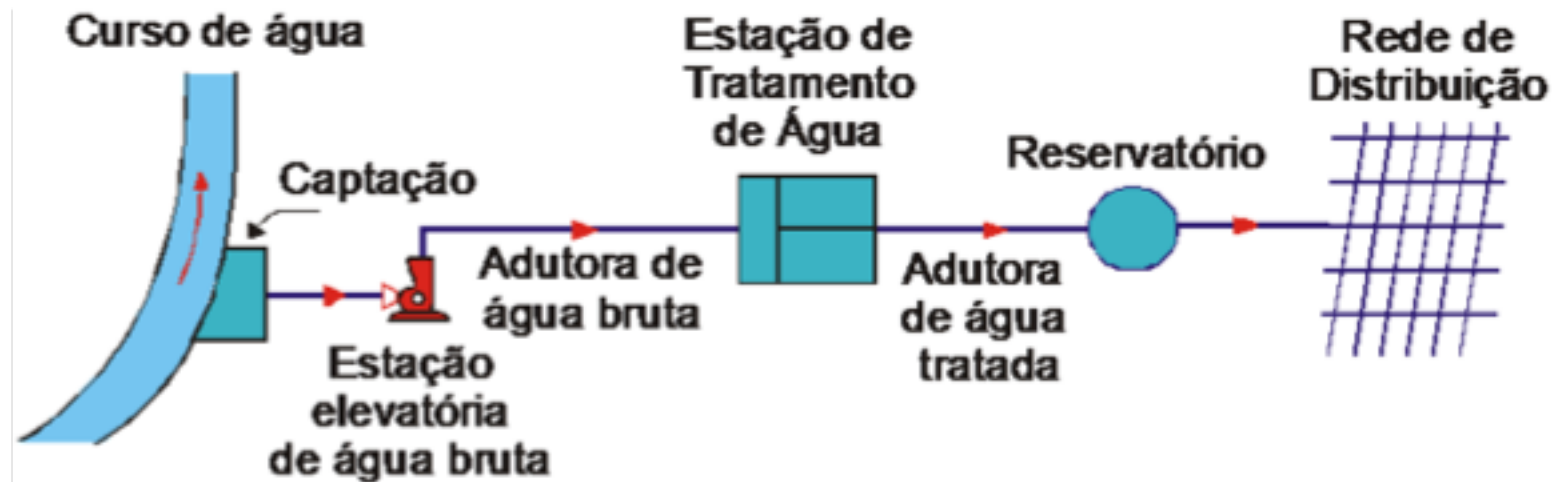
# Cada brasileiro consome em média 5,559 mil Litros de água por dia

Esta conta é feita somando toda a água utilizada, direta e indiretamente, para a produção de bens de consumo, e também nas atividades cotidianas

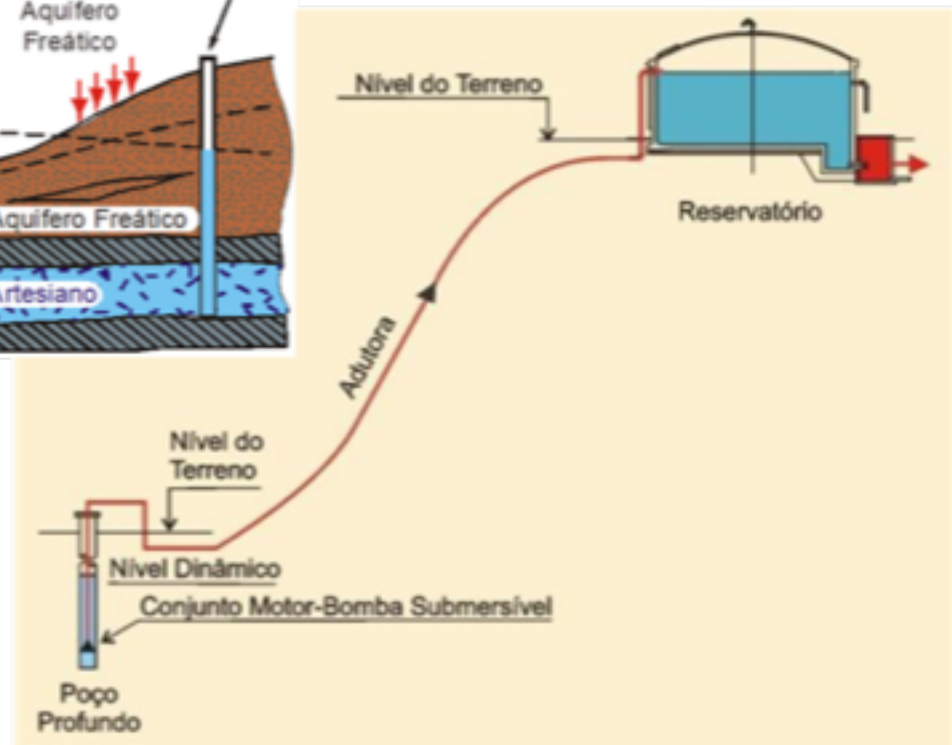
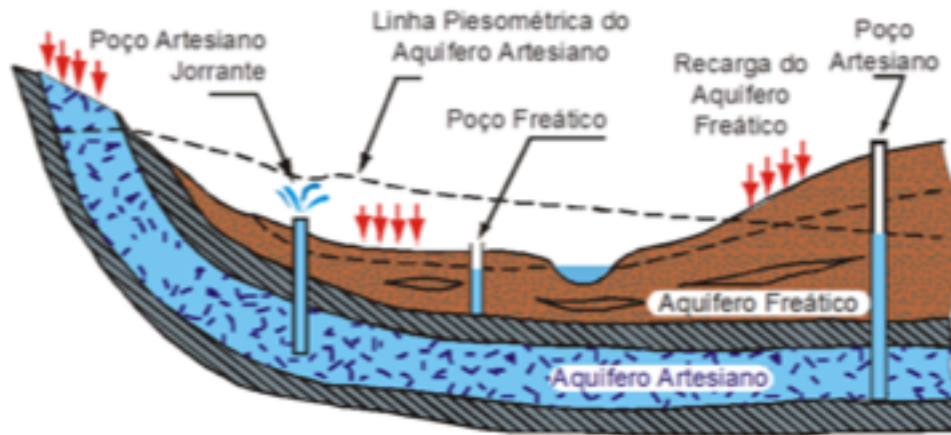
**Pegada hídrica** é um conceito criado pelo professor Arjen Y. Hoekstra da UNESCO-IHE em 2002, que diz respeito a quantidade de água potável suficiente para produzir um alimento ou mercadoria.



