

# Workshop FIESP

## “Infraestrutura para Segurança Hídrica”

### Segurança Hídrica e Reúso de Água



Prof. José Carlos Mierzwa

São Paulo, 25 de junho de 2019



CIRRA / IRCWR

A photograph of a two-story white building with several windows and a central entrance. The building is surrounded by lush green trees and plants. The text "CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA" is mounted on the facade above the entrance. A blue awning covers the entrance, and a larger beige awning covers a window to the right. The website address "www.usp.br/cirra" is overlaid in large yellow text at the bottom.

**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA  
EM REÚSO DE ÁGUA**

[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)

# A MISSÃO DO CIRRA

- Desenvolvimento de estudos sobre otimização do uso e reúso da água:
  - Atividades industriais;
  - Atividades urbanas.
- Apoio institucional para elaboração de planos, programas e diretrizes para o reúso da água;
- Realização de ensaios de tratabilidade de água e efluentes;
- Pesquisas;
- Capacitação.

# Crise Hídrica na Atualidade

- Causas da crise vivenciada na atualidade?
  - Fenômenos ou condições naturais;
  - Planejamento do uso e ocupação do solo;
  - Demanda excessiva da água;
  - Expansão da contaminação de mananciais.

# Qual a Abordagem a ser Utilizada?

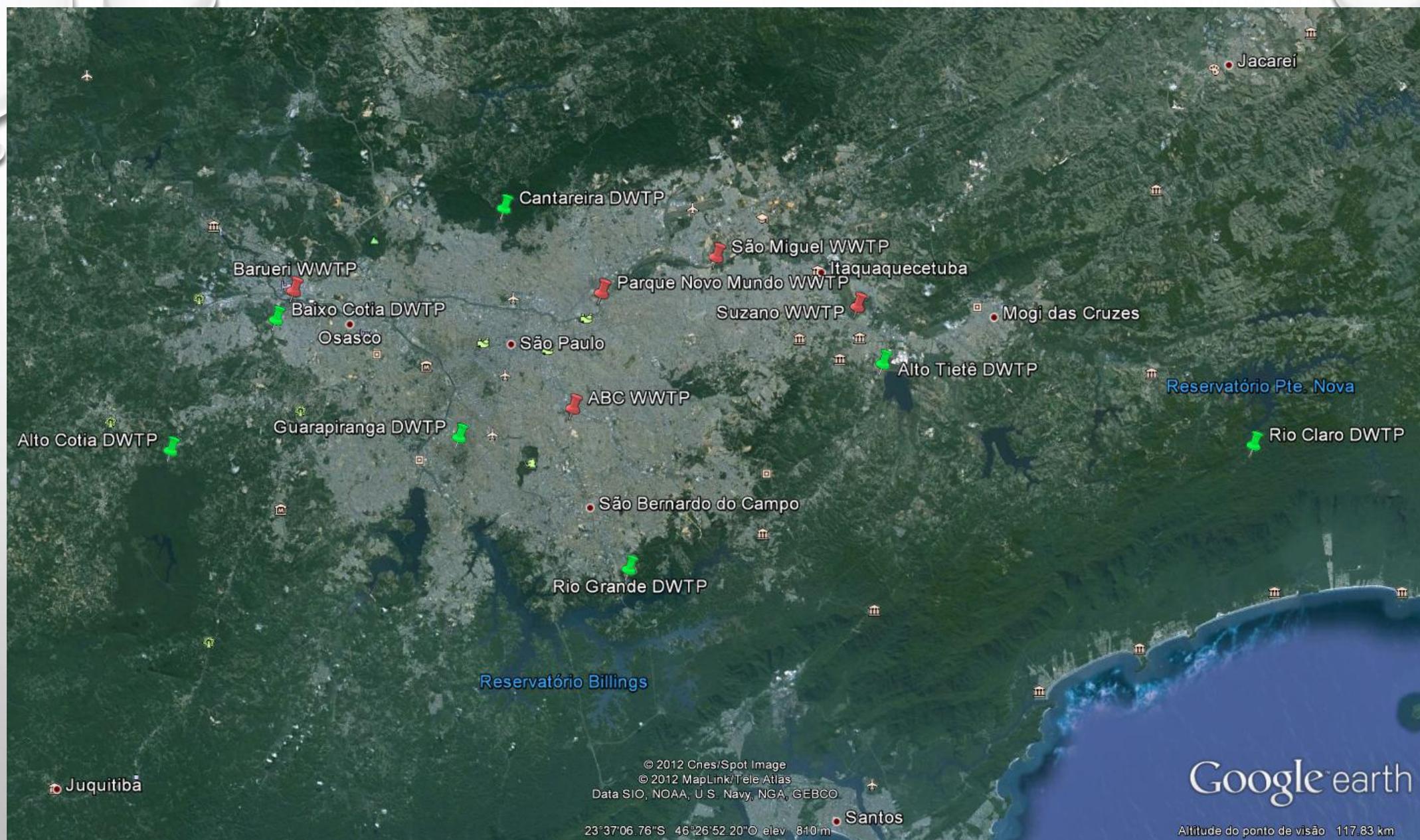
- Problemas complexos exigem soluções integradas;
- Muitas cidades não podem prescindir da água importada de outras regiões;
- Contudo, elas também não podem comprometer a capacidade de outras regiões utilizarem os recursos próximos.

