PHD 5749 – Uso Racional e Reúso de Água

PERSPECTIVAS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Prof. José Carlos Mierzwa

mierzwa@usp.br

CENTRO INTERNACIONAL DE
EM REÚSO DE ÁGUA

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.

DESAFIOS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Escassez de água;
  - Demanda excessiva;
  - Poluição dos mananciais.
- Garantia do padrão de qualidade para abastecimento:
  - Novos grupos de contaminantes.
- Processos de tratamento com uso intensivo de energia;
- Complexidade dos sistemas de tratamento de água para abastecimento e efluentes.

CRISE HÍDRICA NA ATUALIDADE

- Quais as 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.

RÍOS MEXICANOS
RÍOS TÓXICOS
GREENPEACE

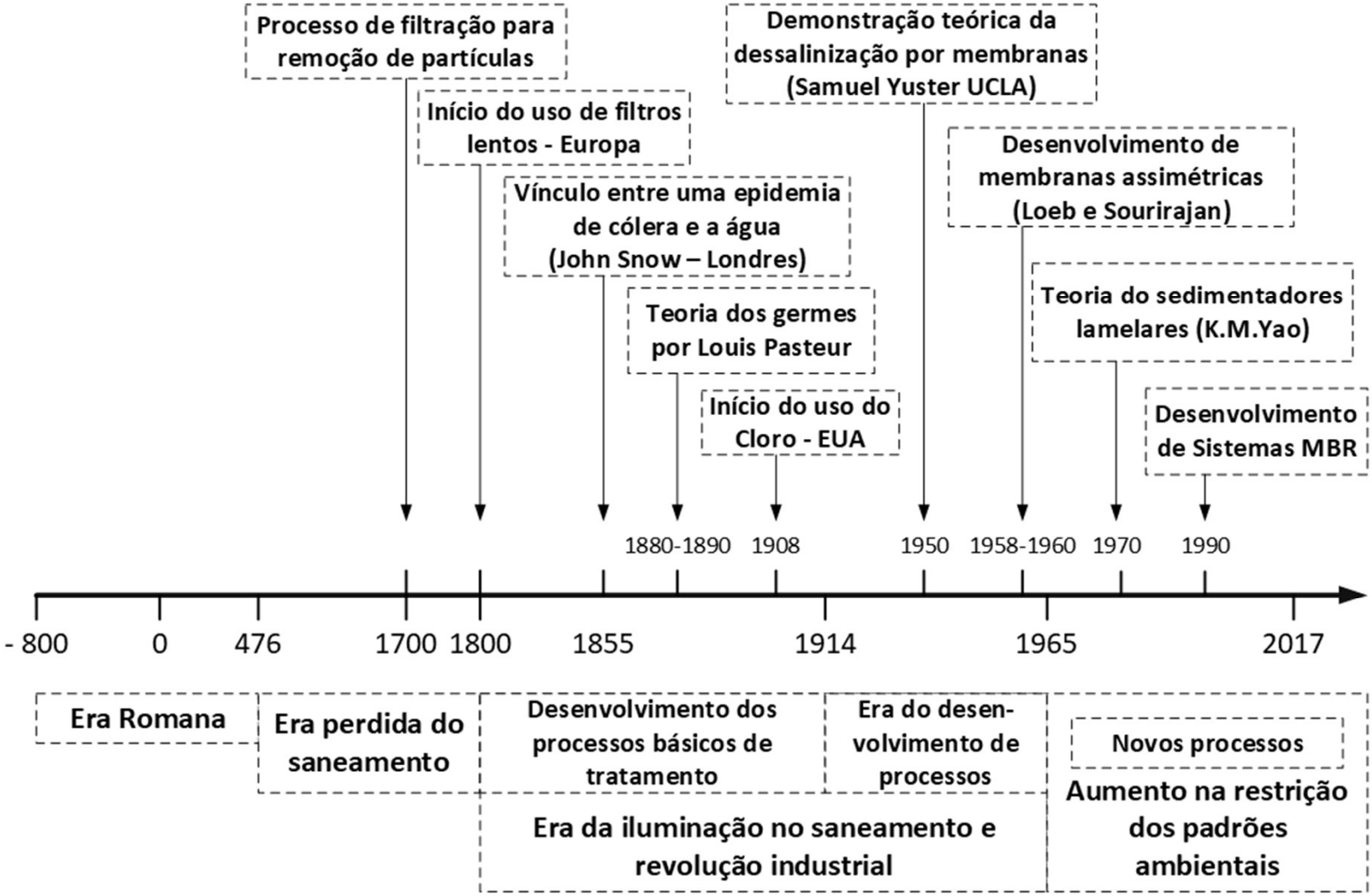
MAIOR OBRA DE SANEAMENTO DO BRASIL

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.



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

Problemas atuais associados à qualidade da água

Database Counter — acesso em 05/03/2014

In addition to organic and inorganic substances, REGISTRY has:

65,323,458 sequences

CAS RN 1562398-81-5 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) **71,528,095** Single and multi-step reactions, and synthetic preparations

CHEMLIST **309,073** Inventoried/regulated substances

CHEMCATS **67,195,779** Commercially available chemicals

MARPAT **1,023,202** Searchable Markush structures

(1) More information on CASREACT statistics.

Em pouco menos de dois anos:

Aumento de quase 50% no número de substâncias disponíveis comercialmente.

Database Counter — acesso em 23/02/2016

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.

