

# Curso: REUSO DE ÁGUAS

Professora Ana Silvia Santos, D.Sc. – DESMA/UERJ

✉ ana.pereira@uerj.br



**1.** Atividade introdutória

**2.** Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

**3.** Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

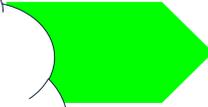
**6.** Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

**4.** Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

**7.** Tecnologias e fluxogramas de reuso

**5.** Tipos de água e critérios de qualidade

**1. Atividade  
introdutória**



2. Conceito e  
aspectos gerais e  
específicos dos  
tipos de reuso

3. Aplicações  
práticas de reuso  
no Brasil e no  
mundo

4. Parâmetros de  
qualidade de água  
envolvidos na prática  
de reuso

6. Aspectos legais  
envolvidos na  
prática de reuso

5. Tipos de água e  
critérios de  
qualidade

7. Tecnologias e  
fluxogramas de  
reuso

## O Tema “Reuso de Águas”

Vem sendo largamente discutido no Brasil e no Mundo nos últimos anos, em função principalmente do **desconforto hídrico** enfrentado por algumas regiões do planeta. Os debates técnicos se dão em torno de:

- Demanda hídrica superior à oferta em algumas regiões (atual e futura);
- Para fins de planejamento para problemas futuros;
- Desconforto em relação ao uso de água potável para usos menos nobres;
- Responsabilidade hídrica e ambiental;
- Possibilidade de *business* e/ou modelo de negócio (investimento);
- Uso racional de água
- Solução de conflitos
- Promoção do desenvolvimento econômico com sustentabilidade ambiental
- Segurança epidemiológica (AQRM)
- Outros...



## Vamos trabalhar!

Para essa atividade, vamos debater juntos e elaborar discussão sobre os diferentes tipos de reuso e aplicabilidade no Brasil, em relação às seguintes questões:

- Tipos de reuso possíveis para este fim;
- Requisitos de qualidade;
- Entraves para aplicação e como resolver;
- Aspectos importantes para manutenibilidade;
- Custos viáveis?
- Logística de implantação e manutenção;
- Conclusão do grupo sobre a viabilidade e aplicabilidade desse tipo de reuso no Brasil, visto a discussão dos tópicos anteriores e outros.