# Opções para Combate à Escassez de Água

- Racionalização do uso da água:
  - Utilização de equipamentos hidráulicos mais eficientes;
  - Incentivar a indústria a desenvolver e comercializar os equipamentos economizadores;
  - Desenvolvimento de processos produtivos que requeiram menor consumo de água.
- Aprimoramento das tecnologias de tratamento de efluentes (domésticos e industriais);
- **Reúso de água.**

# Reúso de água

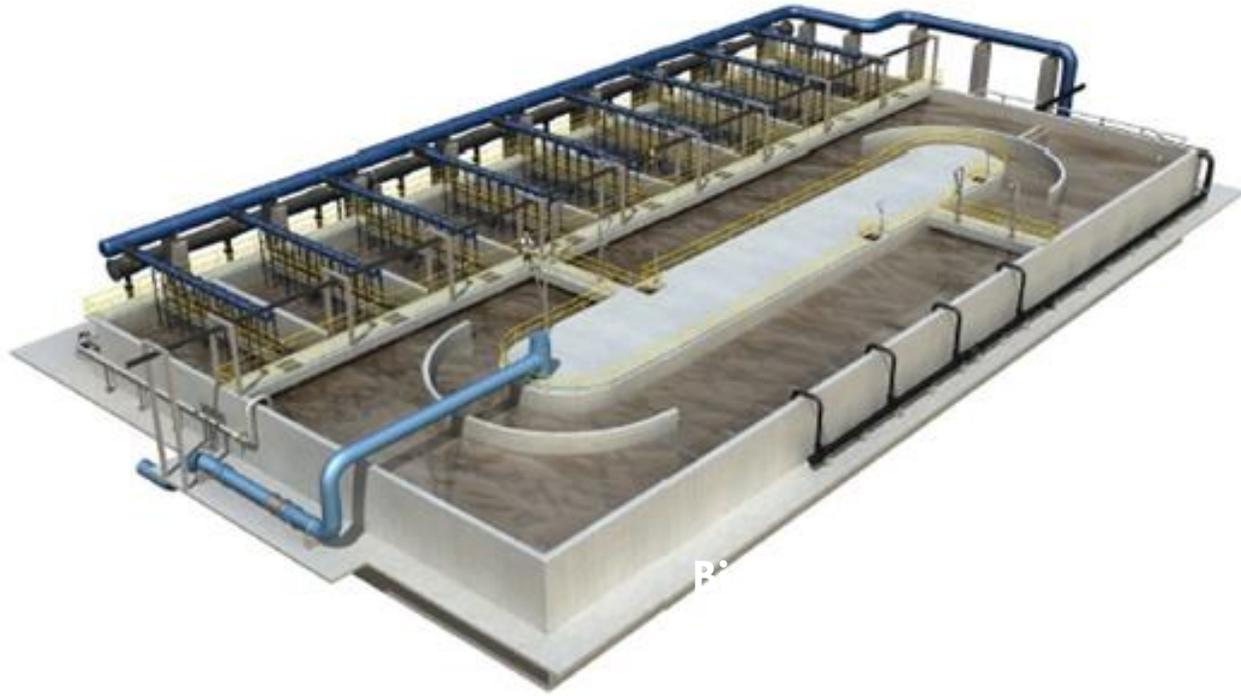
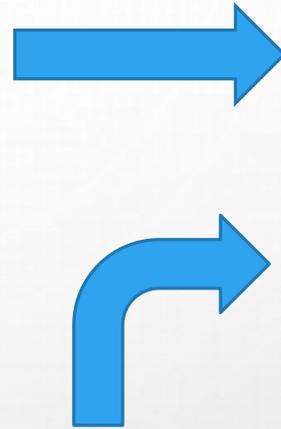
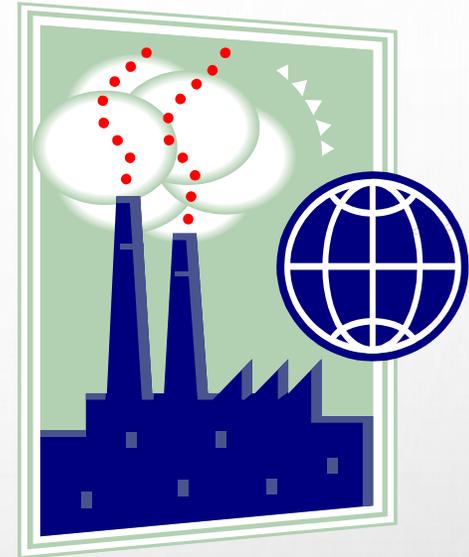
- É possível implantar um programa de reúso abrangente?
- Que setores econômicos devem ser priorizados?
- O que é necessário para viabilizar a prática de reúso?
  - Potencial para reúso de água (usuários)?
    - Demandas concentradas ou distribuídas.
  - Parâmetros de qualidade para a água de reúso?
  - Tratamento adicional necessário?
  - Sistema de distribuição?
  - Custos?



