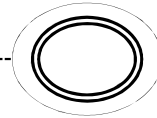




Escola Politécnica da USP

PHA - 3525



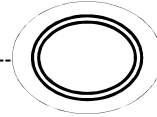
Uso Racional e Reúso da Água

**INTRODUÇÃO E CONCEITOS BÁSICOS
SOBRE ESCASSEZ DE ÁGUA**

Apresentação: José Carlos Mierzwa

mierzwa@usp.br

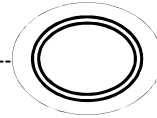
Informações Relevantes



- **Brasil:**

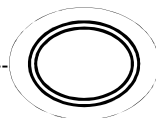
- Detém quase 13 % das reservas de água doce do Planeta;
- População de aproximadamente 190,1 milhões de habitantes (IBGE de 2010);
- 36 Regiões Metropolitanas
- Disponibilidade hídrica específica de 29.780 m³/ano.hab. (ANA, 2011)
- País com abundância de recursos hídricos;

Qual o Problema Relacionado à Água



- Distribuição não é uniforme em todas as regiões;
- População concentrada em áreas urbanas;
- A demanda excessiva de água supera a disponibilidade;
- A poluição agrava o problema.

Panorama Geral da Situação Real do País



- 82,4 % da população vive em áreas urbanas;
- 44 % da população está concentrada em 36 grandes Regiões Metropolitanas;
- A disponibilidade hídrica nessas regiões é muito inferior à média brasileira;

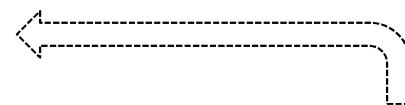
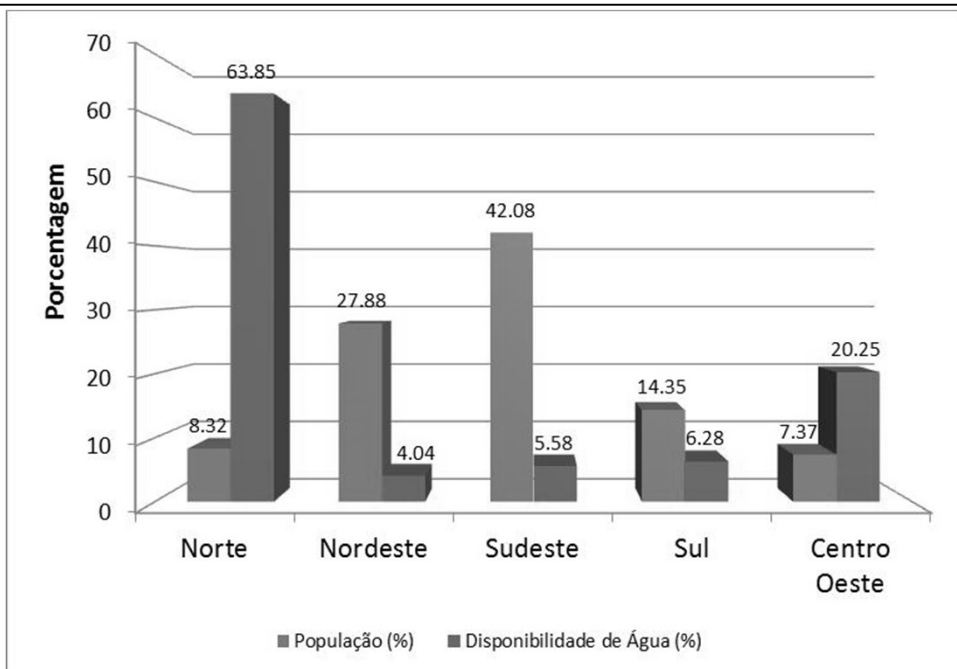


Figura 1 – Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região

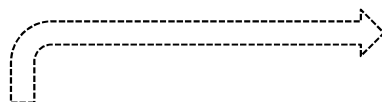
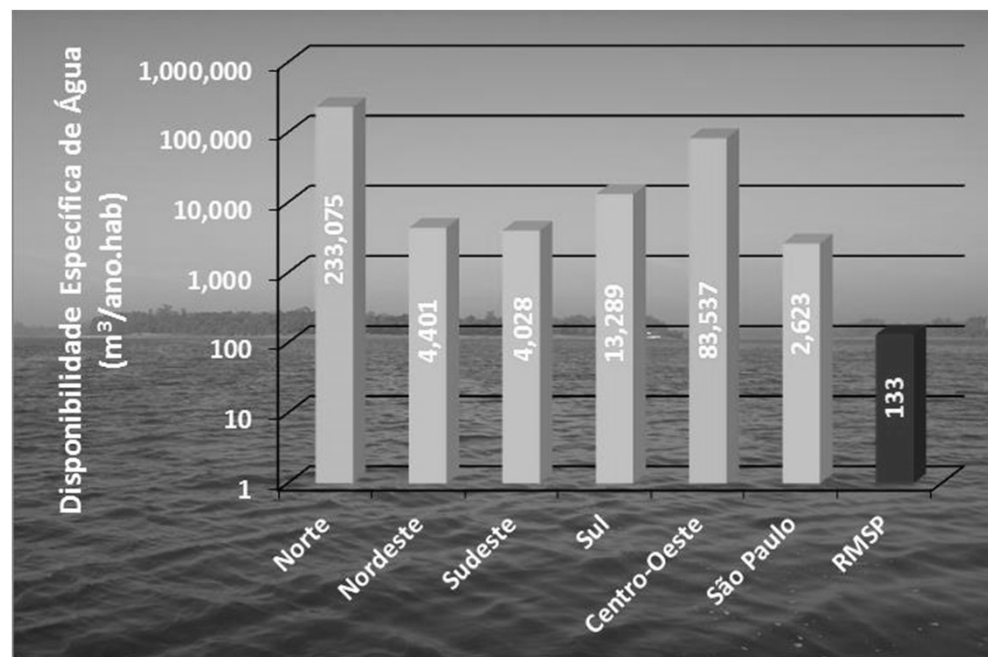