**1.** Atividade introdutória

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

3. Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

5. Tipos de água e critérios de qualidade

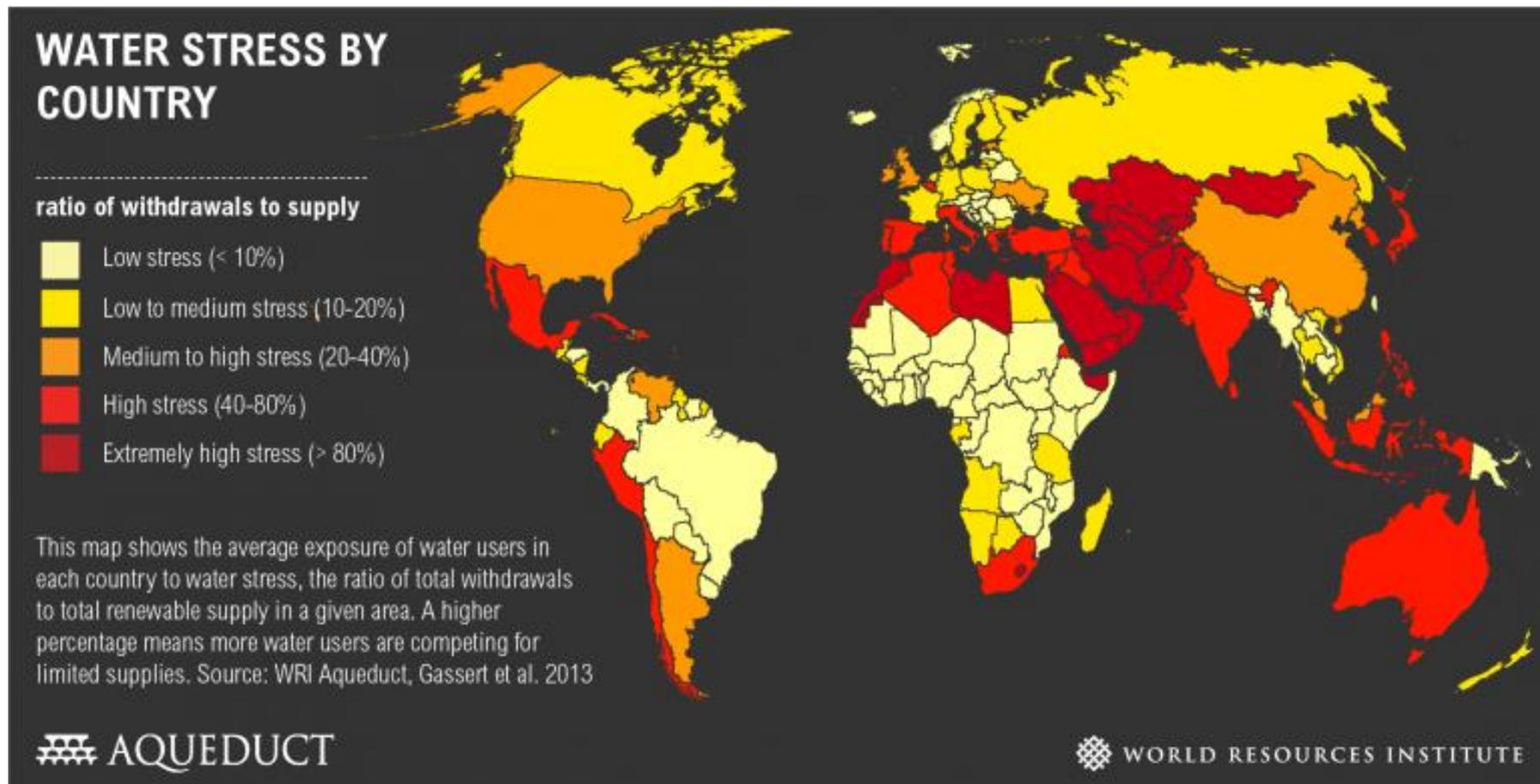
**2.** Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

4. Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

## Disponibilidade hídrica mundial

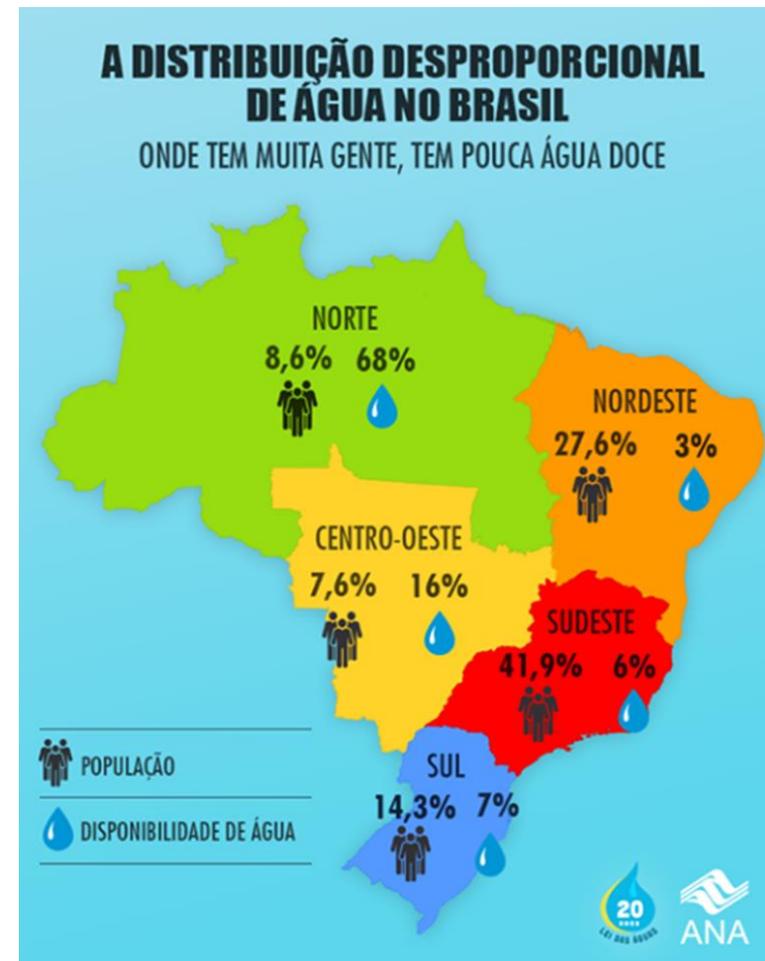


Fonte: <https://www.wri.org/our-work/project/aqueduct>

## Disponibilidade hídrica no Brasil

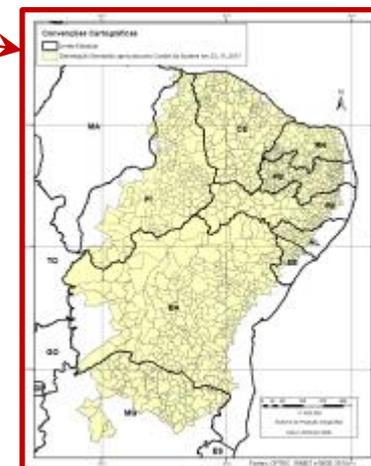
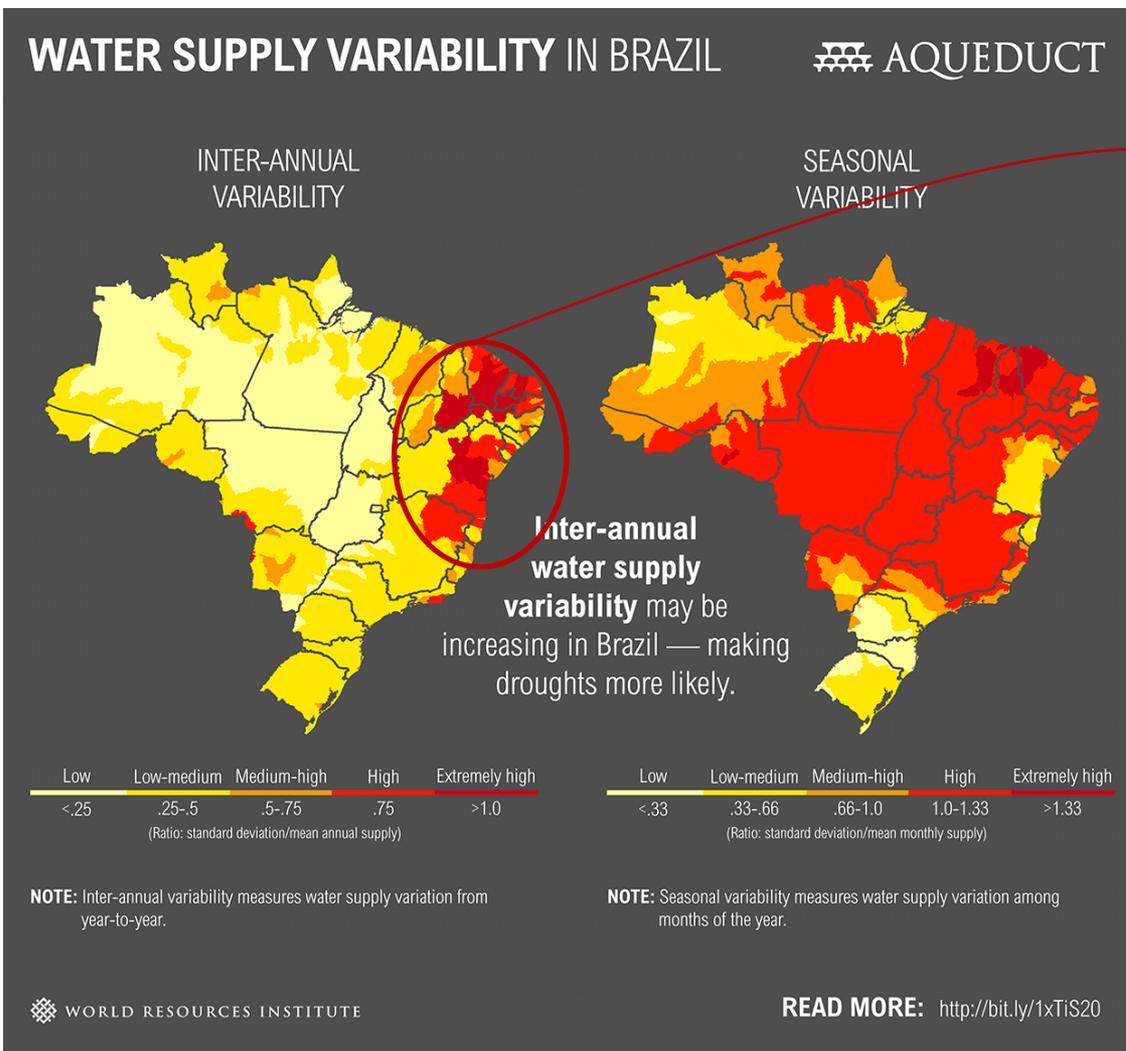