**Reúso centralizado ou distribuído?**

# REÚSO NÃO POTÁVEL (DEMANDAS CENTRALIZADAS)

- PROJETO AQUAPOLO:
  - REÚSO DE ESGOTOS TRATADOS PARA USOS INDUSTRIAIS;
  - IMPLANTAÇÃO: 2012
  - CAPACIDADE DE TRATAMENTO: 1.000 L/S;
  - TECNOLOGIA UTILIZADA:
    - SISTEMA TERCIÁRIO PARA REMOÇÃO DE NUTRIENTES EM SISTEMA MBR;
    - UNIDADE DE OSMOSE REVERSA PARA COMPLEMENTAÇÃO DO TRATAMENTO.
    - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA.



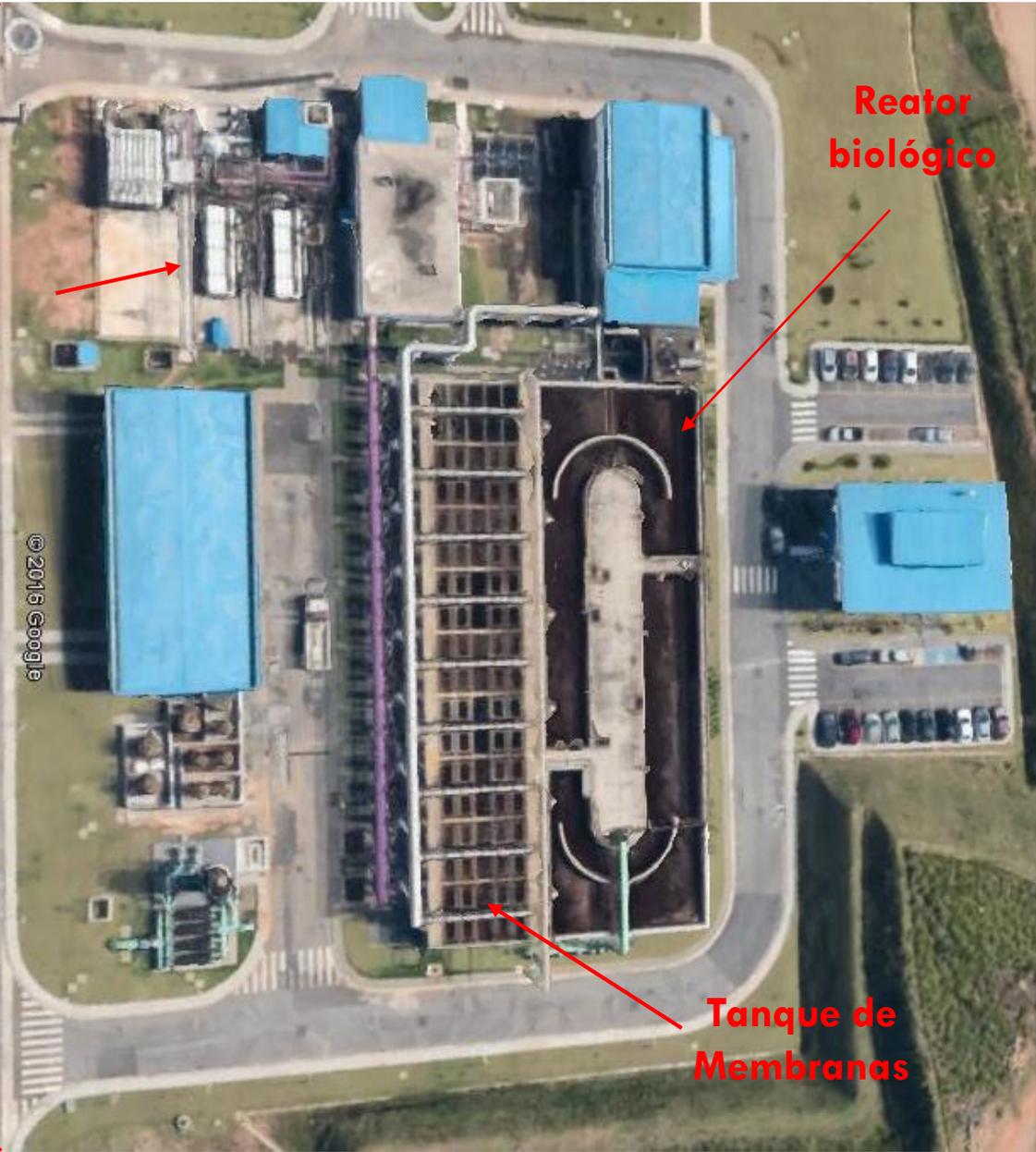