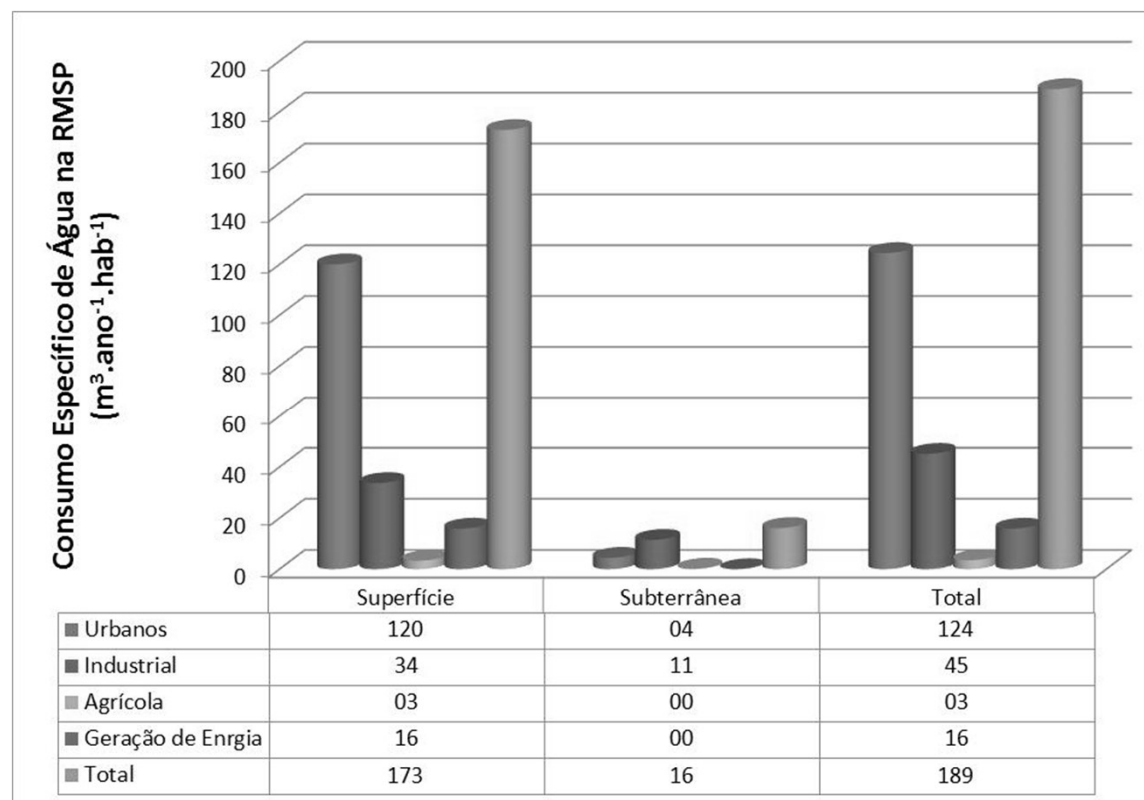
Figura 2 - Disponibilidade Específica de Água por Região



Disponibilidade Hídrica x Demandas

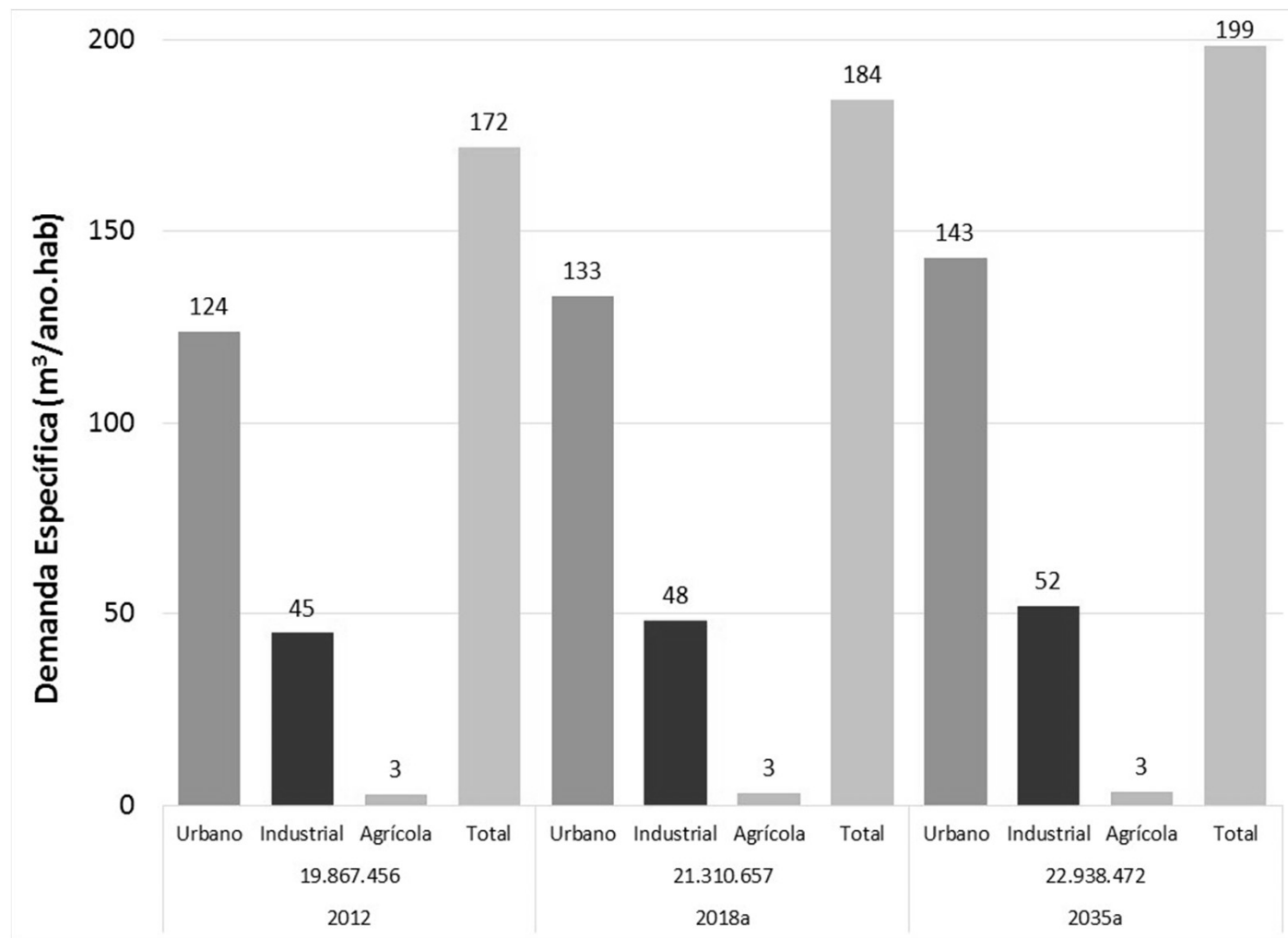
- Disponibilidade específica natural → 133 m³/ano.hab (Água de superfície).

Consumos específicos de
água na RMSP (2012)



- Déficit específico de água → 56 m³/ano.hab (42,1% da disponibilidade natural).