Fonte: <https://agua-sua-linda.tumblr.com/post/154227073663/o-brasil-%C3%A9-a-maior-pot%C3%Aancia-h%C3%ADrica-do-mundo>



Fonte: <https://www.facebook.com/anagovbr/photos/o-brasil-possui-12-de-toda-a-%C3%A1gua-doce-do-mundo-pode-parecer-muito-mas-a-distrib/1075462189221358/>

## Disponibilidade hídrica no Brasil



Fonte:

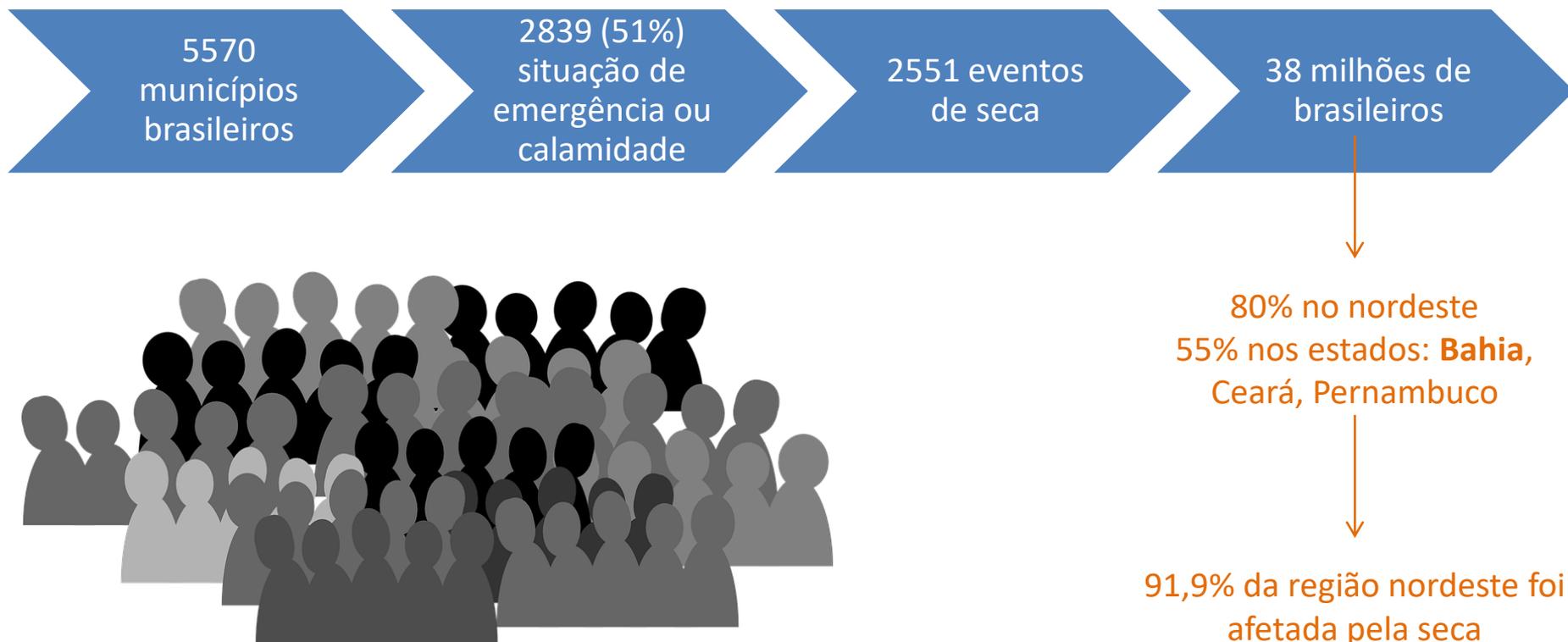
<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=76&currTab=simple>