# Projeto AQUAPOLO



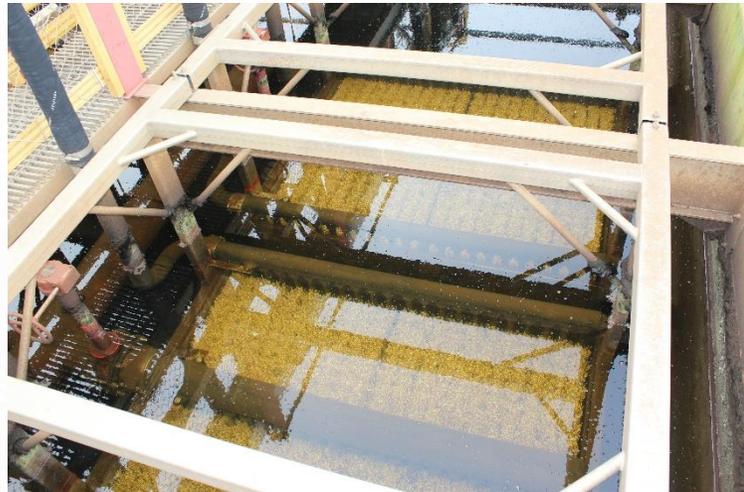
**ETE ABC – AQUAPOLO em Destaque**



**Unidade de OR**



**Reator biológico**

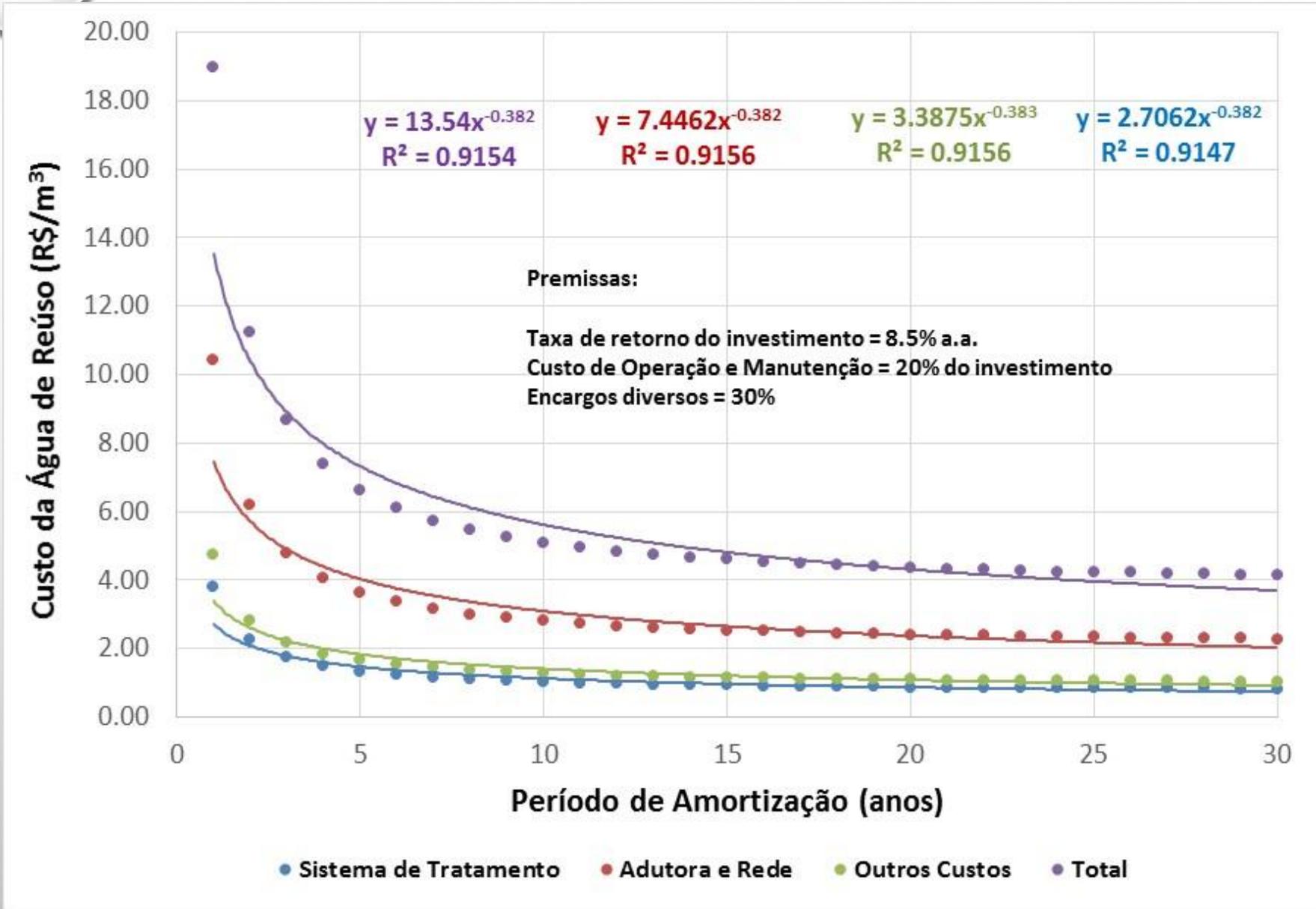


**Tanque de Membranas**



**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>

# REÚSO DESCENTRALIZADO

- EXISTEM VÁRIAS INICIATIVAS DE REÚSO DE ÁGUA EM ATIVIDADES COMERCIAIS PELO PAÍS;
  - CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS;
  - HOTÉIS;
  - SHOPPING CENTERS;
  - INDÚSTRIAS;
  - LAVANDERIAS