Previsão do aumento da demanda de água na RMSP

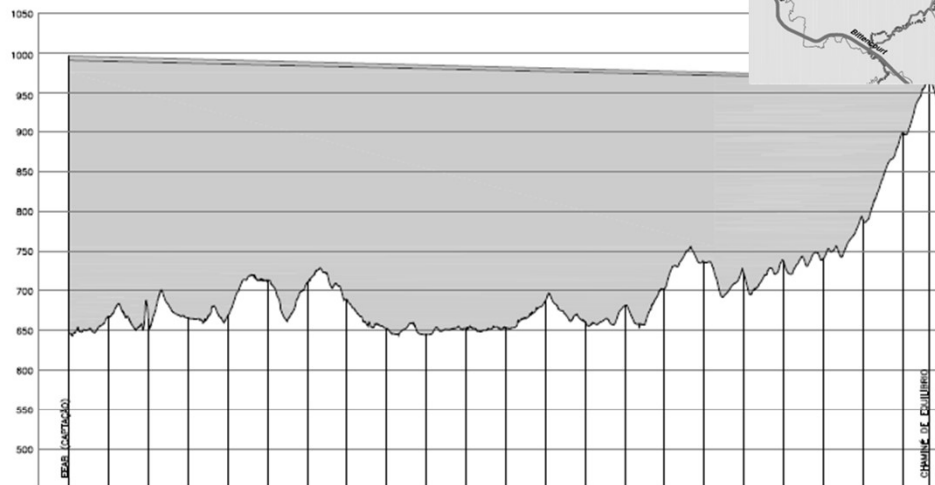
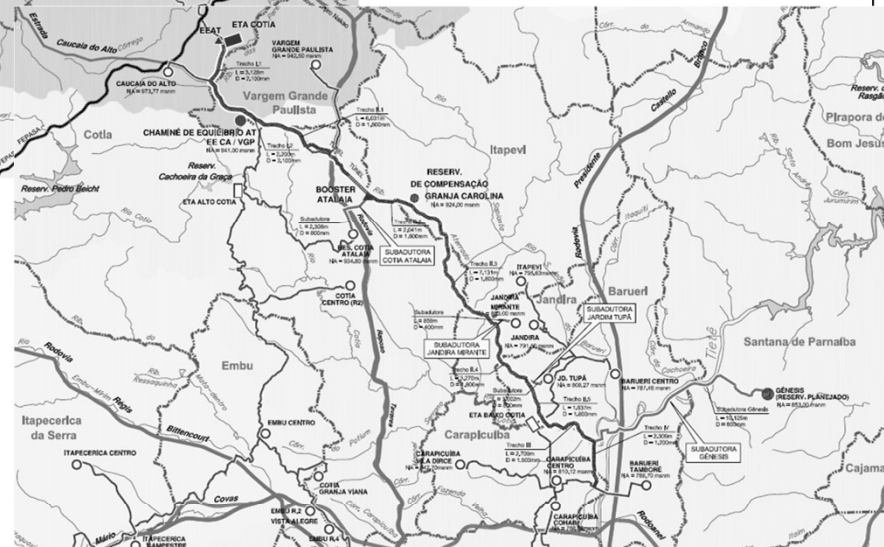
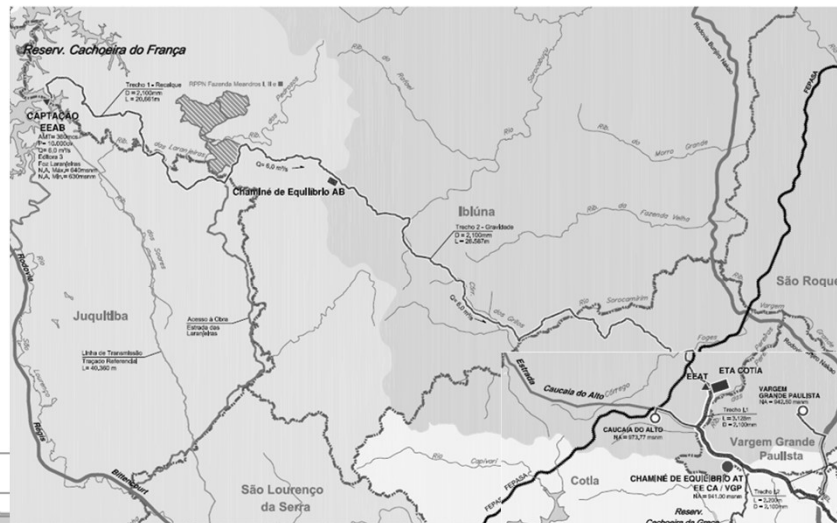


Fonte: Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista – COBRAPE, 2009

Modelo Tradicional de Gestão

- 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;
- Consequências maior volume de esgoto;
- Capacidade limitada das estações de tratamento;
- Expansão da contaminação de mananciais.

Traçado das aduturas e perfil planialtimétrico da captação São Lourenço



| ESTACA (0,000 m) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|---------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| COTA DO TERRENO (m) | ELV. DO. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ELV. DO. |
| DISTÂNCIA (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21.661m |
| DIÂMETRO (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.100mm |
| MATERIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WAZE: W/EA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIÂM. (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WAZE: W/EA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ESC. H = 1:100,000
V = 1:2,500

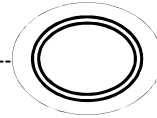
Fonte: EIA/RIMA Sistema Produtor São Lourenço

Características do Projeto

- Vazão → 4,7 m³/s;
- Adutora de água bruta → 48,22 km;
- Adutora de água tratada → 27,63 km;
- Desnível em relação ao Planalto → 360 m;
- Custo de investimento → R\$ 2.214 milhões;
- Tempo de retorno do investimento → 20 anos
- Custo estimado do m³ de água → R\$ 3,60

Fontes: http://www.sabesp.com.br/ppp_sao_lourenco/RIMASPSL.pdf
<http://www.senado.leg.br/atividade/materia/getPDF.asp?t=146154&tp=1>

Usos da Água



- ▶ A água é vital para os seres humanos e demais seres vivos e tem os seguintes usos:
 - Consumo humano, Irrigação e Aquicultura;
 - Uso industrial e geração de energia;
 - Transporte;
 - Preservação da fauna e flora e paisagismo;
 - Transporte e assimilação de efluentes.

Distribuição Percentual do Consumo de Água no Brasil

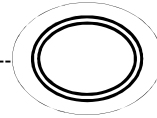


| Categoria de Uso | Brasil⁽¹⁾ | Estado de São Paulo⁽²⁾ | RMSP⁽²⁾ |
|-------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|
| Urbano | 26,0 | 30,9 | 82,0 |
| Industrial | 17,0 | 29,0 | 13,9 |
| Irrigação | 57,0 | 40,1 | 4,1 |