# Abastecimento de água

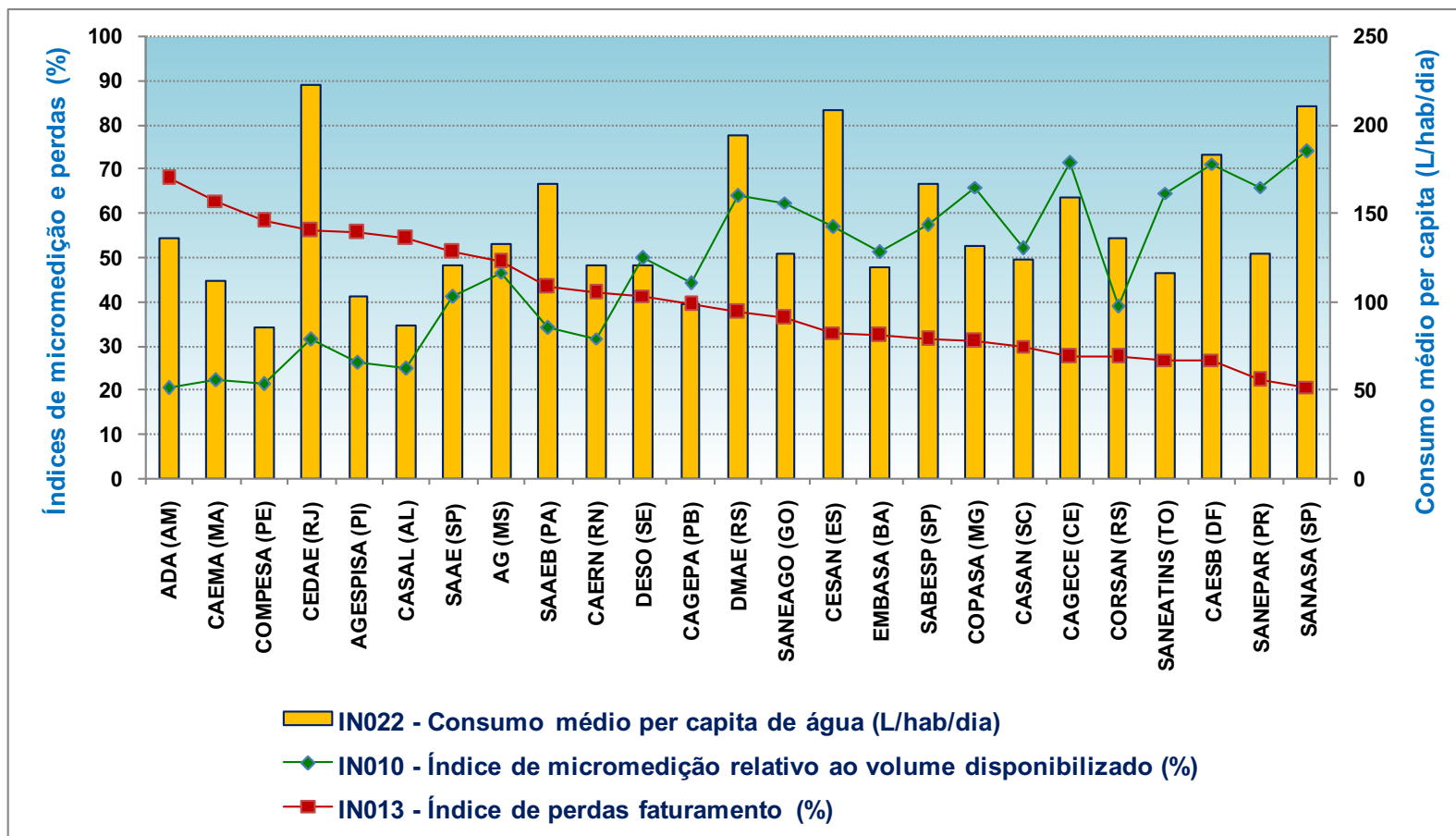


# Abastecimento de água



# Abastecimento de água

▶ Perdas no Brasil: 20 a 70%!



Fonte: SNIS (2007)



# Sistemas de Tratamento

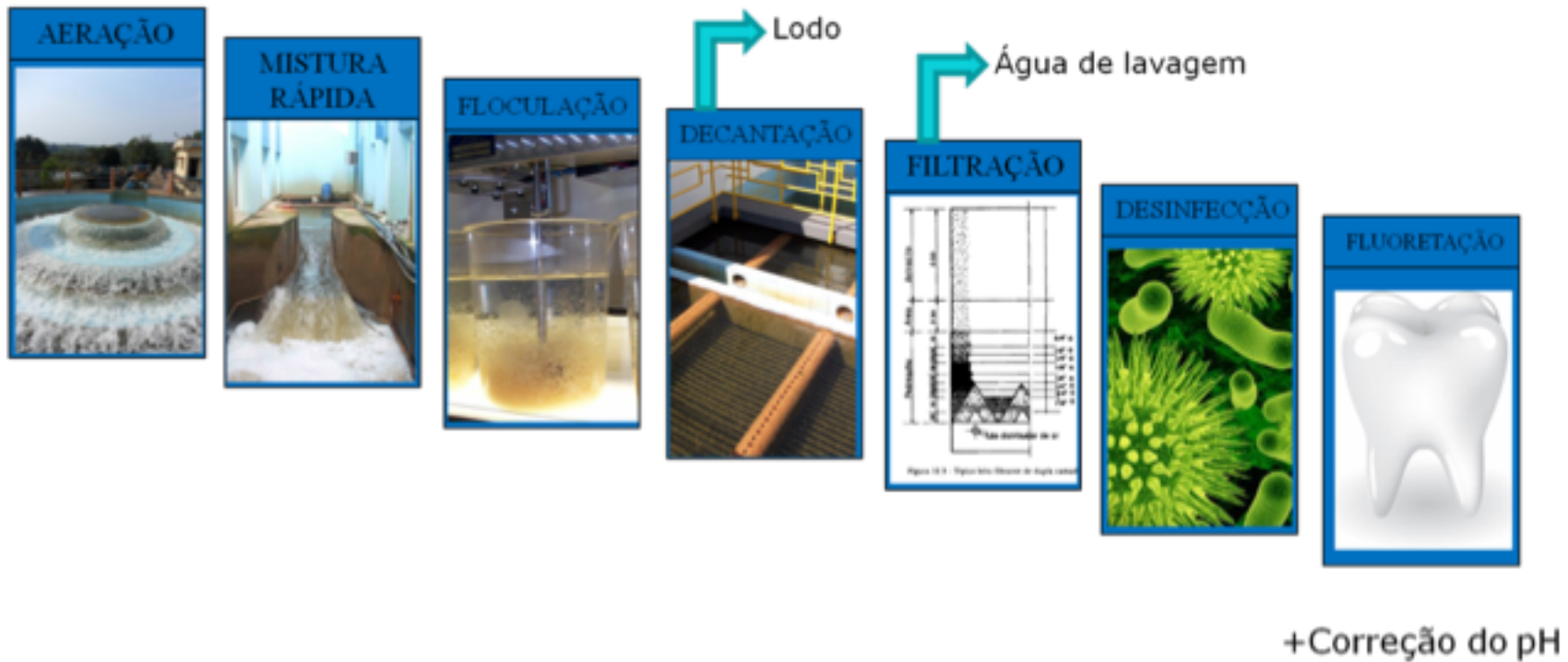
- ◆ O arranjo a ser utilizado irá depender do tipo de manancial selecionado;
- ◆ Água subterrânea:
  - baixa concentração de sólidos em suspensão;
  - presença de gases ( $H_2S$  e  $CO_2$ ) e metais dissolvidos (ferro).
- ◆ Água superficial (rios e lagos)
  - maior concentração de sólidos em suspensão;
  - baixa concentração de gases dissolvidos.
- ◆ Água Salobra ou Salina
  - elevada concentração de sais dissolvidos