# Perigos em um sistema de reúso de água

- Contaminação usuário (microbiológica)
- Impactos ao meio ambiente
- Danos materiais ou equipamentos
- Desabastecimento da água de reúso

**Matriz de Riscos - Grau de relevância baseado na probabilidade e impactos dos eventos**

<b>RISCOS</b>	<i>Impactos, danos ou contaminação</i>		
	<i>1 – Pequeno</i>	<i>2 – Médio</i>	<i>3 – Alto</i>
<i>Probabilidade</i>			
<i>A – Pouco provável</i>	<b>Baixo</b>	<b>Baixo</b>	<b>Moderado</b>
<i>B – Possível</i>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>Muito Alto</b>
<i>C – Certa</i>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>Muito Alto</b>

# REÚSO EM HOTEL

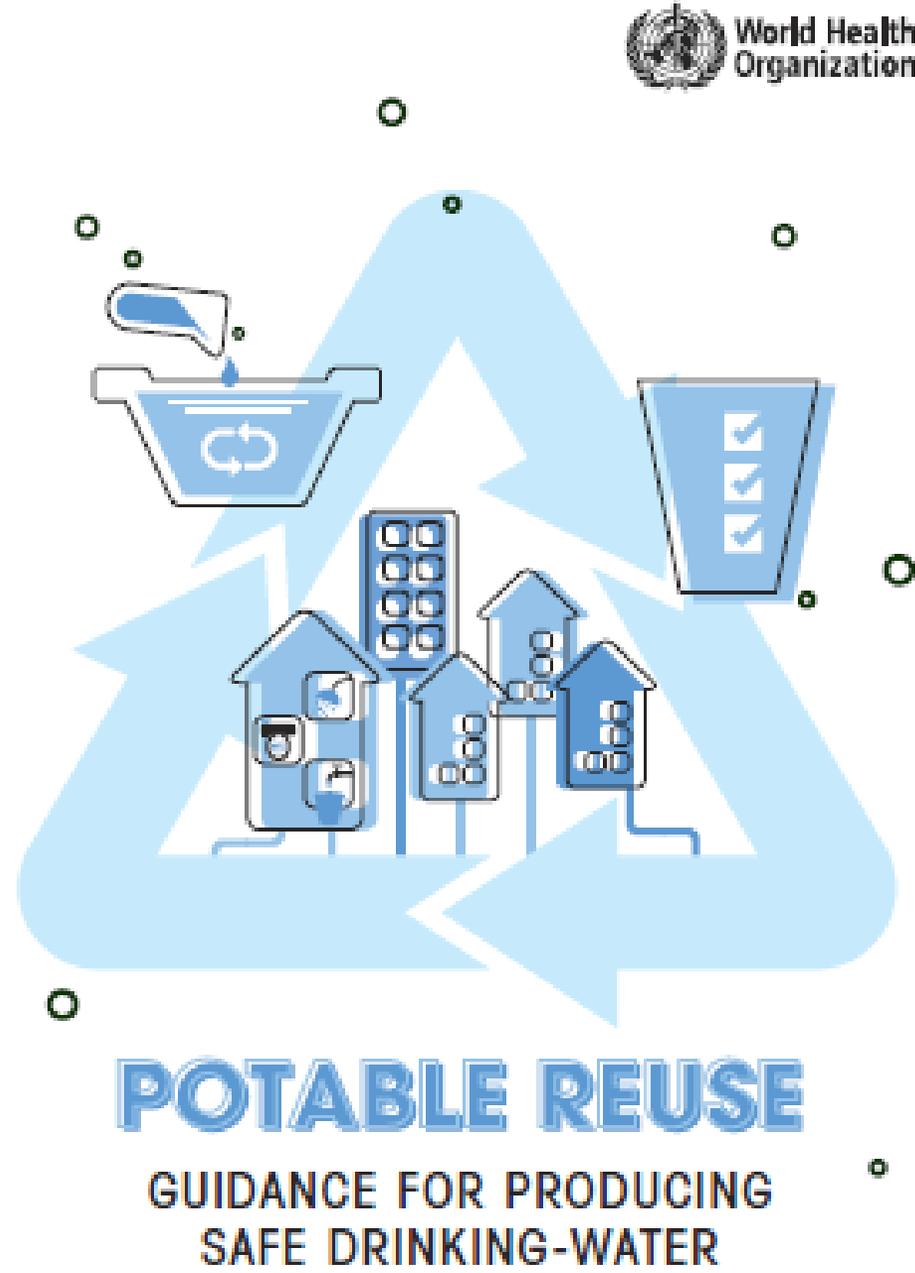
- COPACABANA PALACE NO RIO DE JANEIRO:
  - REÚSO DE ÁGUA PARA SISTEMA DE RESFRIAMENTO;
  - VAZÃO PRODUZIDA DE 2,5 M<sup>3</sup>/H;
  - USO DE SISTEMA MBR/OSMOSE REVERSA PARA TRATAMENTO DO ESGOTO DOMÉSTICO.
- STATUS:
  - PROJETO FINALIZADO;
  - UNIDADE DE TRATAMENTO EM OPERAÇÃO À MAIS DE 2 ANOS.