http://www.cas.org/content/counter

ESCASSEZ DE ÁGUA: CONCEITUAÇÃO

- Indicador 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

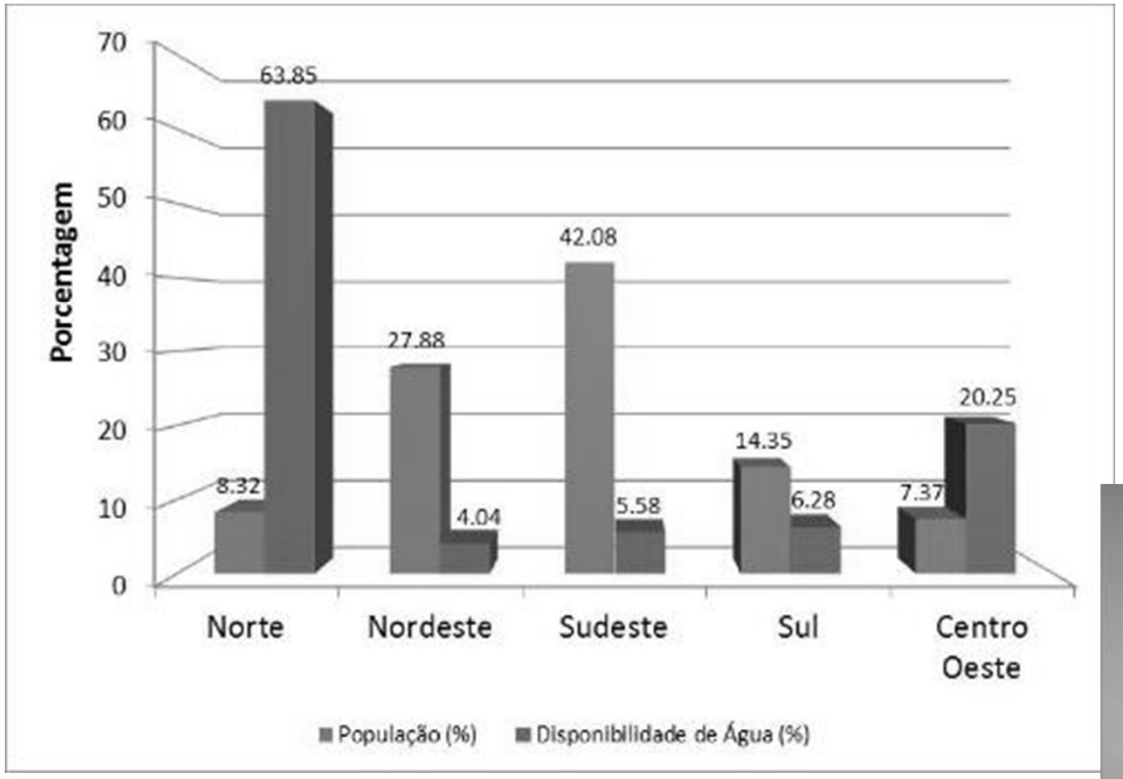


Figura 1 – Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região

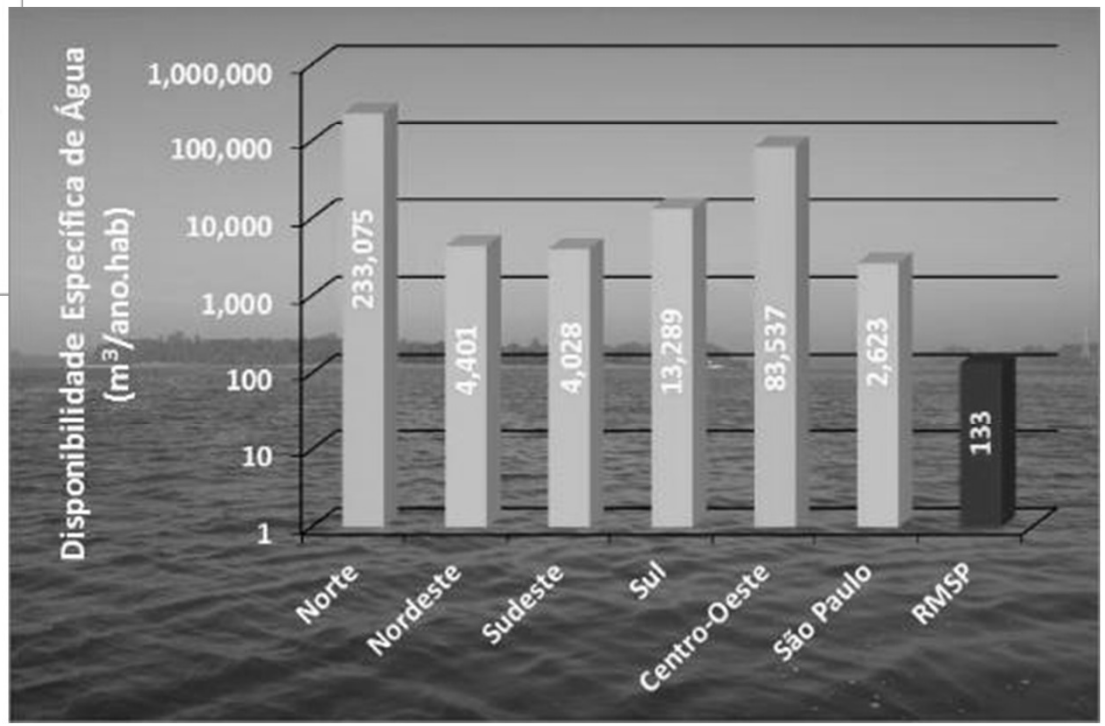


Figura 2 - Disponibilidade Específica de Água por Região

CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO

- Regiões altamente urbanizadas;
- Falta de aderência aos planos de uso e ocupação do solo;
- Na RMSP, como na maioria das áreas urbanizadas no estado:
  - Uso urbano potável (predominante - 66,0%);
  - Uso industrial (23,9%);
  - Geração de energia (8,5 % - Henry Borden);
  - Uso agrícola (menos relevante – 1,6 %).
- Estações de tratamento de esgotos com limitação para atenuar os problemas de poluição.