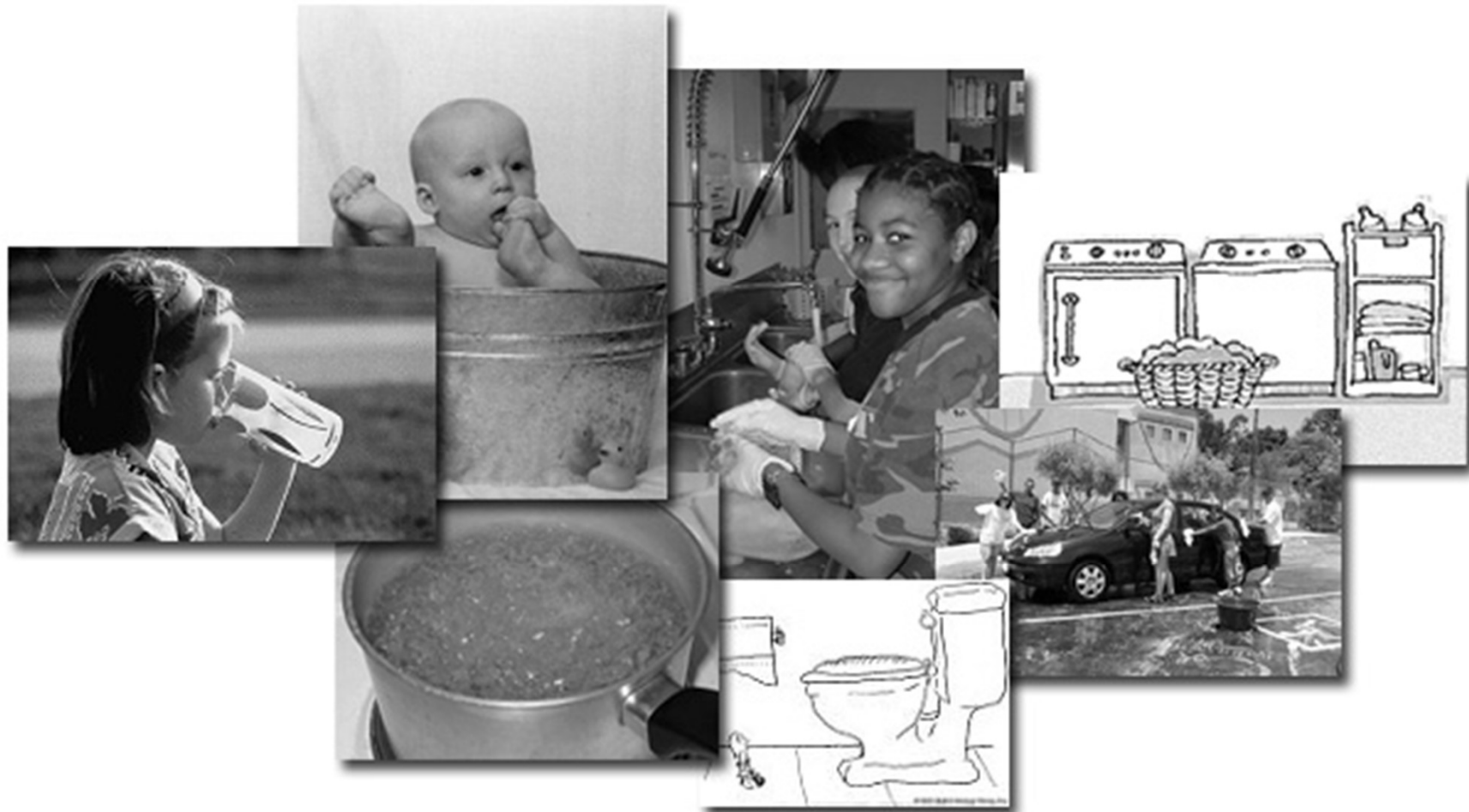
1 – Dados relativos à 2010 (ANA, 2011)

2 – Dados relativos à 2007 (DAEE, 2006)

Necessidade de Água para as Atividades Humanas

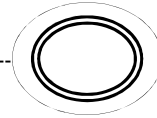


- Ser abundante, de forma a atender as necessidades presentes e futuras;
- Estar disponível na vazão e pressão necessária para atender as demandas de pico; e
- Apresentar qualidade adequada para os diversos usos.



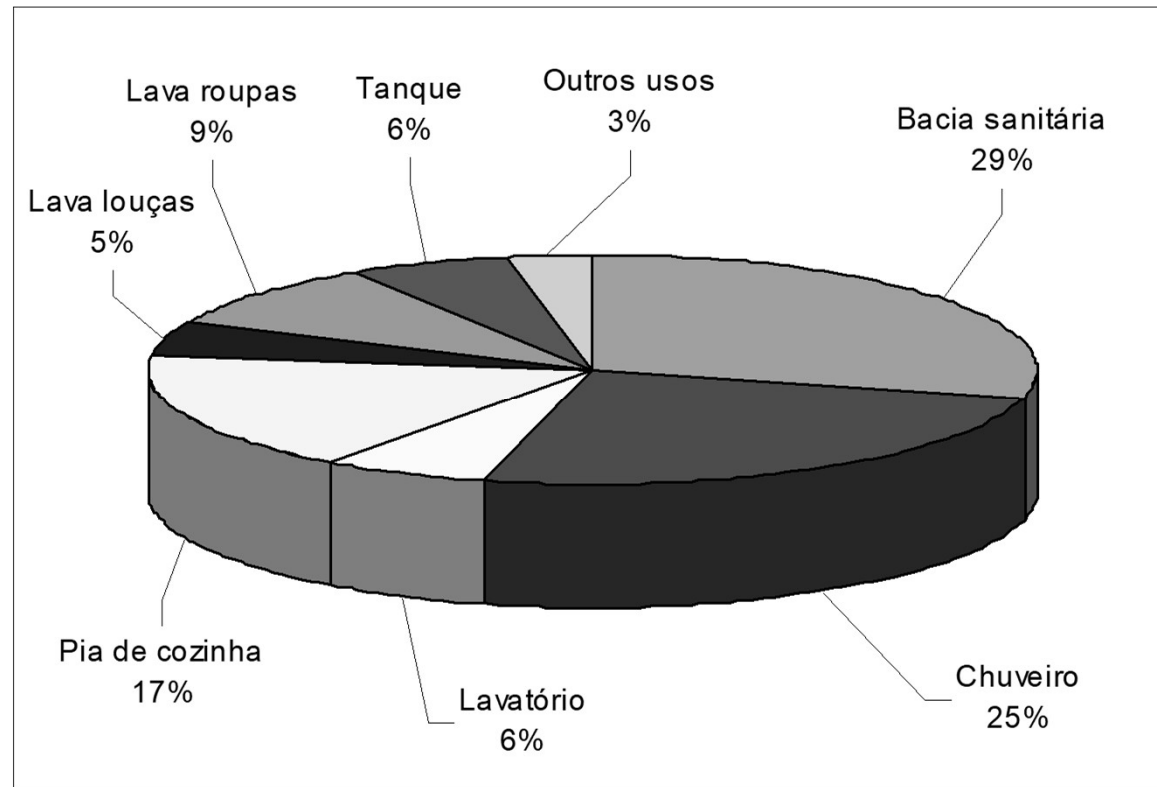
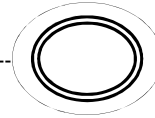
Usos urbanos

Consumo da água para uso domésticos



- Higiene pessoal;
- Preparação de alimentos;
- Higienização de roupas e utensílios;
- Irrigação de jardins;
- Lavagens em geral.