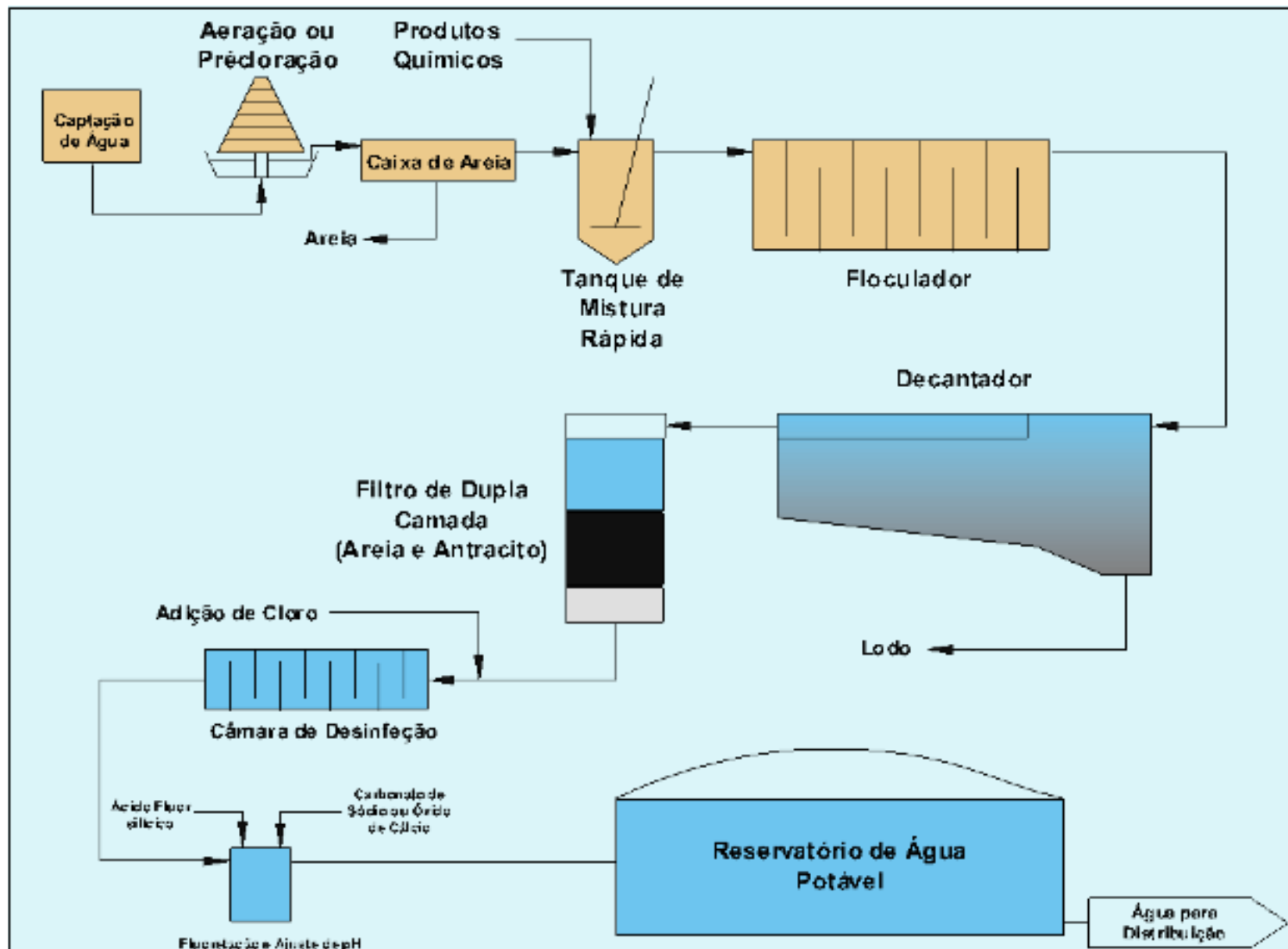
# Tratamento Convencional

- ◆ Envolve a combinação de operações e processos unitários:
  - Aeração (no caso de água subterrânea)
  - Coagulação e floculação;
  - Sedimentação ou decantação;
  - Filtração;
  - Desinfecção;
  - Fluoretação;
  - Controle de Carbonatos.