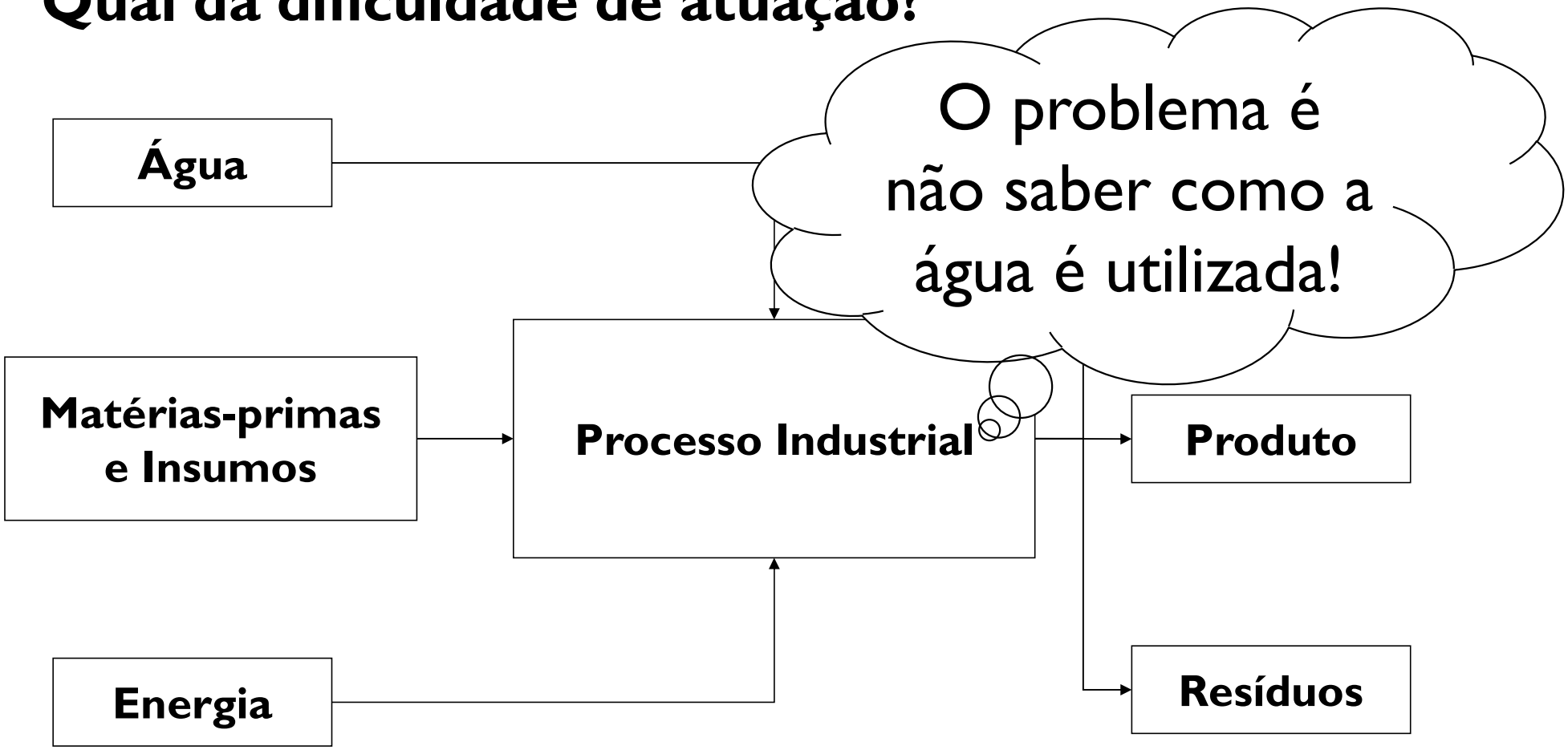
CRISE HÍDRICA E AÇÕES DE MITIGAÇÃO DOS SEUS EFEITOS

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

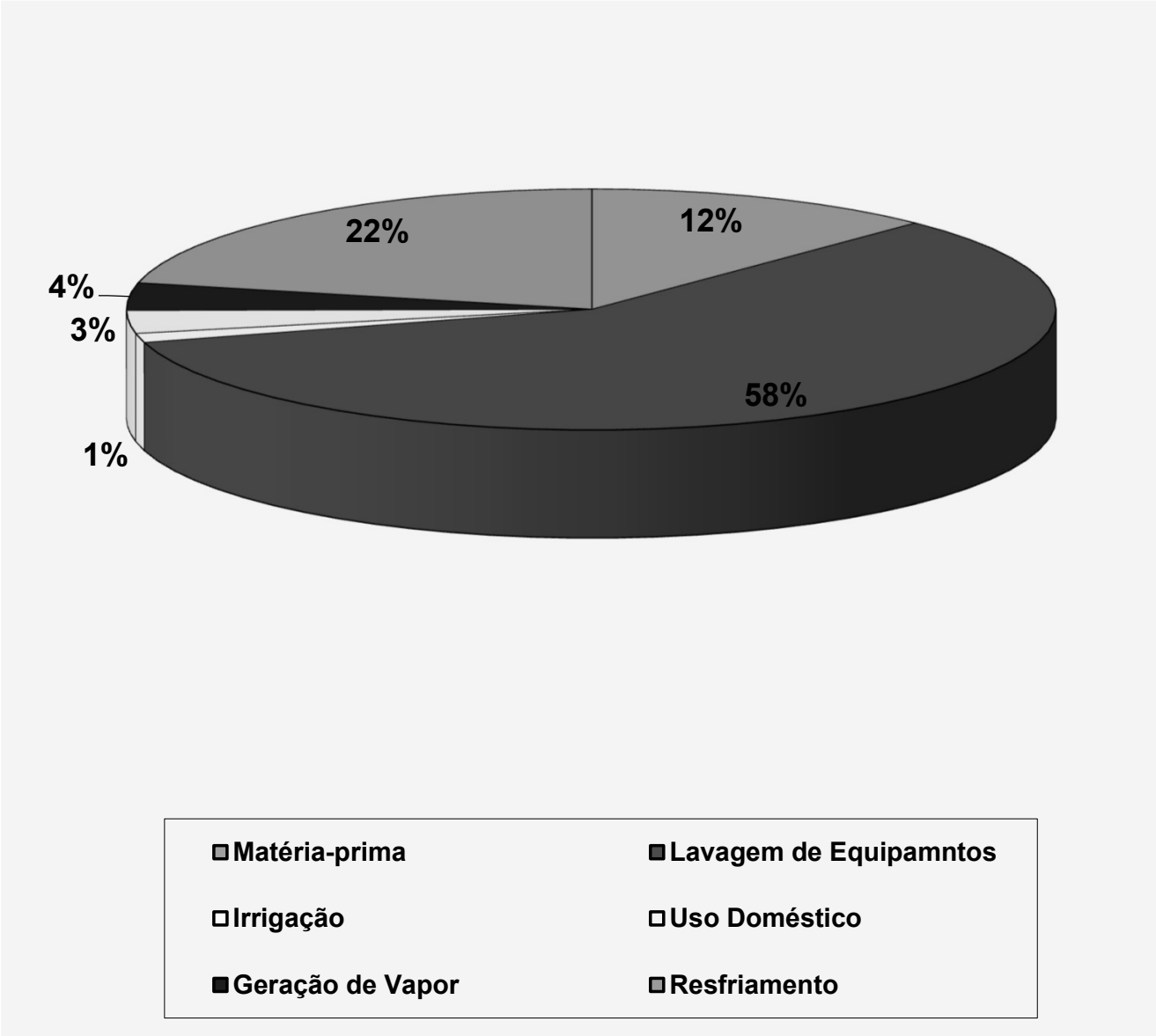
RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA

- Primeira pergunta:
  - Qual é a real demanda de água para o processo?
- Existem oportunidades de redução do consumo?
  - Melhoria dos processos e operações;
  - Equipamentos mais eficientes.

Qual da dificuldade de atuação?



Representação Simplificada de um Sistema Produtivo



EXEMPLO DE UM GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA POR CATEGORIA DE USO.

Exemplo do levantamento do consumo de água em uma unidade industrial

Setores consumidores	Demanda de água (m^3/dia)
PROCESSOS	
Secagem de emulsões - lavagem dos tanques sprays	76,00
Lavagem dos tanques móveis	11,68
Lavadores de gases	1,50
Laboratório - lavadoras de roupas	0,20
USOS GERAIS	
Irrigação	1,92
Vasos sanitários	7,83
Lavagem de pisos	0,21
TOTAL	**99,34**

Opções de otimização do uso da água

Local	Equipamento a ser substituído ou implantado	Reduções (%)	Volume diário (m^3)
Sanitários	Vasos sanitários com cx acoplada	50	3,92
Áreas irrigáveis	Aspersores ou esguichos	60	1,15
Sistema de secagem de emulsões	*Redução do tempo de enxágüe*	31	21,68
Reservatório de Emulsão	*Spray ball*	70	7,00
Tanques de mistura de matérias primas	*Spray ball*	70	7,00
Tanques móveis (fragrâncias)	Conjunto esguicho bomba	30	6,60
Tanques móveis (aromas)	Conjunto esguicho bomba		1,58
Redução em relação à demanda total		**39**	**48,93**