# Reúso Potável

- Para reúso não potável abrangente:
  - Custo da rede de distribuição;
- Nível de desenvolvimento tecnológico permite a obtenção de água com elevado grau de qualidade;
- Possibilita a implantação de um programa de reúso potável planejado;
- Isto já vem sendo feito em outros países.

# REGULAMENTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO POTÁVEL

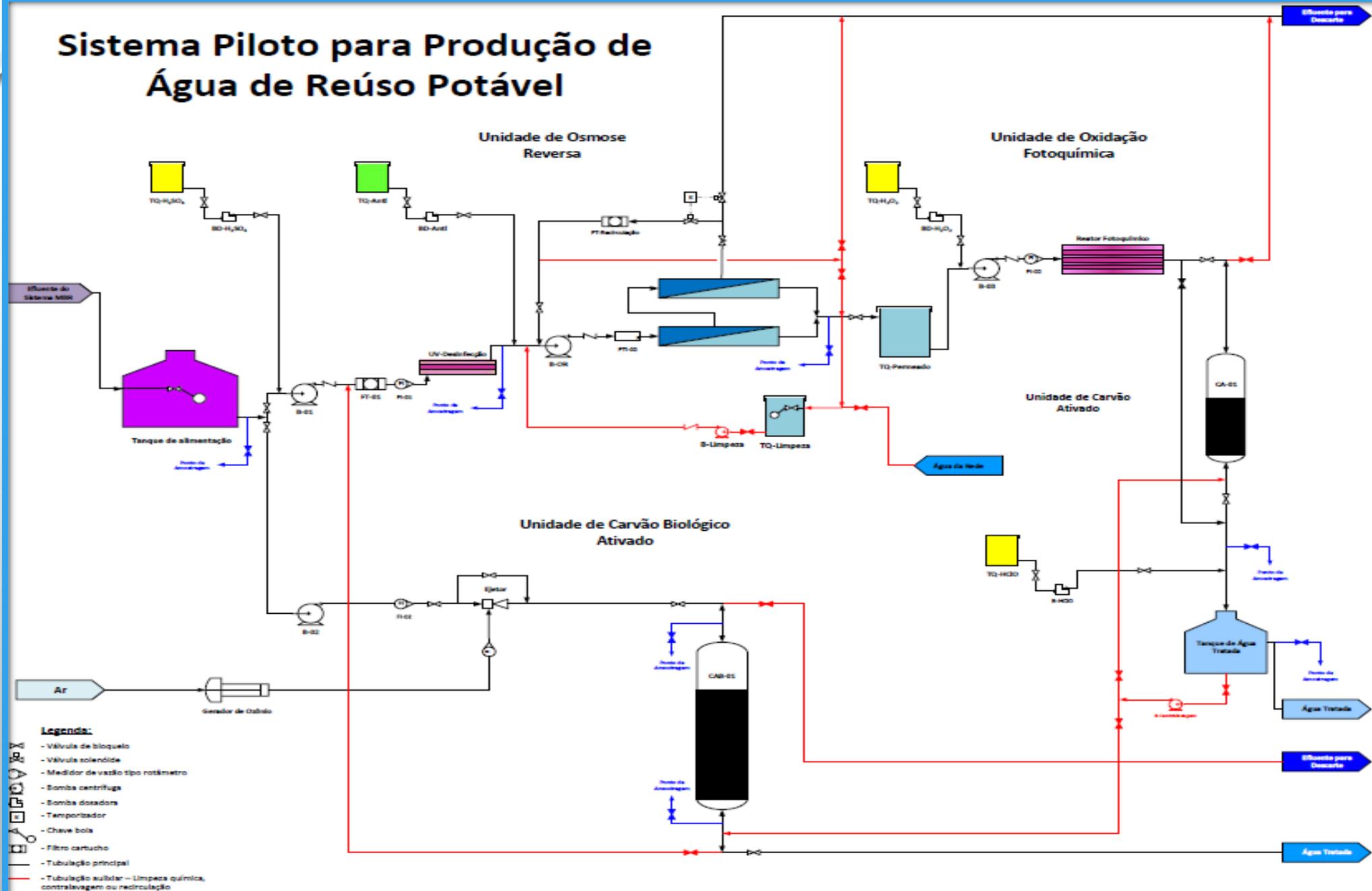
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/potable-reuse-guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/potable-reuse-guidelines/en/)