**Vamos ver um  
filme que ilustra  
essas operações**

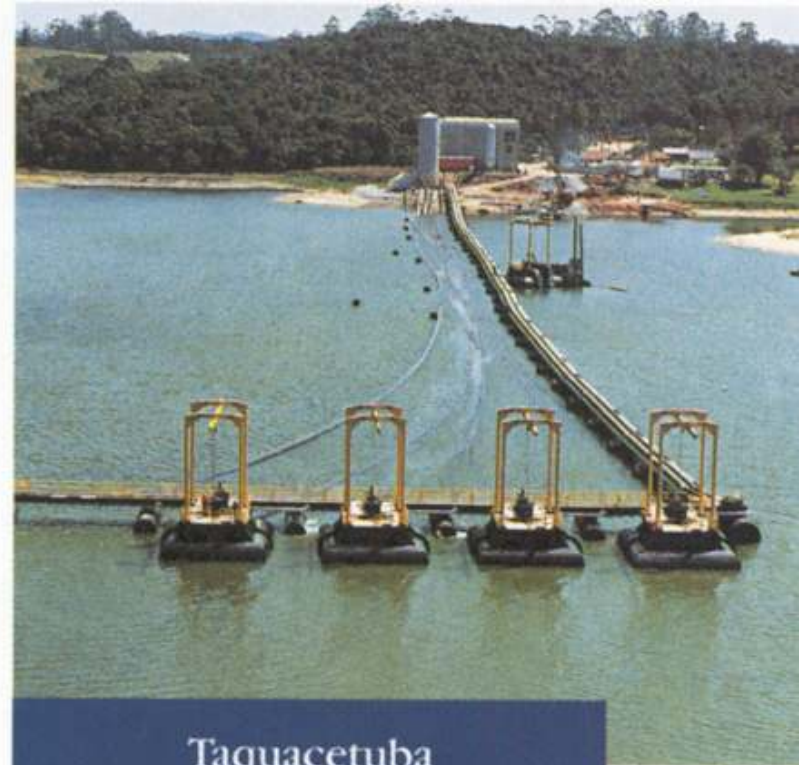
# Tratamento Convencional







Estação de Tratamento  
de Água Alto da Boa Vista



Taquacetuba

## Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista Sistema Guarapiranga (SABESP)

# Sistema Produtor de Água para a Região Metropolitana de São Paulo

<b>Sistema</b>	<b>Disponibilidade no Manancial (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Capacidade da Estação (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Produção anual média</b>	<b>População (milhões)</b>
Cantareira	31,1	33,0	31,7	8,8
Guarapiranga/Billings	14,0	14,0	13,2	3,7
Alto Tietê	9,8	10,0	9,7	2,7
Rio Grande	4,8	4,2	4,7	1,2
Rio Claro	4,0	4,0	3,8	0,9
Alto Cotia	1,2	1,3	1,1	0,4
Baixo Cotia	0,9	1,1	0,9	0,3
Ribeirão da Estiva	0,1	0,1	0,1	0,02
<b>Total</b>	<b>66,1</b>	<b>67,7</b>	<b>65,0</b>	<b>18,0</b>

# Tratamento Avançado

- ◆ Referem-se às técnicas de tratamento utilizadas para remoção de contaminantes que não são afetados pelo sistema convencional;
  - Carvão ativado → remoção de compostos orgânicos, metais e alguns gases;
  - Separação por membranas → remoção de substâncias que se encontram na forma coloidal ou dissolvidas na água;
  - Troca iônica → remoção de íons específicos, que se encontram dissolvidos na água.

# Unidade de ultrafiltração para tratamento de água em Minneapolis – Minnesota, USA



Fonte: <http://www.health.state.mn.us/divs/eh/water/com/waterline/featurestories/mplsultrafiltration.htm>



# Unidade de ultrafiltração para tratamento de água em Minneapolis – Minnesota, USA

- Capacidade → 3,42 m<sup>3</sup>/s;
- Início de operação → 2005;
- Custo do projeto → US\$ 56 milhões;
- Custo do sistema de membranas → US\$ 16 milhões (US\$ 1.300,00 / (m<sup>3</sup>/h) ou 28,6% do custo do projeto;
- Custo do metro cúbico da água tratada → US\$ 0,22/m<sup>3</sup>.
- Características:
  - Quatro subsistemas;
  - Dez unidades com 28 vasos de pressão e quatro membranas por vaso em cada unidade;
  - Total de membranas → 4.480 (Norit X Flow – fibra oca).

# Coleta de Esgotos

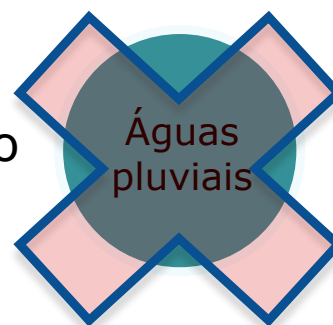
- ◆ O termo esgoto é utilizado para designar os despejos resultantes do uso da água;
  - Esgotos domésticos:
    - ◆ provenientes de residências e edificações públicas e comerciais;
    - ◆ constituído pelas águas de banho, excretas humanos, restos de alimentos, detergentes, etc.
  - Efluentes Industriais:
    - ◆ esgoto proveniente dos processos industriais;
    - ◆ a sua composição depende do tipo de processo desenvolvido.

# Coleta de esgoto

▶ Esgoto sanitário:



▶ Brasil: Sistema Separador Absoluto



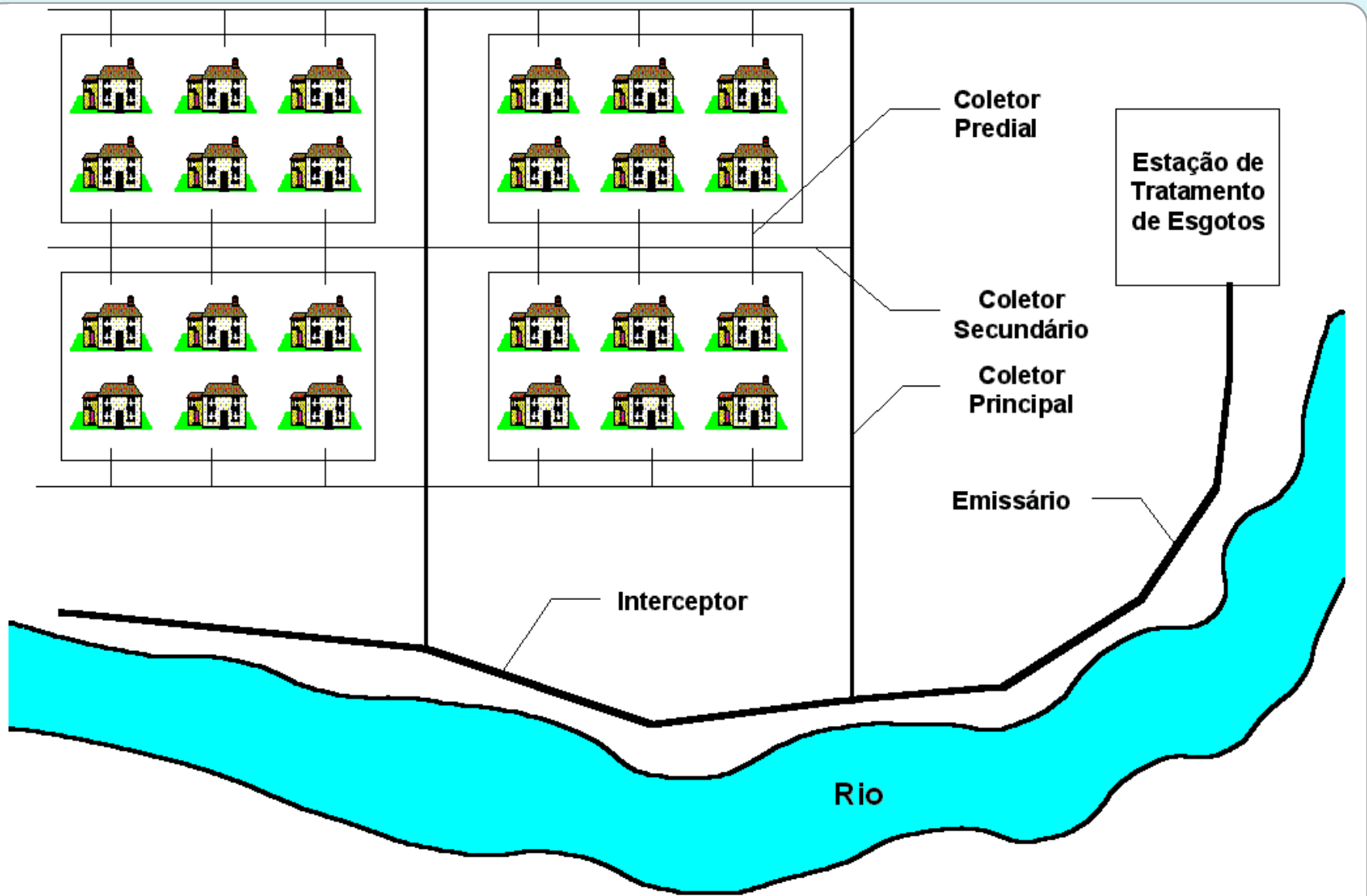
(em teoria)