Custos das opções de otimização do uso da água

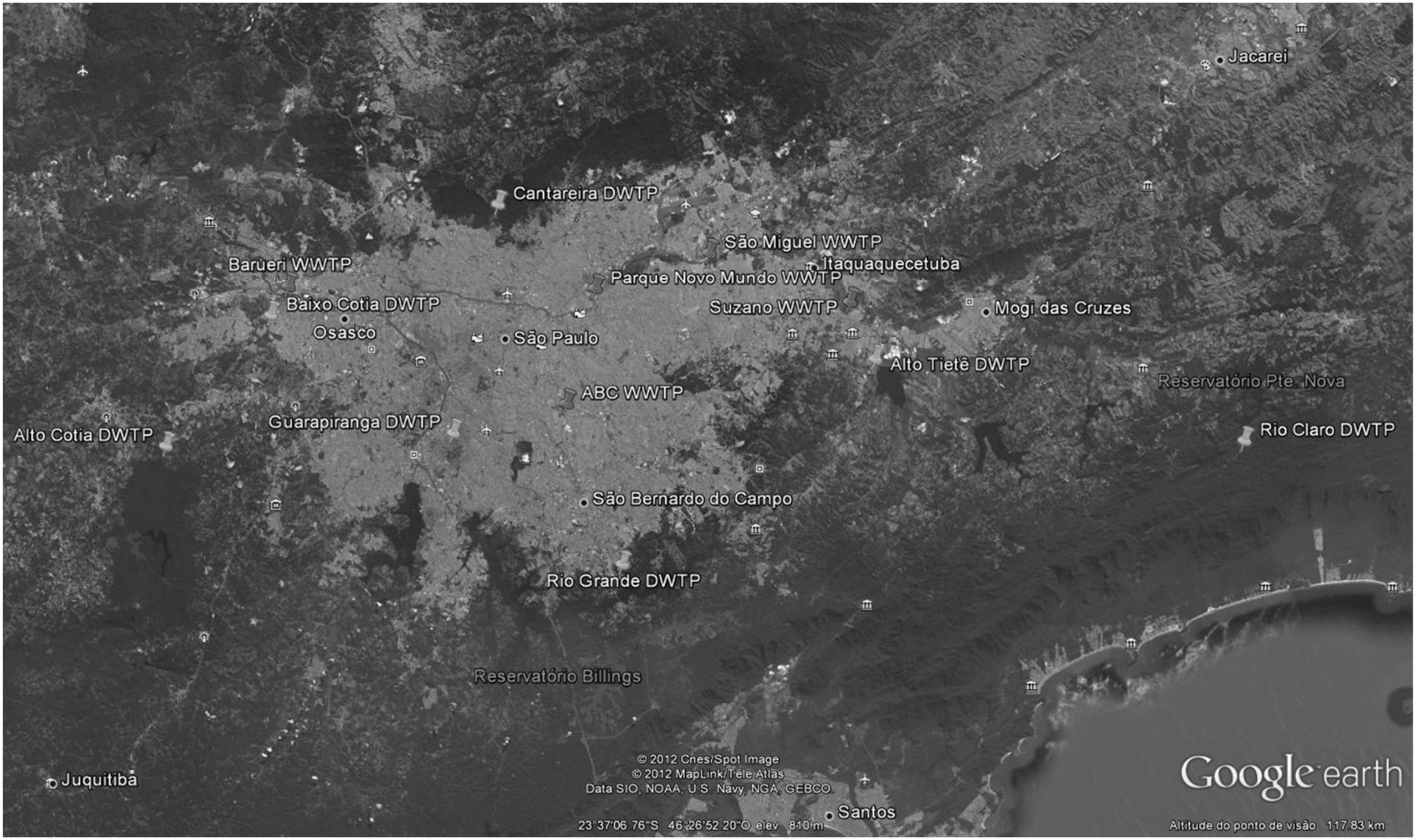
Local	Equipamento a ser substituído ou implantado	Custo unitário (R$)	Quant	Custo Total
Sanitários	Vasos sanitários com caixa acoplada	300	51	15.300,00
Áreas Irrigáveis	Aspersores ou esguichos	25	5	125,00
Reservatório de Emulsão	*Spray ball*	900	2	1.800,00
Tanques de mistura de matérias primas	*Spray ball*	900	2	1.800,00
CIP da Secagem de Emulsões				
Tanques móveis (fragrâncias)	Conjunto esguicho bomba	3250	1	3.250,00
Tanques móveis (aromas)	Conjunto esguicho bomba	3250	1	3.250,00
TOTAL				**24.625,00**

Período de retorno do investimento em conservação

- Custo médio do m^3 de água ➔ R$ 4,38;
- Custo médio do m^3 de efluente ➔ R$ 6,20;
- Redução na demanda de água ➔ 48,93 m^3/dia;
- Redução no volume de esgoto ➔ 47,78 m^3/dia,
- Redução de gastos com água e esgotos ➔ R$ 510,55/dia
- Tempo para recuperar o investimento ➔ 48 dias;
- Não foi considerada a redução no consumo de energia.

REÚSO DE ÁGUA EM GRANDES REGIÕES METROPOLITANAS

- 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)?
    - Deamandas concentradas ou distribuídas.
  - Tratamento adicional necessário?
  - Sistema de distribuição?
  - Custos?



Reúso não potável, urbano e industrial?

FATORES QUE LIMITAM O REÚSO NÃO POTÁVEL

- Maiores demandas são distribuídas;
- Limitação da abrangência em decorrência do custo das redes de distribuição;
- Problemas relacionados à qualidade dos efluentes tratados disponíveis nas estações;
- Estabelecimento de padrões de qualidade para a água de reúso:
  - Aversão à inovação tecnológica no setor de Saneamento.

REGULAMENTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO NÃO POTÁVEL

- Já existem diversas iniciativas para incentivo à prática de reúso:
  - Muitas delas não tratam da questão dos padrões de qualidade.
- Resolução Conjunta do Estado de São Paulo SES/SMA/SSRH nº 01/2017:
  - Estabelece os padrões de qualidade para a água de reúso provenientes de ETEs públicas ou privadas.

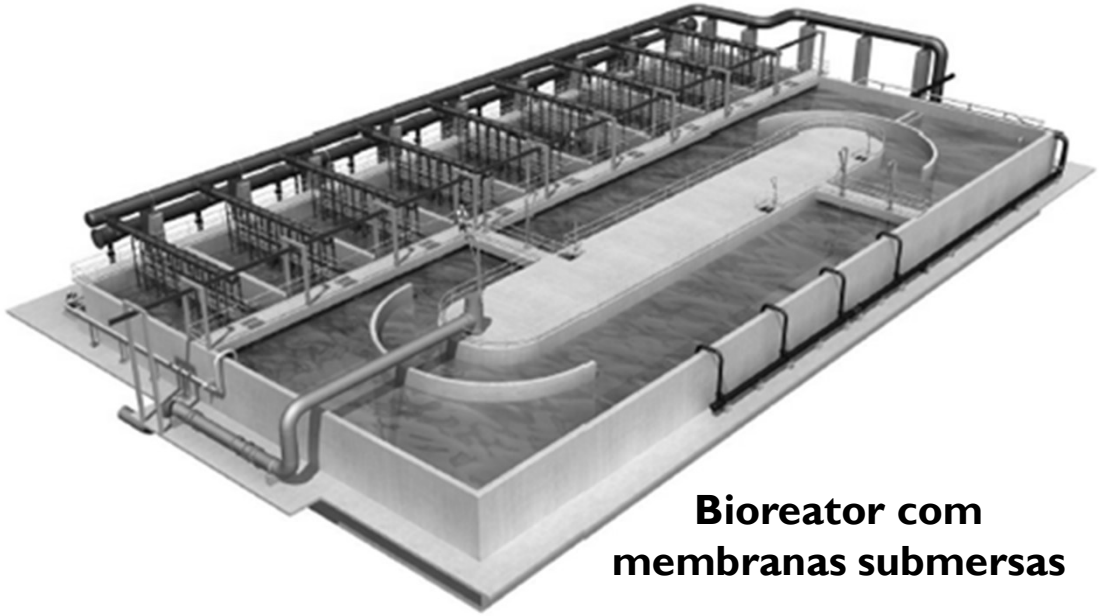
OPÇÕES TECNOLÓGICAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES PARA O REÚSO

Tecnologia	Classe de contaminante				
	CID	GID	COD	SS	Bactérias e vírus
Evaporação	E / B	NA	B	E	E
Troca iônica e eletrodeionização e eletrodiálise	E	E	NA	NA	NA
Osmose reversa	E / B	NA	B	NA	NA
Adsorção em carvão ativado	NA	NA	E / B	NA	NA
Radiação ultravioleta	NA	NA	NA	NA	E / B
Sistema convencional de tratamento de água	NA	NA	NA	E	E
Micro e ultrafiltração	NA	NA	B	E	E / B
Oxidação química / fotoquímica	NA	NA	E / B	NA	E
Sistemas biológicos de tratamento	NA	NA	E / B	B	NA

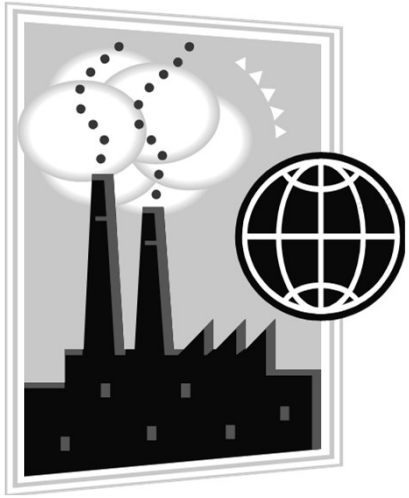
E – Eficaz; B – Bom; NA – Não aplicpavel

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.