Distribuição do Uso da Água em uma Residência

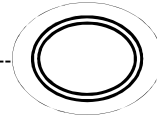


Fonte: <http://www.deca.com.br>

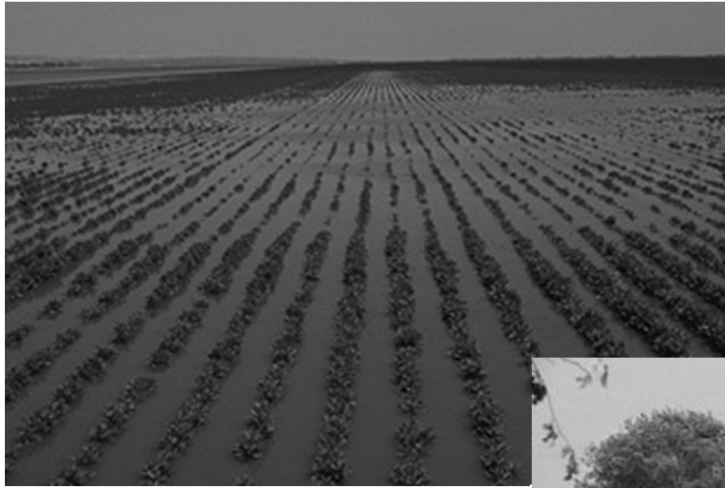


**Utilização da água
na indústria**

Consumo de Água para Uso Industrial



- Na indústria a água pode ser utilizada como:
 - Matéria-prima → a mesma é incorporada ao produto final;
 - Indústria de alimentos, bebidas e farmacêutica;
 - Produto auxiliar → participa no processo de produção mas não é incorporada ao produto final;
 - Preparação de reagentes, operações de aquecimento e resfriamento, lavagem de peças e equipamentos e fluido de transporte.
- Os padrões de qualidade variam de acordo com a aplicação.

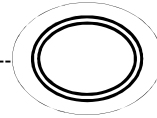


Uso agrícola



Usos ambientais da Água

Assimilação e Transporte de Poluentes



- É um dos usos menos nobres da água, porém é inevitável;
- Principal aplicação refere-se aos processos de lavagem;
- O requisito de qualidade varia de acordo as exigências do processo:
 - Na lavagem de equipamentos na indústria farmacêutica, alimentícia ou eletrônica é exigido um elevado grau de qualidade;
 - Na lavagem de peças e equipamentos mecânicos necessita o grau de qualidade é menor.

Considerações sobre os Requisitos de Qualidade da Água



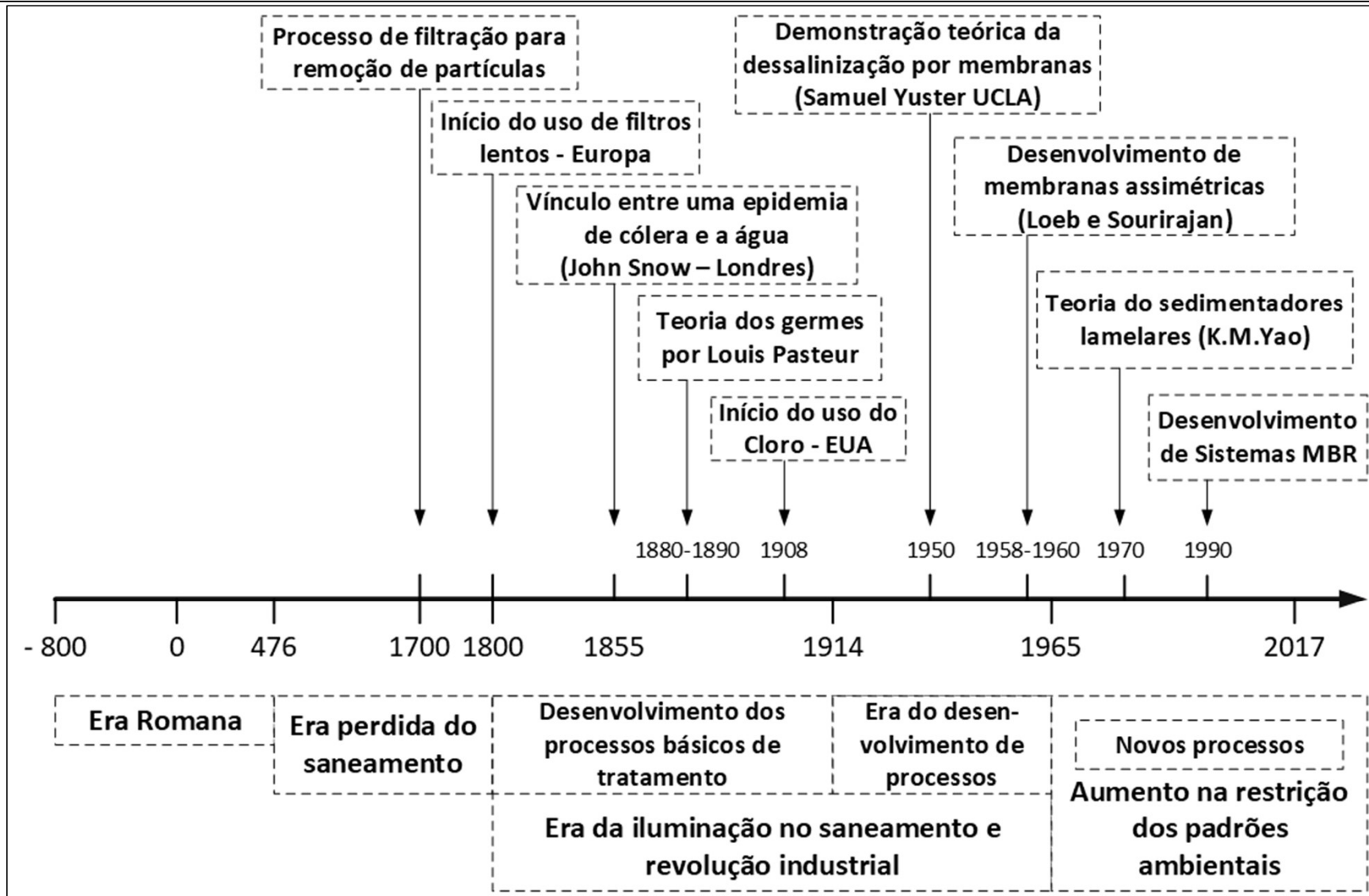
- O nível de qualidade para um determinado uso pode ser diferente do que foi no passado e do que será no futuro;
- Os fatores que influenciam para isto são:
 - Avanços tecnológicos;
 - Problemas de escassez de água;
 - Poluição dos mananciais.
- O uso de água com qualidade inferior pode resultar em danos ao processo e equipamentos.