▶ Composição: 99,9% água

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

# Partes Constituintes dos Sistemas de Esgotamento Sanitários

- ◆ Coletores:
  - Coletor residencial ou predial
  - Coletor secundário;
  - Coletor tronco
- ◆ Interceptores;
- ◆ Emissário;
- ◆ Estações elevatórias;
- ◆ Estação de tratamento.

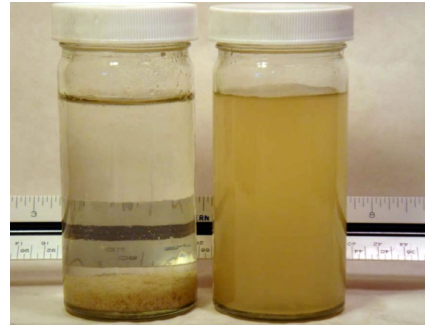


**Representação do Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos**

Prof. Mierzwa

# 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

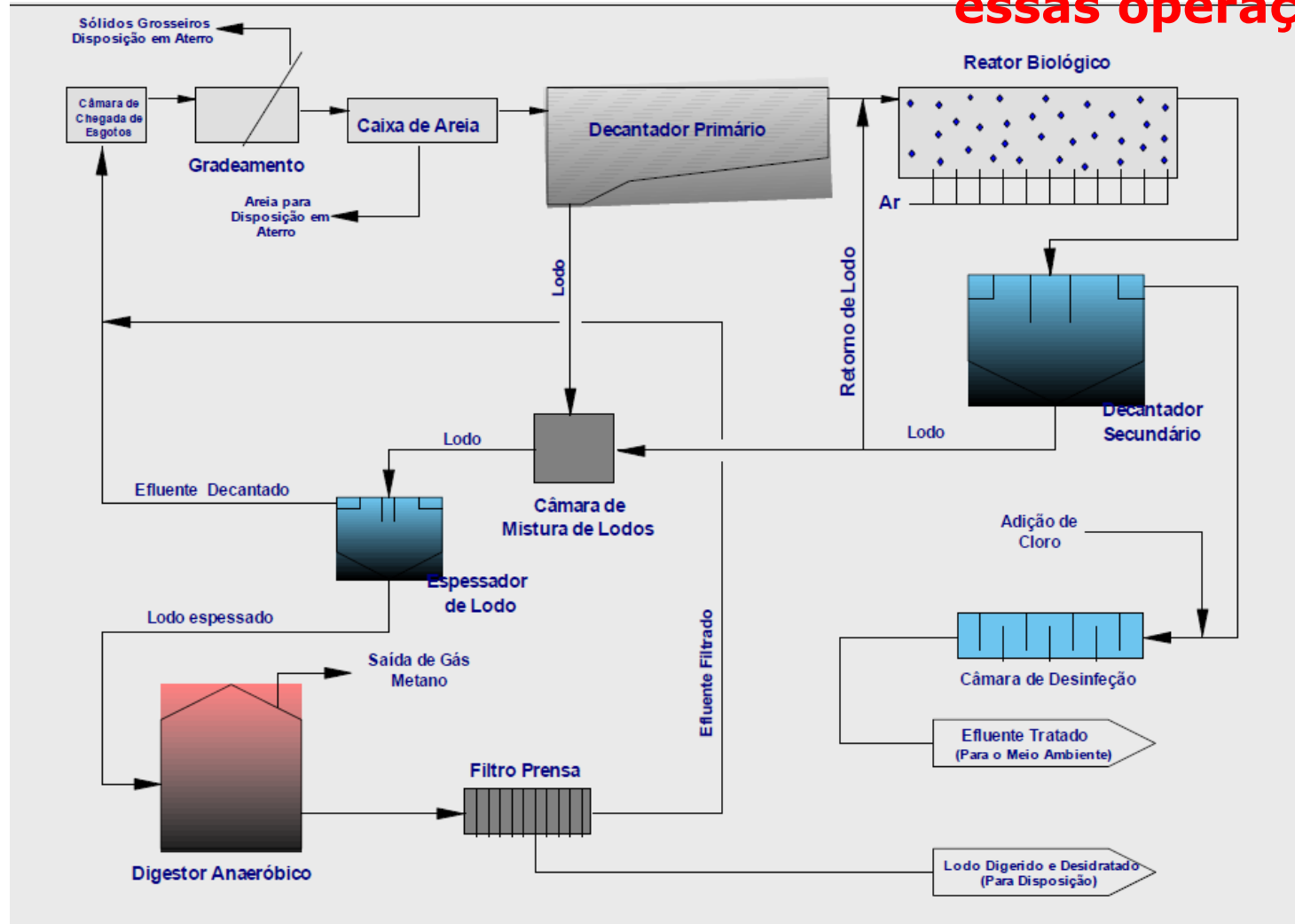


- ▶ Biológicas: uso de microrganismos mantidos em altas concentrações para eliminar os poluentes, em tanques denominados reatores biológicos



# Tratamento de esgoto

Vamos ver um filme que ilustra essas operações





**Vista Aérea da Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri**



# Sistema de Tratamento de Esgotos

## Projeto Tietê

Sistema	Capacidade de Projeto (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Atual (m <sup>3</sup> /s)
ABC	3,0	1,9
Barueri	9,5	9,7
Parque Novo Mundo	2,5	2,5
São Miguel	1,5	0,8
Suzano	1,5	0,8
<b>Total</b>	<b>18,0</b>	<b>15,7</b>

Fonte: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/subHome.aspx?secaoId=29>

# Condição para 2025

- ◆ Demanda de água prevista → 81,0 m<sup>3</sup>/s;
- ◆ Disponibilidade inferida → 83,4 m<sup>3</sup>/s;
- ◆ Déficit em relação à 2004 → 17,3 m<sup>3</sup>/s;
- ◆ Geração de esgotos (1) → 55,1 m<sup>3</sup>/s;
- ◆ Capacidade de tratamento (2) → 18,0 m<sup>3</sup>/s;
- ◆ Índice de tratamento (2) → 32,7%;
- ◆ Principais conseqüências:
  - Contaminação dos mananciais
  - Redução da disponibilidade de água na região.