Bioreator com membranas submersas

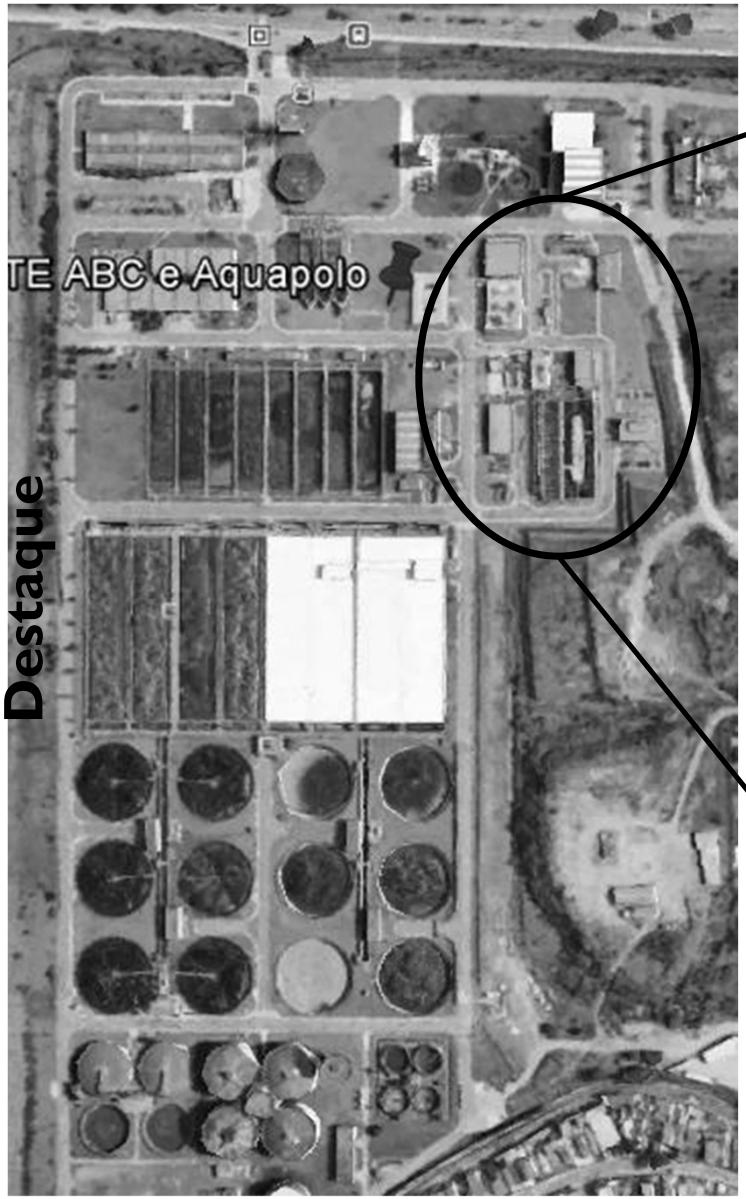


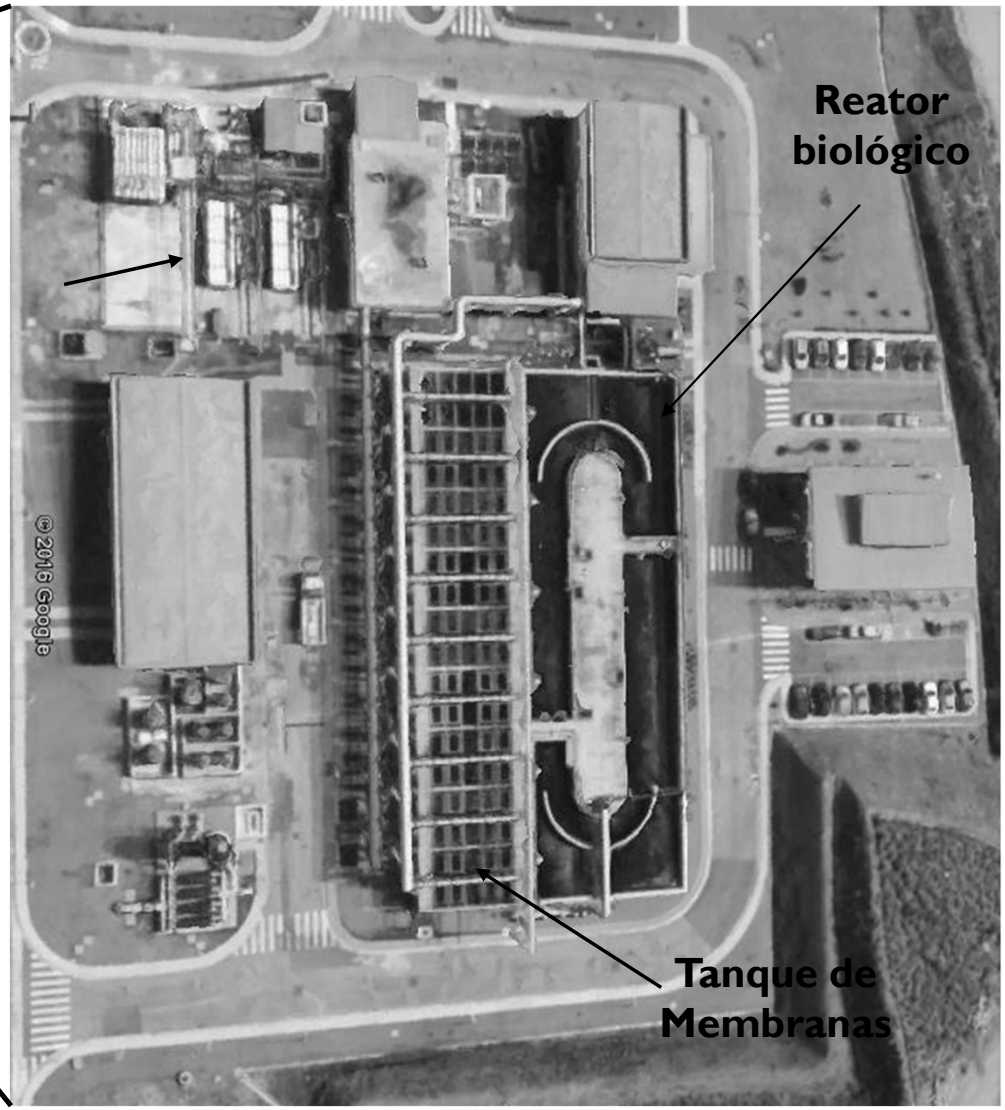
Pólo Petroquímico de Capuava

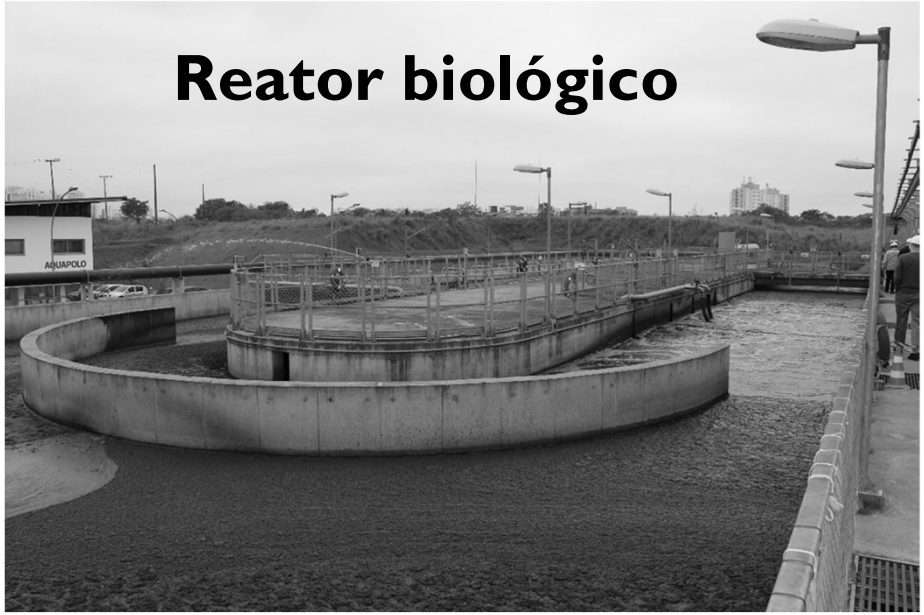
Unidade de Osmose Reversa

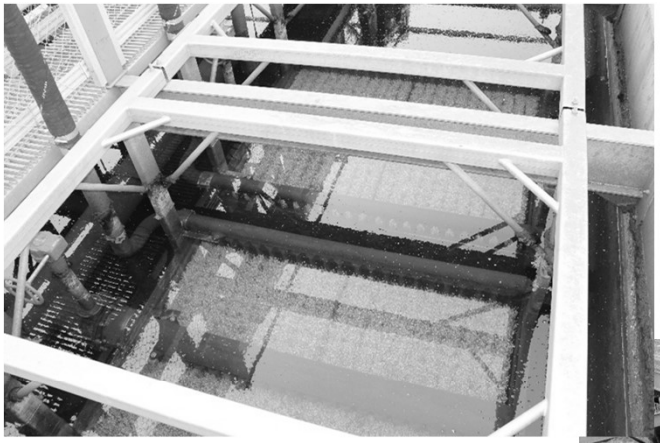
Projeto AQUAPOLO

ETE ABC – AQUAPOLO em Destaque

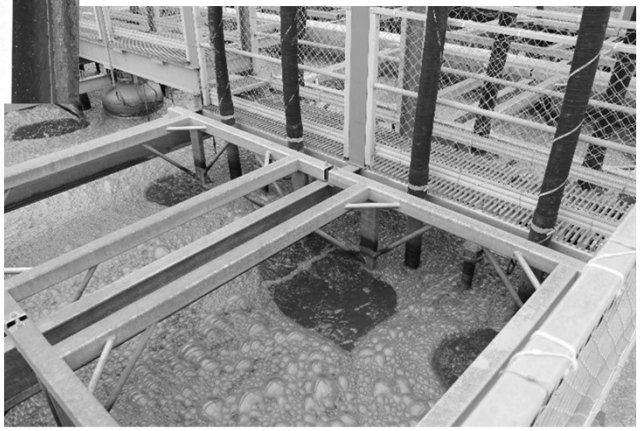








Tanque de Membranas



REÚSO DESCENTRALIZADO

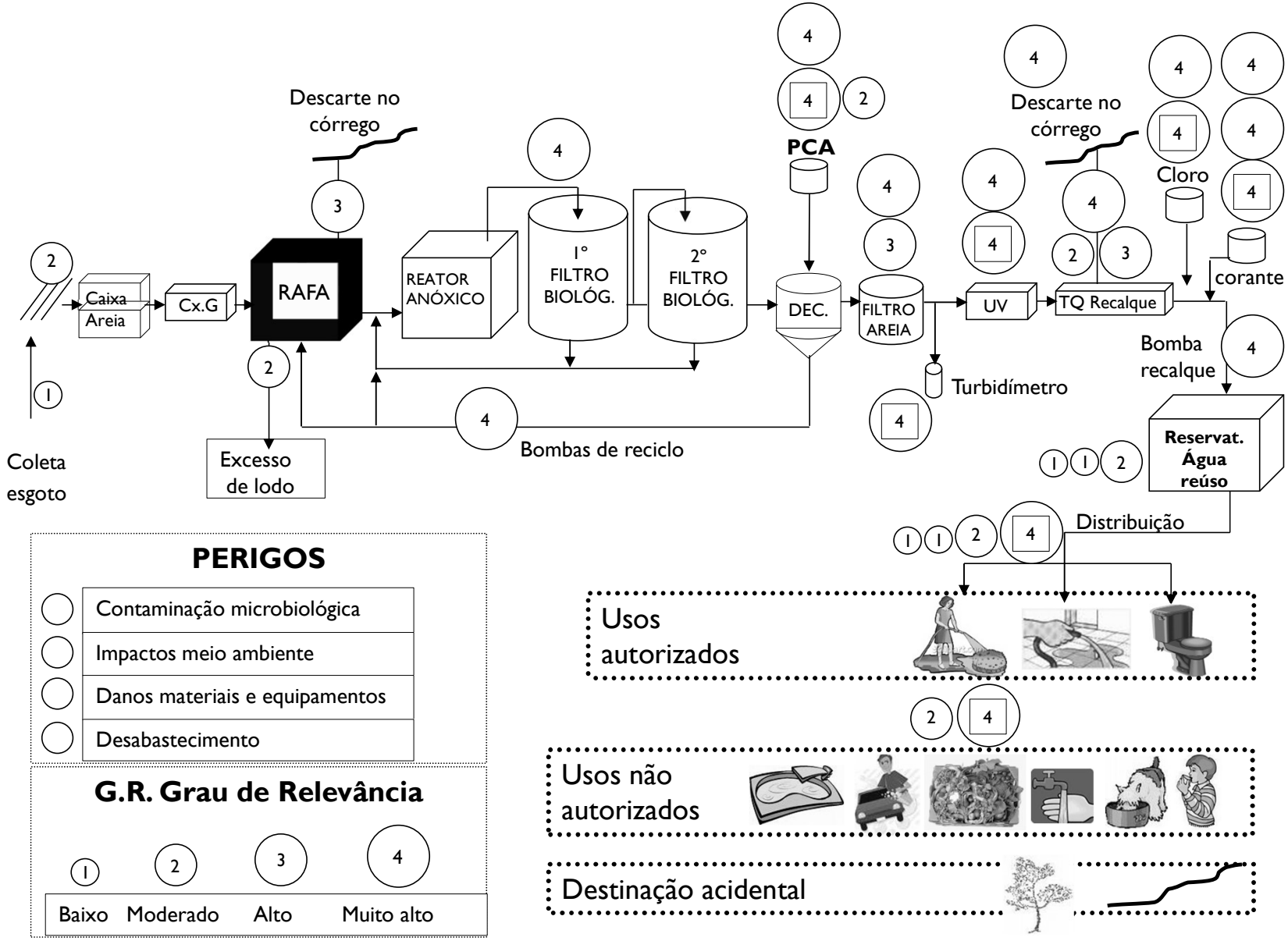
- Existem várias iniciativas de reúso de água em atividades comerciais pelo país;
  - Condomínios residenciais;
  - Hotéis;
  - Shopping Centers;
  - Indústrias;
  - Lavanderias

PERIGOS EM UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA EM CONDOMÍNIOS

- 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

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



PERIGOS

◯	Contaminação microbiológica
◯	Impactos meio ambiente
◯	Danos materiais e equipamentos
◯	Desabastecimento

G.R. Grau de Relevância

1	2	3	4
Baixo	Moderado	Alto	Muito alto

PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE – RESIDENCIAL VALVILLE I

REÚSO POTÁVEL DIRETO

- O fator limitante para o reúso não potável abrangente de água é o custo da rede de distribuição;

- Atualmente o nível de desenvolvimento tecnológico, fora do país, pode permitir a obtenção de água com elevado grau de qualidade;

- Com a utilização destas tecnologias é possível implantar um programa de reúso potável planejado;

- Isto já vem sendo feito em outros países.