# Reúso Potável

- Avaliação do potencial de um programa de reúso potável para o Município de Campinas;
- Estudo a ser desenvolvido pelo Centro Internacional de Referência em Reúso de Água – POLI/USP;
- Utilização do esgoto tratado de um Sistema MBR;
- Adoção de tecnologias complementares de tratamento:
  - Desinfecção por radiação UV;
  - Sistema de Osmose Reversa;
  - Processo de oxidação avançado (UV/Peróxido);
  - Carvão ativado granular.

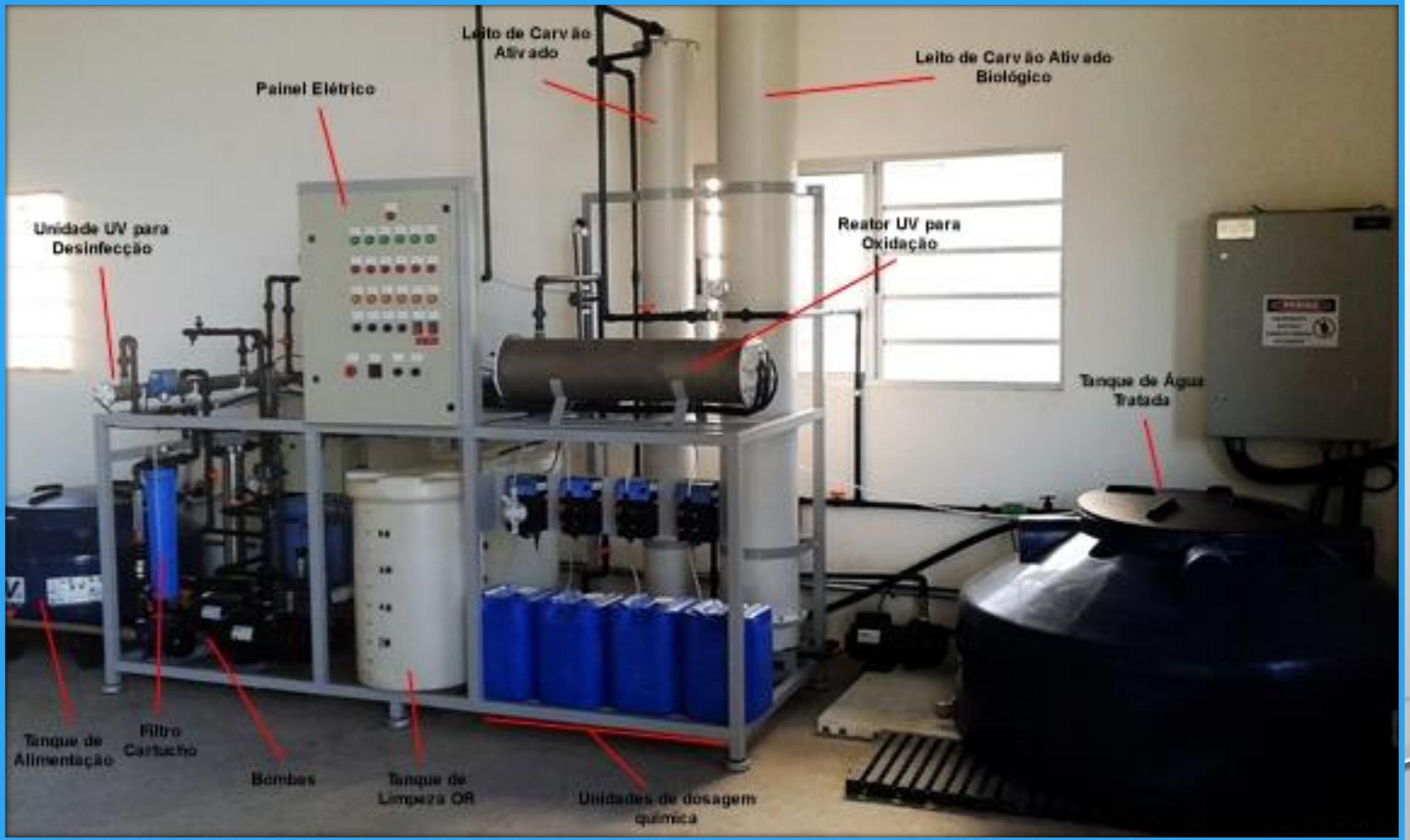
# Sistema Piloto para Produção de Água de Reúso Potável



**Legenda:**

- Válvula de bloqueio
- Válvula solenóide
- Medidor de vazão tipo rotâmetro
- Bomba centrífuga
- Bomba dosadora
- Temporizador
- Chave bola
- Filtro cartucho
- Tubulação principal
- Tubulação auxiliar - Limpeza química, contralavagem ou recirculação