**(1) – Mantendo-se as perdas em 15%; (2) – Não havendo investimento em coleta e tratamento de esgotos**

# Escassez de Água: Conceituação

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

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

Malin Falkenmark, 1989

# Conceituação (cont.)




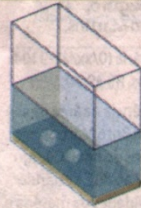
**Potencial de ocorrência de conflitos pelo uso da água**

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO COMPARADA COM ALGUMAS REGIÕES

Disponibilidade hídrica em m<sup>3</sup>/hab./ano

- **Abaixo de 1.500 m<sup>3</sup>**  
Situação crítica
- **Entre 1.501 e 2.500 m<sup>3</sup>**  
Pobre em recursos hídricos
- **Entre 2.501 e 5.000 m<sup>3</sup>**  
Situação confortável
- **Entre 5.001 e 10.000 m<sup>3</sup>**  
Rico em recursos hídricos
- **Acima de 10.000 m<sup>3</sup>**  
Muito rico em recursos hídricos
- **Acima de 20.000 m<sup>3</sup>**  
abundância

Região metropolitana de São Paulo (bacia do Alto Tietê)	201	●
Região de Campinas e adjacências (bacia do Piracicaba)	408	●
Pontal do Paranapanema (divisa com MS)	37.236	■
Estado de São Paulo	2.913	■
Bacia do Paraná (SP, PR, MG, GO, MS)	7.446	■
Pernambuco	1.320	●
Paraíba	1.437	●
Rio de Janeiro	2.315	●
Ceará	2.436	●
Bahia	3.028	■
Piauí	9.608	■
Goiás	39.185	■
Amazonas	878.929	■
 <b>BRASIL</b>	48.314	■



### O QUE É DISPONIBILIDADE HÍDRICA

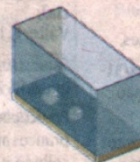
O índice representa a quantidade de água per capita. A quantidade anual é calculada a partir das médias de vazão dos rios por segundo, valor que é dividido pela população da região. O consumo é determinado pela disponibilidade hídrica e pela capacidade instalada de tratamento e reutilização

300 l/hab./dia



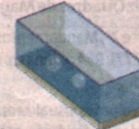
**Consumo médio na Grande São Paulo**

200 l/hab./ano



**Consumo médio na Europa**

100 l/hab./dia



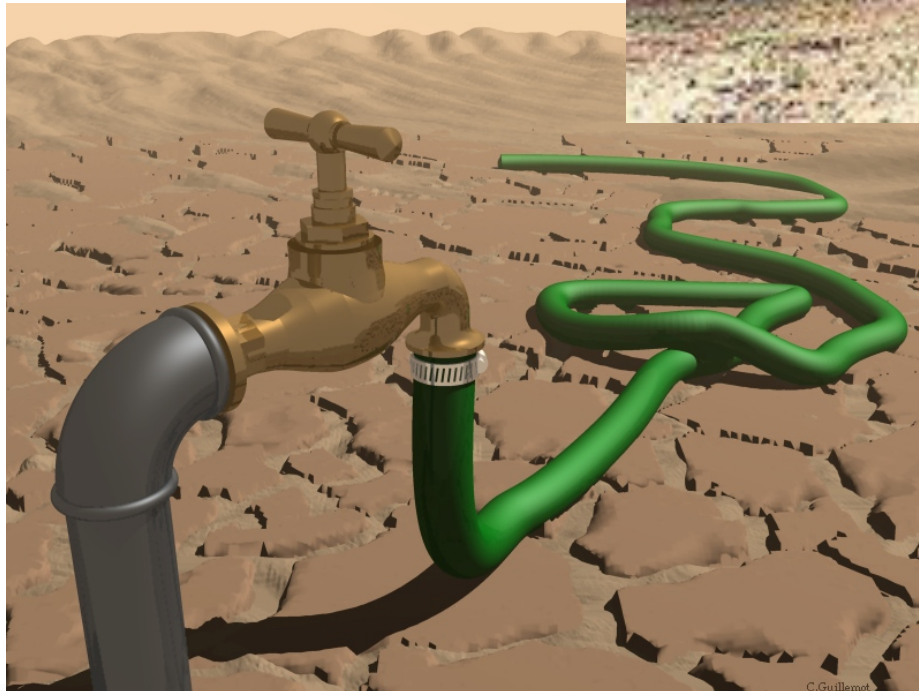
**Valor mínimo recomendado**

# Disponibilidade da água ou hídrica

- 6 países (Brasil, Rússia, Canadá, Indonésia, China e Colômbia) possuem metade de toda reserva renovável de água doce do mundo (Canadá 94.000 m<sup>3</sup>/ano.habitante).
- países mais áridos do mundo: Jordânia (179m<sup>3</sup>/ano.habitante) e Kwait (cerca de 0 m<sup>3</sup>/ano.habitante)
- **10/07/2013 – G1:** “Jordânia vai bombear água de um aquífero localizado no sul do país, **325 km** de distância, para atender a capital. O projeto tem custo de **US\$ 990 milhões** e vai extrair 100 milhões de m<sup>3</sup>/ano”
- “estudo de 2008 de universidade americana mostrou que essa água continha quantidade de **elementos radioativos 20 vezes superior** ao valor considerado seguro, em especial de rádio -- elemento cancerígeno”

# Escassez de Água

- ◆ A escassez não é um fenômeno típico de regiões com baixa disponibilidade;
- ◆ Regiões altamente urbanizadas também enfrentam este problema:
  - Demanda excessiva de água;
  - Poluição dos recursos hídricos disponíveis.