Texas Leads The Way Wit

www.wateronline.com/doc/texas-leads-the-way-with-first-direct-potable-reuse-facilities-in-u-s-0001

Apps | Web Sudoku - Billio... | Entrar | Escola Polité... | Programa Capes/Br... | Other bookmarks

Get the best of Water Online delivered straight to your Inbox! Sign Me Up

EFFICIENCY AT EVERY TURN Vaughan Unmatched Reliability

ACE15 June 7-10, 2015 Anaheim, California LEARN MORE

From The Editor | September 16, 2014

Newsletter Signup

Get the latest water industry news

Texas Leads The Potable Reuse Fa

By Laura Martin
@LauraOnWater

Severe drought prompts both Big Spring and Wichita Falls to recycle wastewater effluent for drinking wate use. Will others follow suit?

When John Grant and his team in Big Spring Texas, initially decided to build the first-ever direct potable reuse (DPR) facility in the U.S., they weren't trying to make history.

In fact, Grant, the general manager for the Colorado River Municipal Water District (CRMWD), wasn't even aware that there are only a handful of facilities worldwide that utilize DPR— the process of reusing treated wastewater as drinking water without an envi

The CRMWD was simply looking to provide c Snyder, and Midland during the region's wor

"When we started our project back in 2002, w new water supplies in our area," said Grant. "V physically had no more room, most of the fres

The US, South Africa and

www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/13/us-south-africa-australia-wastewater-drinking-water-direct-potable-reuse

Apps | Web Sudoku - Billio... | Entrar | Escola Polité... | Programa Capes/Br... | Other bookmarks

theguardian
Winner of the Pulitzer prize 2014

UK election world sport football opinion culture business lifestyle fashion environment tech travel ≡ browse all sections

home › environment › energy | pollution climate change wildlife

Guardian sustainable business
water

The US, South Africa and Australia are turning wastewater into drinking water

Water stressed cities are importing water and investing in desalination plants. Could treating sewage plant wastewater offer a local, energy-efficient way of securing water supply?

Sponsored by:
GRUNDFOS
About this content

Stuart Khan

Monday 13 October 2014 14.21 BST

Shares
718

Water flows through the Southern California desert from the Colorado River to the Los Angeles area. Photograph: Hopd/AP

Advertisement

GRUNDFOS NEWS
SIGN UP and receive more NEWS from Grundfos
GRUNDFOS

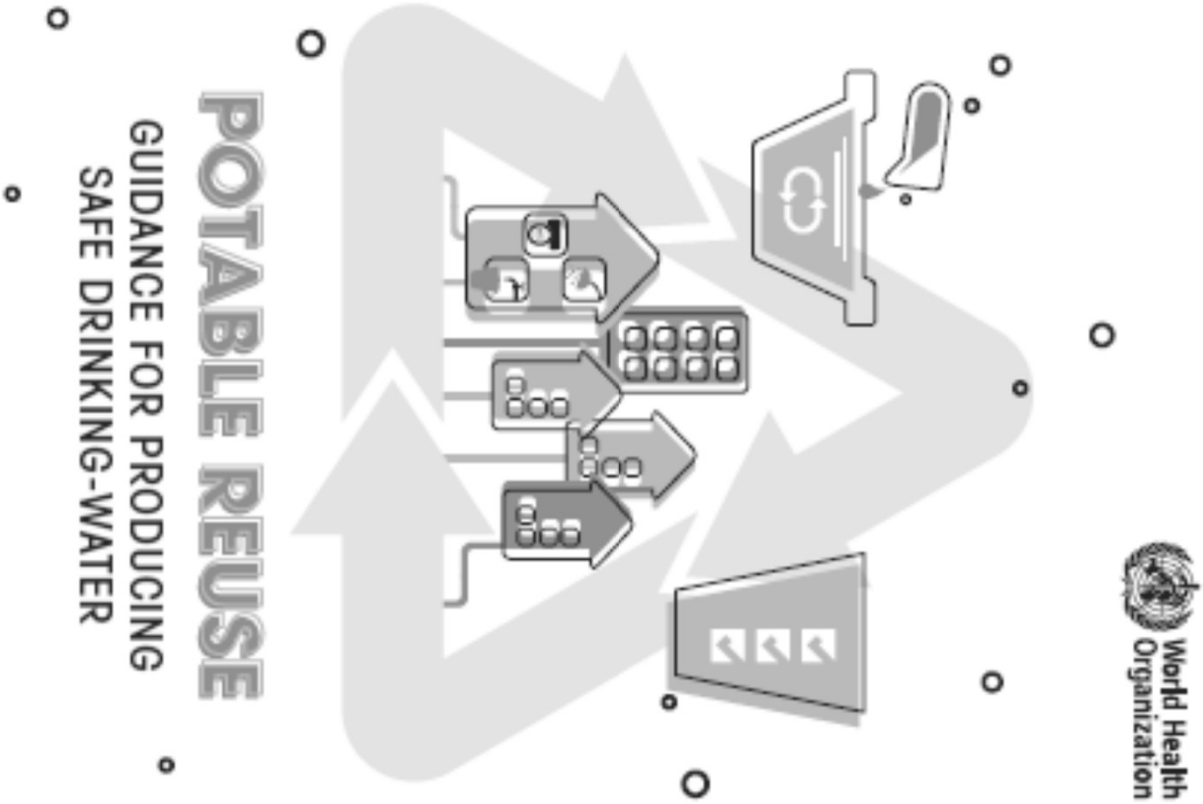
Most popular in US

Baltimore officer who chased Freddie Gray had pattern of violence - court filings

POR PTB2 07:29 23-Apr-15

REGULAMENTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO POTÁVEL

http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/potable-reuse-guidelines/en/



REÚSO POTÁVEL COMO PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA OS PROBLEMAS DE ESCASSEZ DE ÁGUA

- Vantagens da prática do reúso potável direto:
  - O reúso potável indireto já vem ocorrendo na Bacia do Alto Tietê e diversas regiões do estado de São Paulo;
  - É possível utilizar tecnologias de tratamento apropriadas para assegurar a qualidade da água;
  - Elimina a necessidade de implantação de uma rede adicional para a distribuição da água;
  - Estudo desenvolvido pelo EPUSP na SANASA demostra o potencial de aplicação.