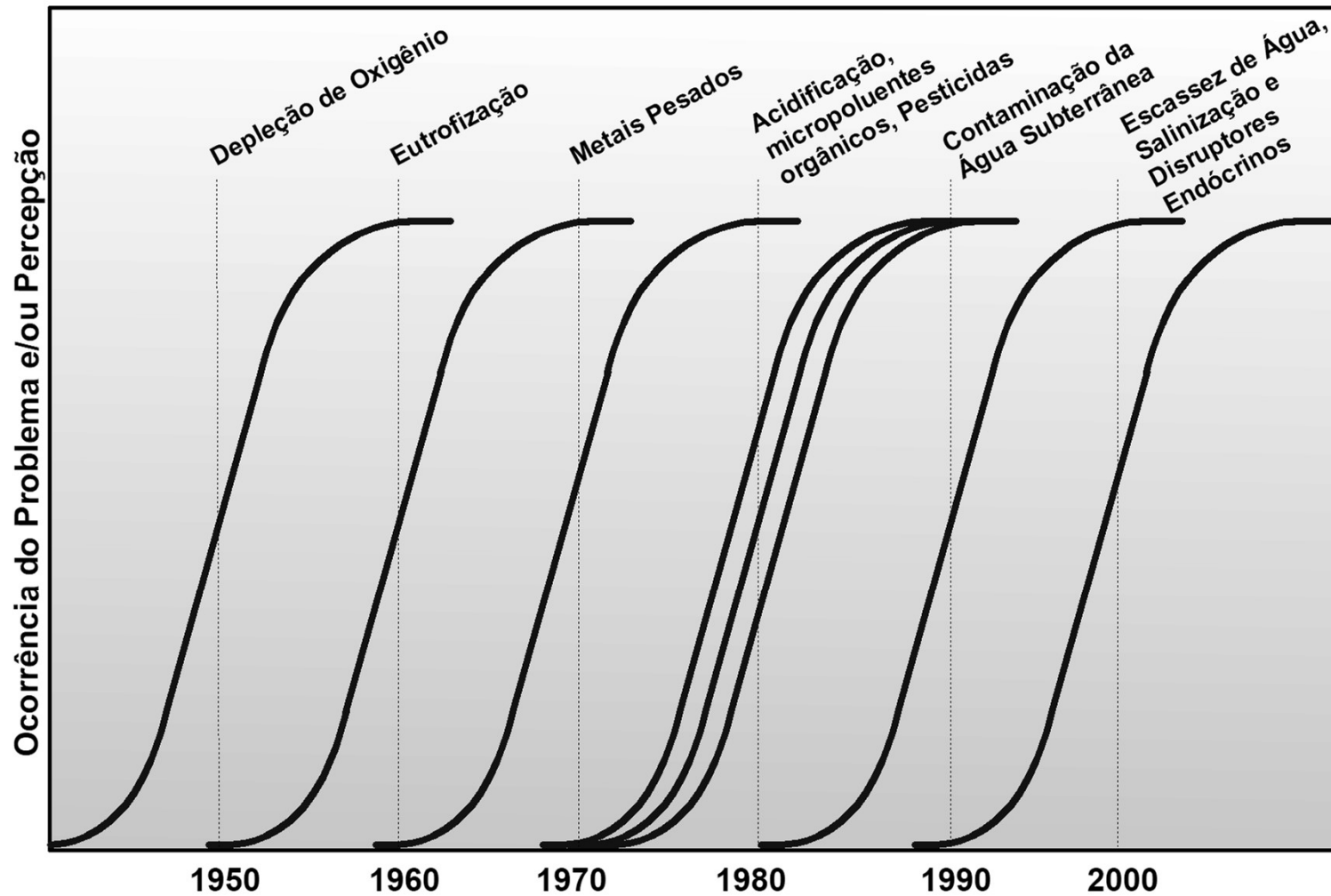
Evolução dos Problemas sobre Qualidade da Água



- ▶ Por muito tempo a principal preocupação relacionada à qualidade da água para abastecimento foram os microrganismos patogênicos;
- ▶ A partir da 2ª Grande Guerra Mundial, outros problemas começaram a despertar preocupação.

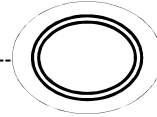
Paralelo Histórico entre as práticas de Saneamento, com foco em água de abastecimento e no tratamento de esgotos





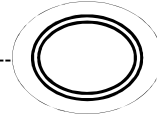
Evolução dos Problemas Relacionados à Contaminação da Água

Impactos sobre a Indústria



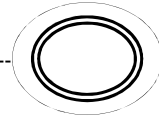
- Os avanços tecnológicos ocorridos obrigaram a indústria a buscar soluções alternativas para o abastecimento de água;
- Processos sensíveis passaram a receber uma atenção especial;
- Sistemas de tratamento mais sofisticados passaram a ser utilizados.

Os Problemas da Atualidade



- A demanda excessiva gera problemas de escassez de água;
 - Necessidade de buscar mananciais cada vez mais distantes;
 - Os recursos disponíveis são comprometidos pelo lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais;
 - Riscos potenciais à população em decorrência do uso de água de mananciais degradados.

Poluição da Água



- ▶ Efluentes de origem doméstica:
 - Problemas relacionados à diminuição da concentração de oxigênio nos corpos d'água e substâncias nutrientes.
- ▶ Efluentes de origem industrial:
 - Problemas relacionados aos mais variados tipos de substâncias.
- ▶ Acidentes ambientais podem agravar o problema.

Novos Desafios

Database Counter

In addition to organic and inorganic substances, REGISTRY has:

66,569,759 sequences

CAS RN 1872343-09-3 is the most recent CAS Registry Number

CAS also provides specialized databases of chemical reactions, regulated chemicals, commercially available chemicals and Markush substance information.

Specialized Substance Collections Count

CASREACT⁽¹⁾ **86,492,064** Single and multi-step reactions, and synthetic preparations

CHEMLIST **345,462** Inventoried/regulated substances

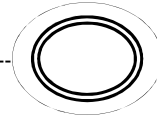
CHEMCATS **102,510,642** Commercially available chemicals

MARPAT **1,114,092** Searchable Markush structures

(1) More information on CASREACT statistics.

Fonte: <http://www.cas.org/content/counter>, acessado em 23/02/2016.

Dados sobre o Geração de Esgotos RMSP

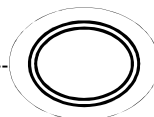


- Perdas no sistema:
 - Físicas → 15%;
 - Comerciais → 18%
- Geração de Esgotos:

$$\text{Geração de Esgoto} = \text{Produção de Água} * (1 - \text{Perda}) * 0,8$$

- Geração de esgotos → 44,20 m³/s

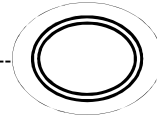
Sistema de Tratamento de Esgotos Projeto Tietê



| Sistema | Capacidade de Projeto (m³/s) | Vazão Atual (m³/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 |
| Total | 18,0 | 15,7 |