**Escassez de Água Devido  
às Condições Climáticas**



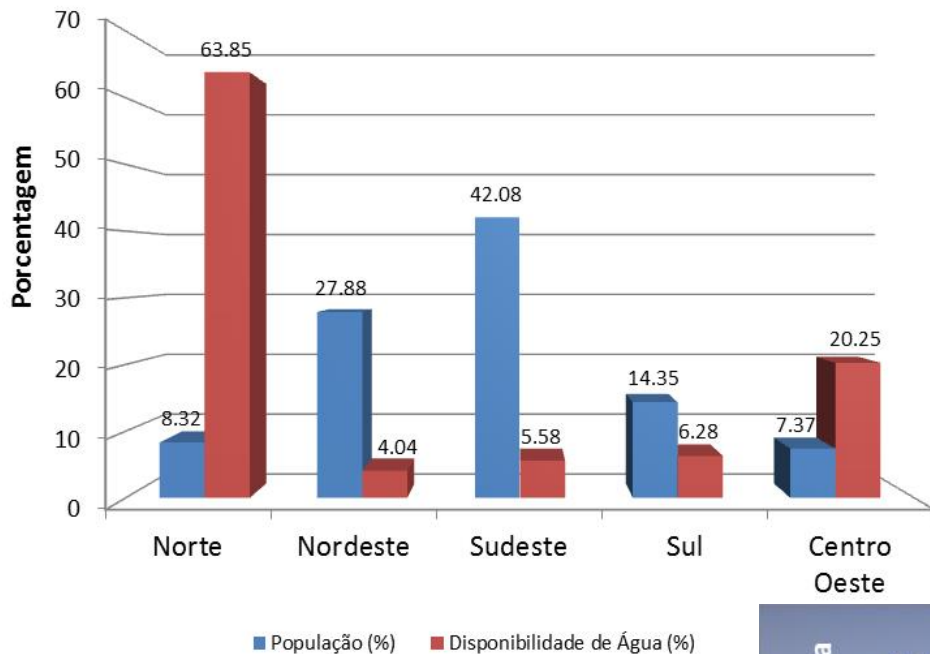
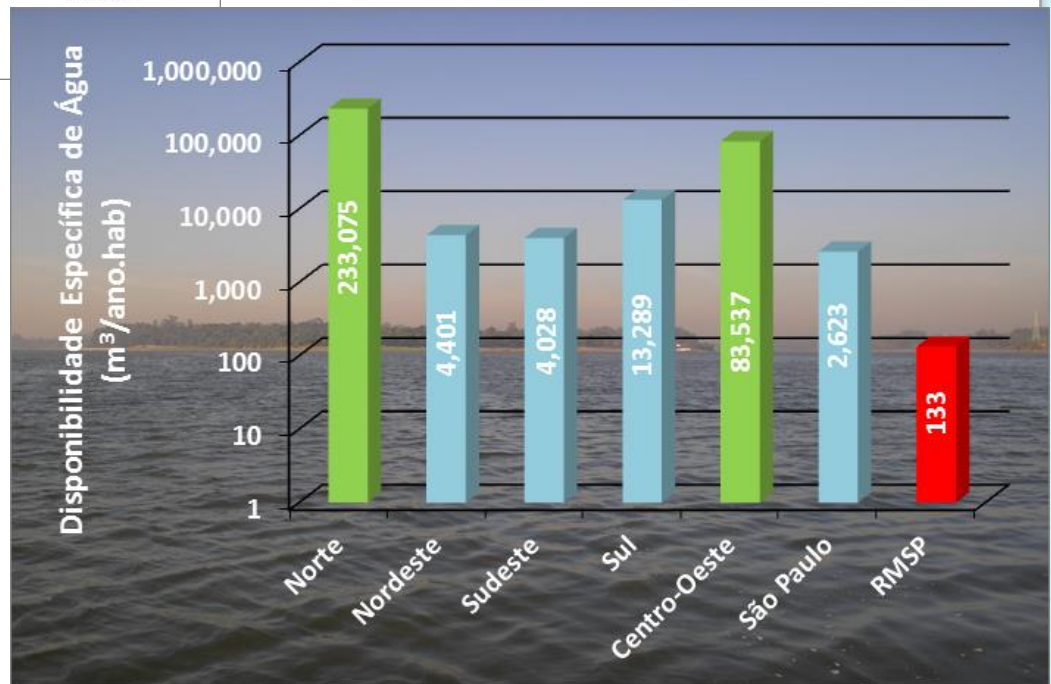


Figura 1 - Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região

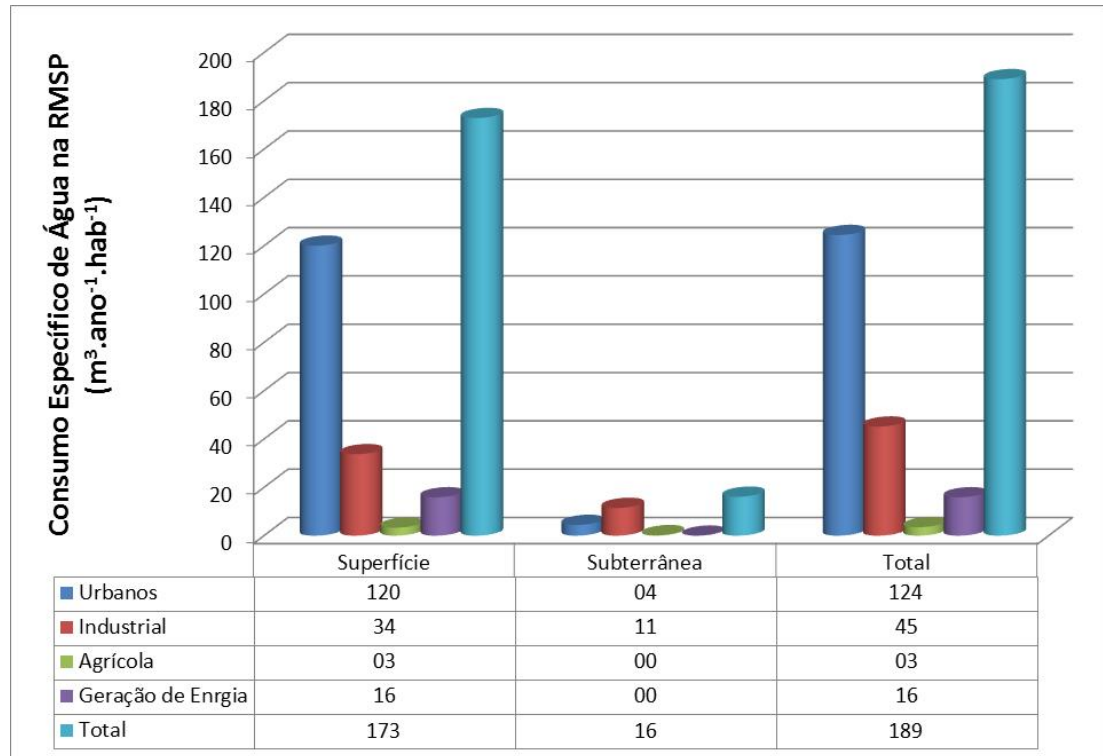
Figura 2 - Disponibilidade Específica de Água por Região



# Disponibilidade Hídrica x Demandas

- Disponibilidade específica natural → 133 m<sup>3</sup>/ano.hab (Água de superfície).