Sistema Piloto para Produção de Água de Reúso Potável

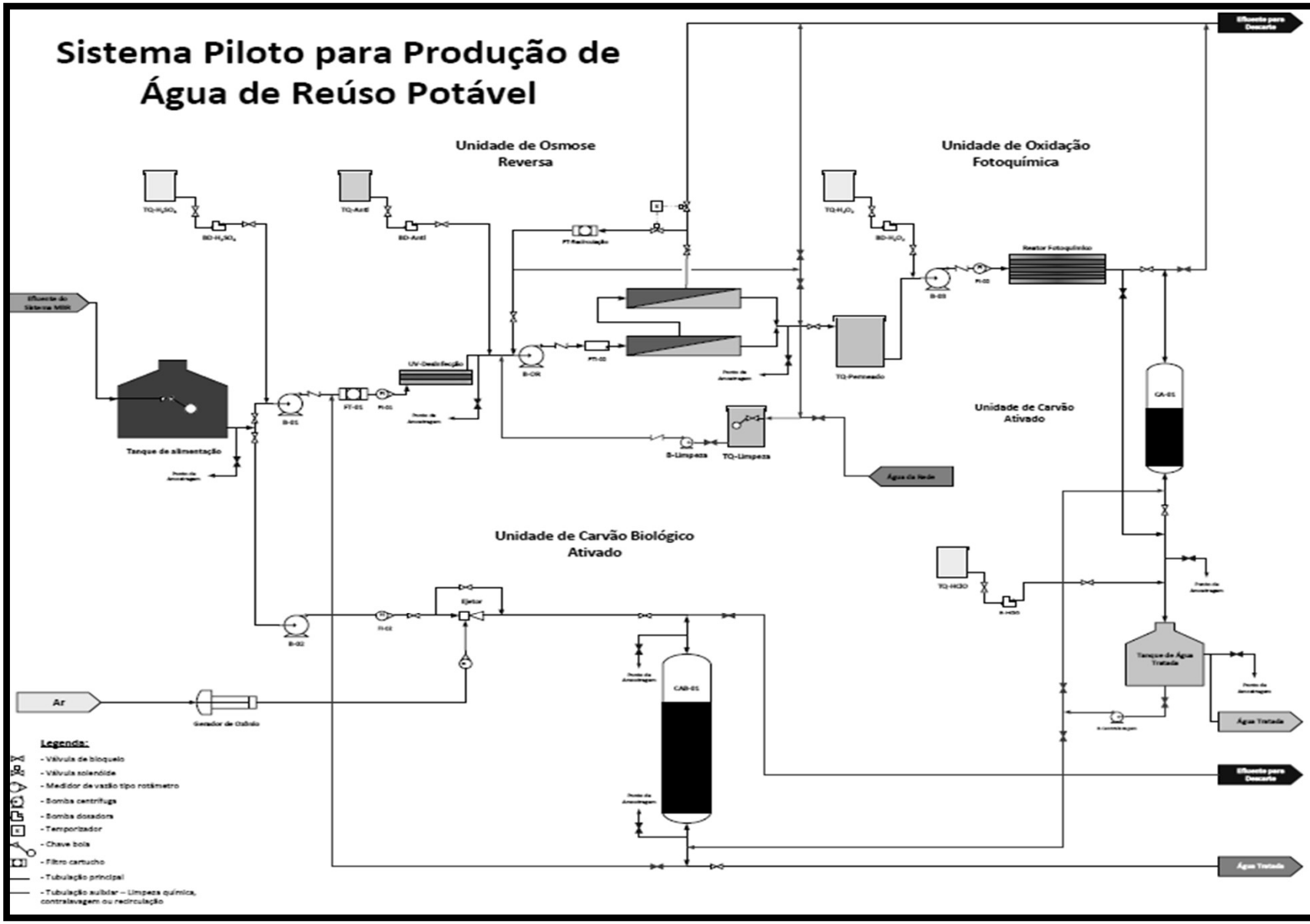
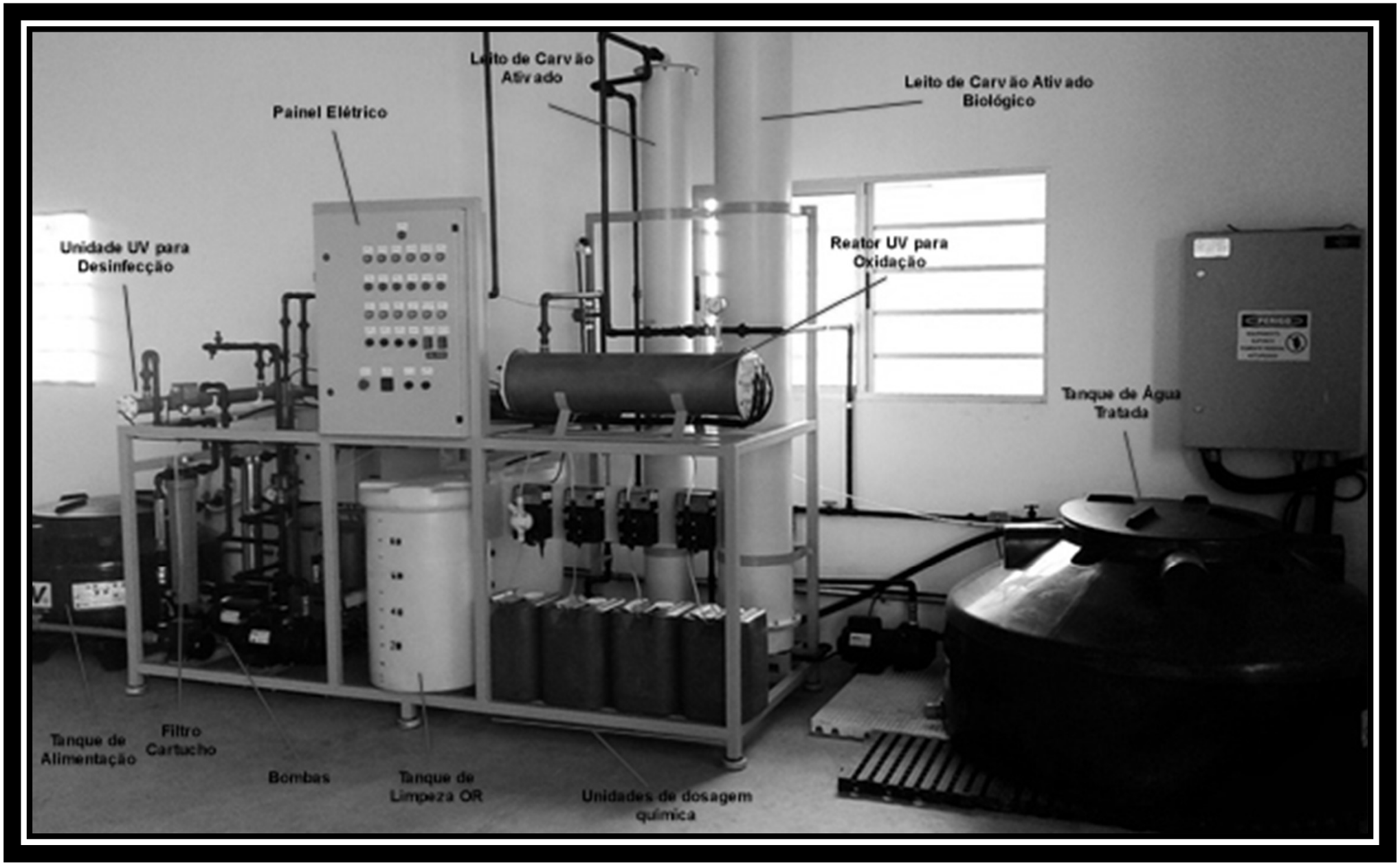


Imagem da unidade piloto



			Osmose + UV+ Cloração				
			10/ago			24/ago	
Parâmetro	**Unidade**	**VMP**	**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
CE20	ND	76,97	15,52	ND	9,72	ND	25,06	ND	24,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41,87	ND	ND
CE50	ND	ND	65,6	ND	29,31	ND	66,09	ND	53,09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
UT	ND	ND	1,52	ND	3,41	ND	1,51	ND	1,88	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
FT	1	2	8	1	16	1	4	1	8	1	1	1	1	1	1	4	1	1
Salinidade	2	0	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
pH	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 bioluminiscência de microorganismos
CE 50 = concentração efetiva da amostra que causa 50% de inibição na bioluminiscência de microorganismos

DESAFIOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE USO RACIONAL E REÚSO NO BRASIL

- Conhecimento adequado sobre as atividades e processos que utilizam água;
- 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;
  - Reúso planejado.
- Foco em inovação tecnológica.