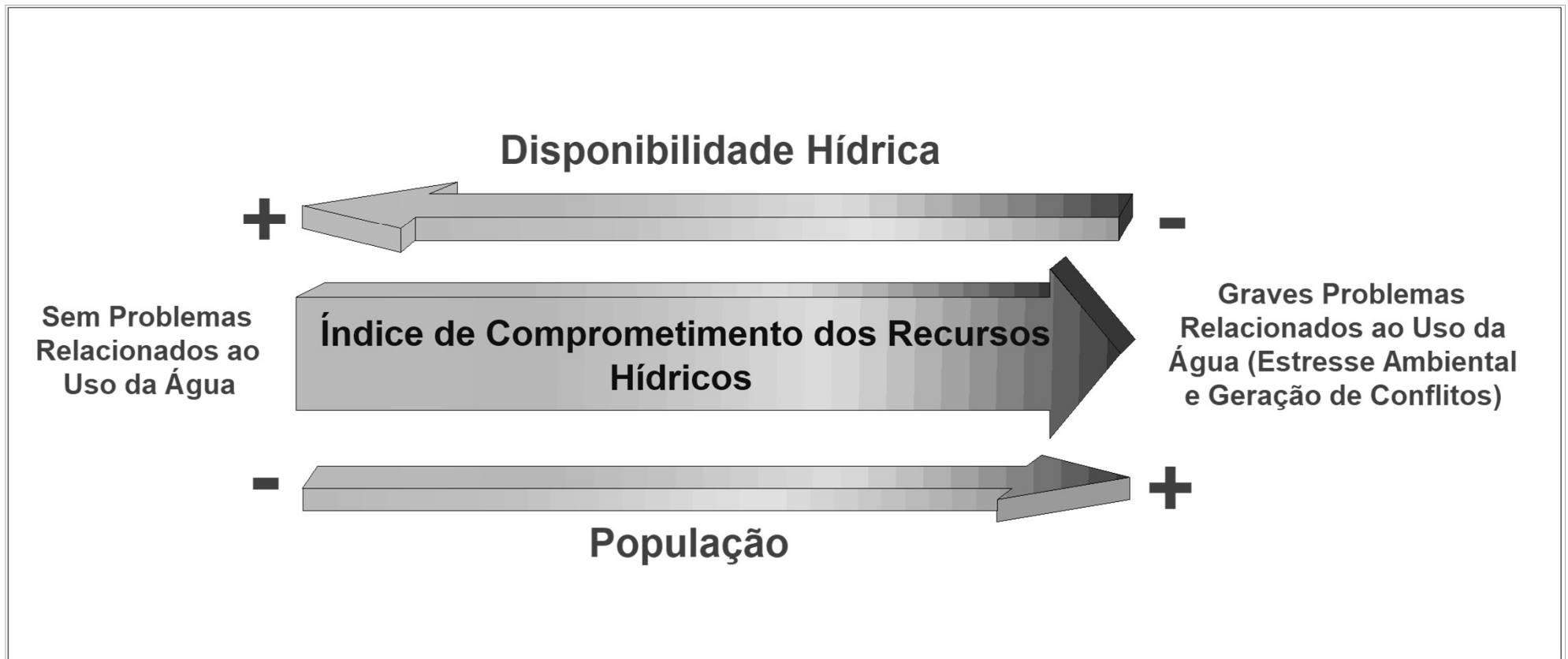
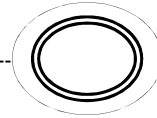
Fonte: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/subHome.aspx?secaoId=29>

Implicações para os Seres Humanos

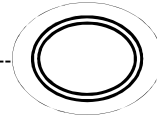


- ▶ Os processos naturais não são capazes de atenuar os impactos resultantes da poluição;
- ▶ Os processos amplamente utilizados para o tratamento de água apresentam limitações para atender às novas exigências;
- ▶ Aumento dos riscos associados ao uso da água para fins potáveis e industriais.

Conflitos pelo Uso da Água



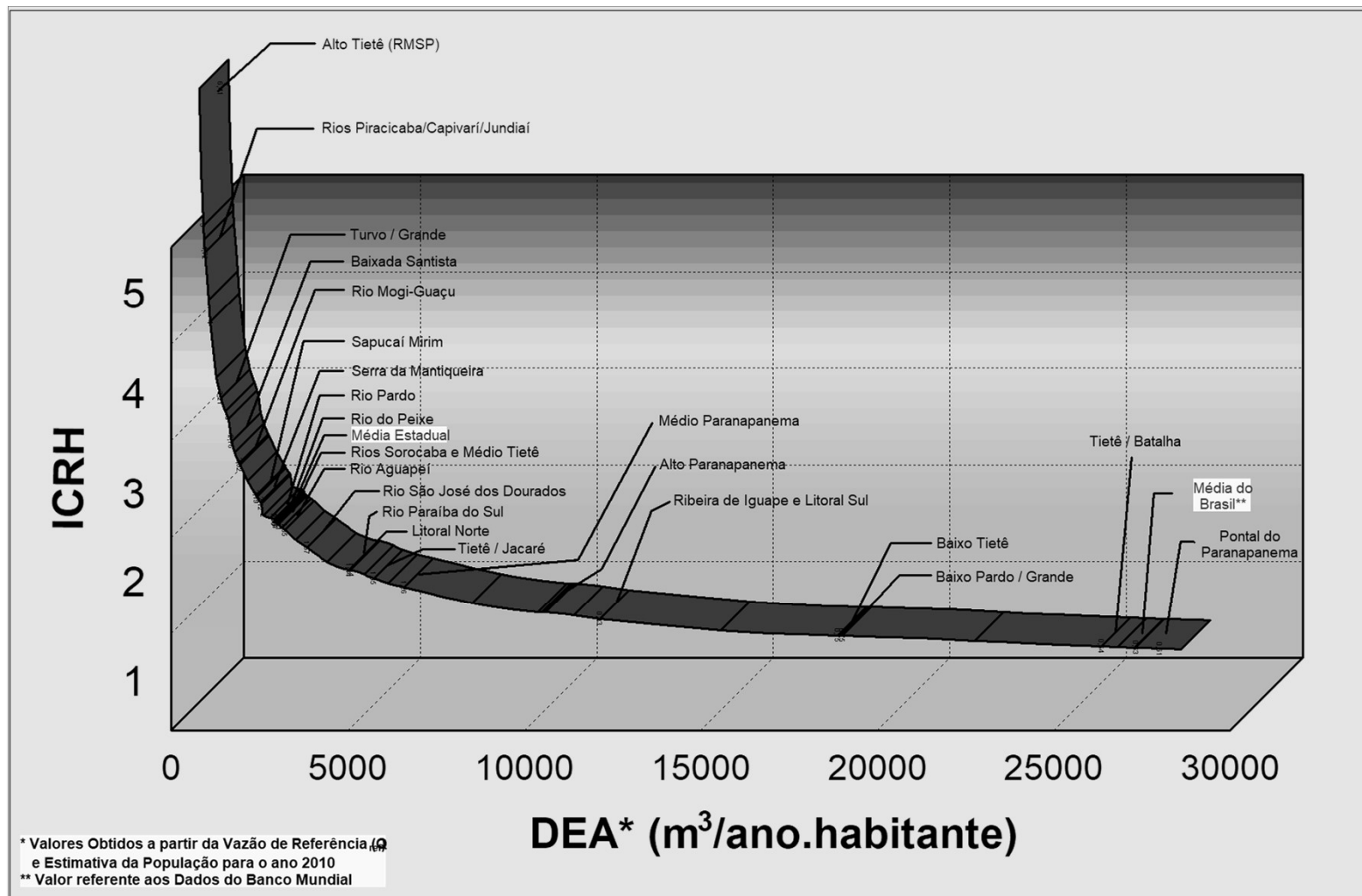
Conceituação



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

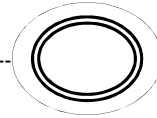
| Disponibilidade Hídrica Específica (m³.ano⁻¹.habitante⁻¹) | Condição de Estresse |
|---|-----------------------------|
| > 1700 | Sem estresse |
| 1000 a 1700 | Estresse hídrico |
| 500 a 1000 | Escassez |
| < 500 | Escassez absoluta |

Malin Falkenmark, 1989



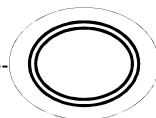
Índice de Comprometimento dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo

Opções para a Gestão de Recursos Hídricos



- **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:**
 - Tecnologias de separação por membranas.
- **Reciclagem e reúso da água;**
- **Aproveitamento de água de chuva.**

Políticas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

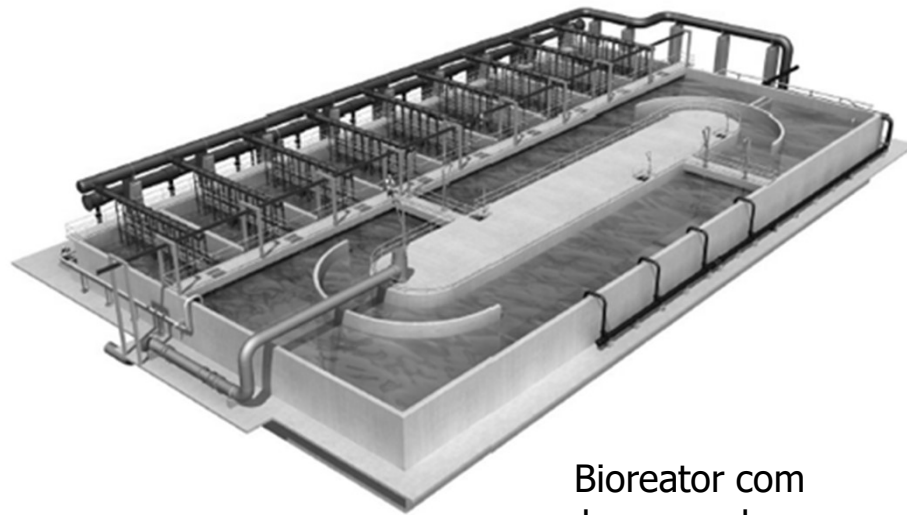


- ▶ Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:
 - Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997;
 - Adota o conceito de usuário pagador.

- ▶ Política Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos:
 - Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991;
 - Introduziu o conceito de usuário pagador como instrumento de gestão.

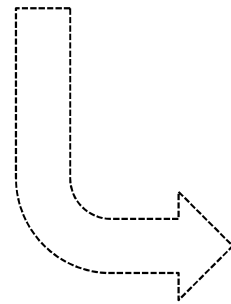
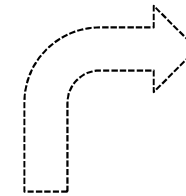
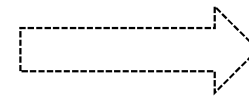
Projeto Aquapolo

- Maior esquema de reúso no hemisfério sul;
- Capacidade → 1 m³/s;
- Fonte da água de reúso → ETE ABC;
- Usuário → Pólo Petroquímico de Capuava;
- Tomada de decisão → Limitação de expandir a capacidade de produção;
- Idéais iniciais → Ano de 2000;
- Início de operação → 2012.



Bioreator com
membranas submersas

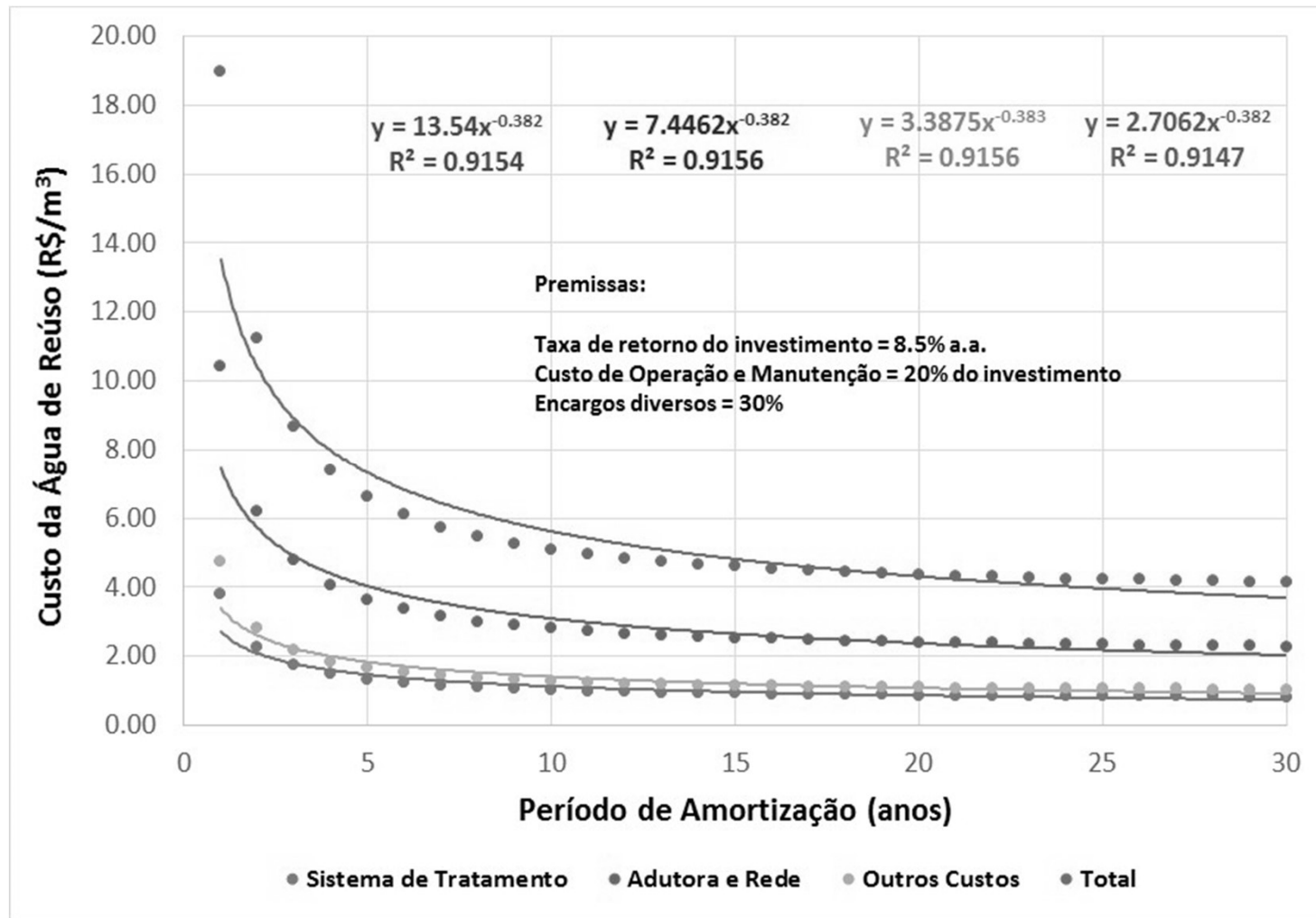
Pólo
Petroquímico
de Capuava



Projeto
AQUAPOLO



Unidade de Osmose Reversa



Estimativa do custo de produção da Água de Reúso no AQUAPOLO
<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=210298>

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15527

Primeira edição
24.09.2007

Válida a partir de
24.10.2007

**Água de chuva — Aproveitamento de
coberturas em áreas urbanas para fins não
potáveis — Requisitos**

*Rainwater – Catchment of roofs in urban areas for non-potable
purposes – Requirements*