Consumos específicos de água na RMSP (2012)



- Déficit específico de água → 56 m<sup>3</sup>/ano.hab (42,1% da disponibilidade natural).

# QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA?

## USOS MÚLTIPLOS - USO RACIONAL DA ÁGUA

[www.comitepcj.sp.gov.br](http://www.comitepcj.sp.gov.br)

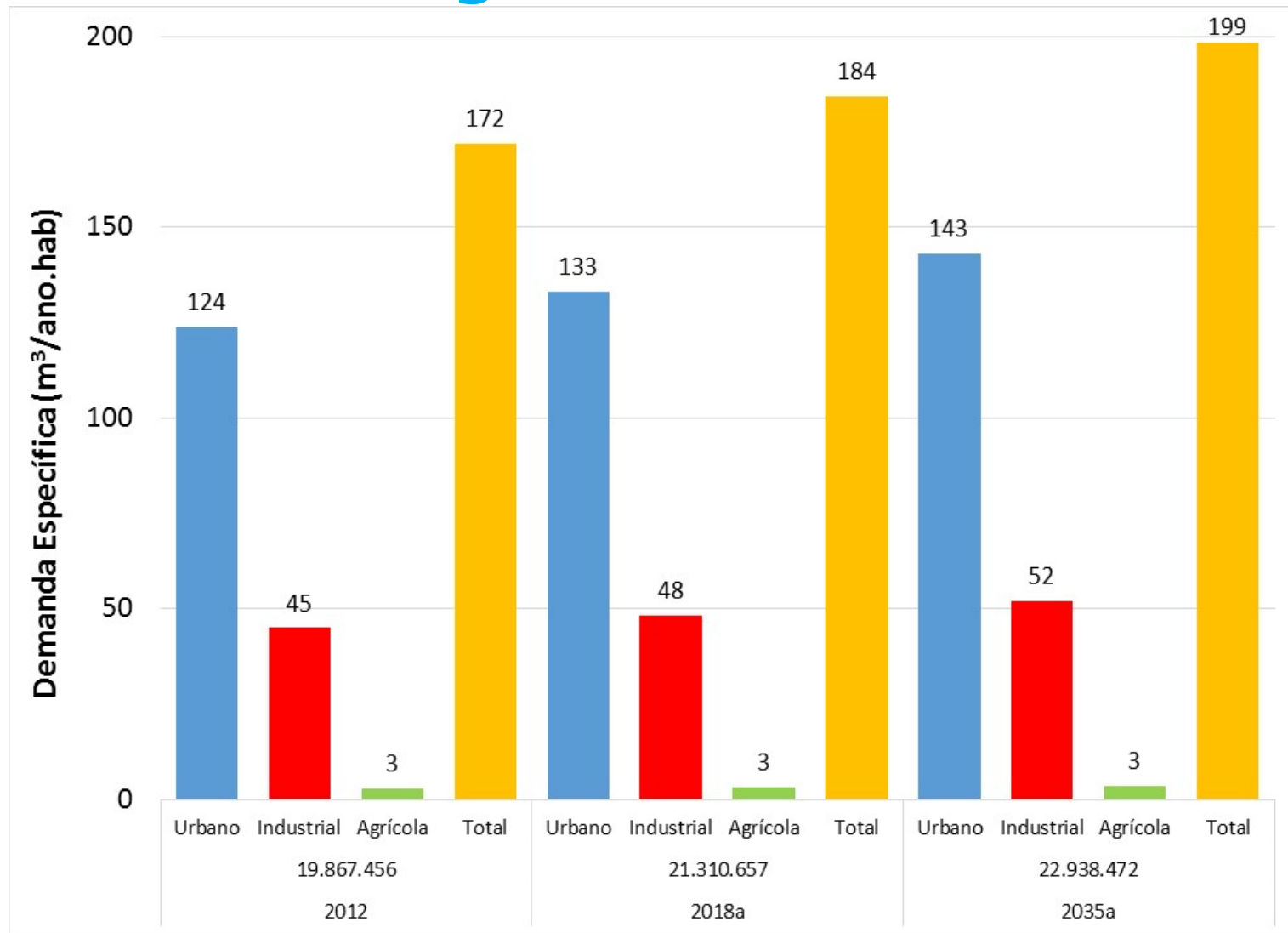


A água é essencial à vida, equilibra o meio ambiente e é importante componente da paisagem. Os recursos hídricos superficiais ou subterrâneos servem ao abastecimento urbano e industrial; à irrigação, piscicultura, geração de energia elétrica, navegação, etc. As barragens exercem importante papel ao regularizar as vazões dos rios, pois garantem as disponibilidades hídricas e controlam as cheias e, com isso, protegem as propriedades e as vidas humanas. Se bem manejados, esses reservatórios, além de contribuir para a diluição de poluentes tornam-se verdadeiras alternativas de lazer e recreação, incluindo a pesca. Neles podem ser implantados parques florestais, áreas de proteção da fauna e flora e de preservação do patrimônio histórico, arqueológico e paisagístico.

É responsabilidade de toda a sociedade zelar para que as águas, em particular, os reservatórios não sofram os impactos indesejáveis dos poluentes e a ocupação e degradação indiscriminada de suas margens. A água deve ser distribuída de forma racional entre todos os usuários, evitando-se conflitos e proporcionando reais condições ao desenvolvimento econômico e social da região.

Adaptação do original: *Department of the Interior - U.S.*

# Previsão do aumento da demanda de água na RMSP



# Disponibilidade x demanda na RMSP

- ✓ RMSP importa água da bacia do rio Piracicaba (50% do consumo), rio Jaguari, cerca de 100 km de SP.
- ✓ Problema: Campinas é muito populosa e tem baixa disponibilidade hídrica (408 m<sup>3</sup>/habitante.ano)
- ✓ Importação de outras bacias (Baixada Santista e Ribeira do Iguape): custo muito alto, impactos ambientais
- ✓ Investimento de R\$ 3 bilhões no sistema de importação da bacia do Piracicaba