Imagem da unidade piloto



Parâmetro	Unidade	VMP	Osmose + UV+ Cloração				
			10/ago			24/ago	
			A1	A4	A5	A4	A5
Ácidos Haloacéticos Totais	mg/L	0,08	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
Alumínio	mg/L	0,2	0,0122	0,00665	0,00706	< 0.001	< 0.001
Bário	mg/L	0,7	0,0567	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Chumbo	mg/L	0,01	< 0.001	< 0.001	0,00138	0,00128	0,00117
Cloraminas Totais	mg/L	4	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,09
Cloreto	mg/L	250	100	1,69	5,29	0,6	4,14
Cloro Residual Livre	mg/L	5	< 0.01	< 0.01	1,07	< 0.01	1,14
Cobre	mg/L	2	0,00191	0,0286	0,0283	0,0233	0,0202
Coliformes Totais	P/A 100mL	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	500	3600	1	1	< 1	< 1
Cor aparente	UC	15	40	< 5	< 5	< 5	< 5
Dureza Total	mg/L	500	76,1	< 5	< 5	< 5	< 5
Escherichia coli	P/A 100mL	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Ferro	mg/L	0,3	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,0115	0,00874
Fluoreto	mg/L	1,5	0,62	0,24	0,11	< 0.1	< 0.1
Manganês	mg/L	0,1	0,0561	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Níquel	mg/L	0,07	0,00159	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrato (como N)	mg/L	10	< 0.5	0,69	0,71	< 0.5	< 0.5
pH (a 25°C)		6.0 - 9.5	6,99	6,36	6,42	5,47	5,61
Sódio	mg/L	200	75,2	2,16	4,81	1,27	3,83
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	366	10	19	13	13
Sulfato	mg/L	250	62,4	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Turbidez	NTU	5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Zinco	mg/L	5	0,0214	0,0156	0,0155	< 0.001	< 0.001

# Resultados para toxicidade química

	Osmose + Cloração					Osmose + Carvão + Cloração				Osmose + UV + Cloração					Osmose + UV + Carvão + Cloração			
	13/jul			20/jul		27/jul		03/ago		10/ago			24/ago		31/ago		06/set	
	A1	A3	A5	A3	A5	A4	A5	A4	A5	A1	A4	A5	A4	A5	A4	A5	A4	A5
<b>CE20</b>	ND	76,97	15,52	ND	9,72	ND	25,06	ND	24,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41,87	ND	ND
<b>CE50</b>	ND	ND	65,6	ND	29,31	ND	66,09	ND	53,09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>UT</b>	ND	ND	1,52	ND	3,41	ND	1,51	ND	1,88	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>FT</b>	1	2	8	1	16	1	4	1	8	1	1	1	1	1	1	4	1	1
<b>Salinidade</b>	2	0	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
<b>pH</b>	6,96	6,69	6,23	6,27	6,31	5,17	5,33	6,33	6,39	6,45	4,73	4,77	5,46	5,55	6,17	6,25	5,15	5,35

UT = Unidade Tóxica

FT = Fator de diluição em que não se observa efeito tóxico

CE 20 = concentração efetiva da amostra que causa 20% de inibição na bioluminescência de microorganismos

CE 50 = concentração efetiva da amostra que causa 50% de inibição na bioluminescência de microorganismos

# Desafios para implantação dos programas de reúso no Brasil

- DESENVOLVIMENTO DE REGULAMENTAÇÕES QUE LEVEM EM CONSIDERAÇÃO A NECESSIDADE DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR;
- PESQUISAS PARA DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS NACIONAIS QUE ATENDAM AS NOVAS EXIGÊNCIAS EM RELAÇÃO À:
  - AMPLA VARIEDADE DE CONTAMINANTES QUE NÃO SÃO AFETADOS PELAS TECNOLOGIAS CONVENCIONAIS DE TRATAMENTO;
  - INCENTIVO À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA O SETOR PÚBLICO E PRIVADO;
  - MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS, VISANDO O SEU MELHOR APROVEITAMENTO.

# Conclusões:

- A falta de planejamento nos grandes centros urbanos tem resultado em problemas induzidos de escassez de água;
- Para enfrentar estes problemas é necessária uma abordagem integrada;
  - Redução do consume de água;
  - Uso de novas tecnologias;
  - Reúso planejado.
- Foco em inovação tecnológica.

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*

Conservação  
e Reúso da  
**água**  
em Edificações

**CONSERVAÇÃO  
E  
REÚSO DE ÁGUA**

Manual de Orientações  
para o Setor Industrial

FIESP  
CIESP

Volume 1

**MANUAL DE CONSERVAÇÃO E  
REÚSO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA**

Sistema  
**FIRJAN**

SESI-RJ  
SENAI-RJ

**SEBRAE**  
RJ

**Ações voltadas para o uso racional e o reúso da água**

**Muito obrigado pela  
atenção!**

[mierzwa@usp.br](mailto:mierzwa@usp.br)

[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)