Fonte: <https://www.wri.org/our-work/project/aqueduct>

## Disponibilidade hídrica no Brasil

Dados relacionados à seca no Brasil em 2017

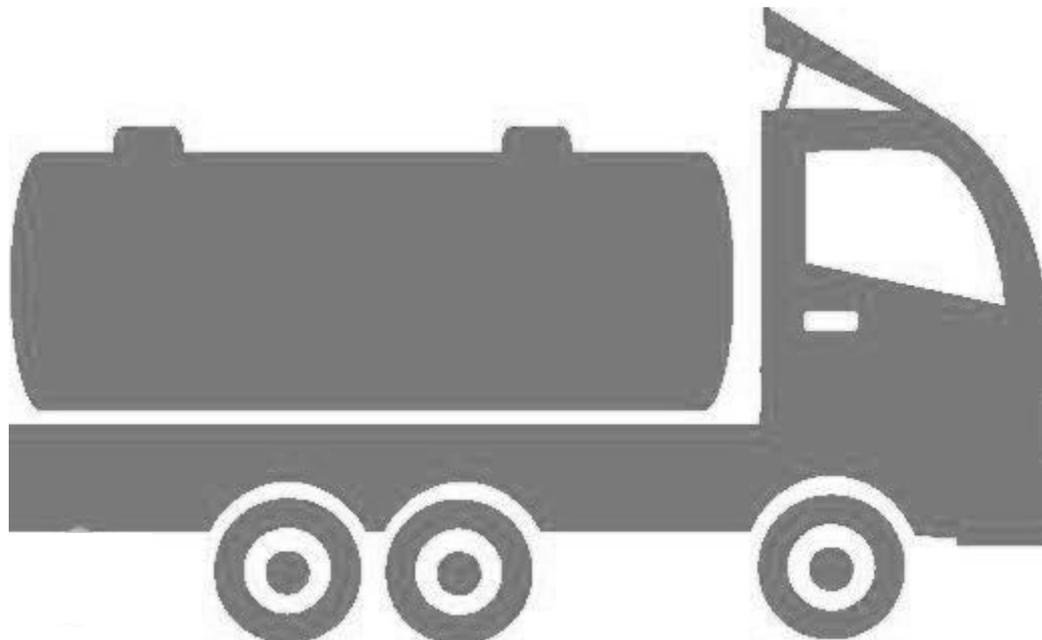
(Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos, ANA 2018)



## Disponibilidade hídrica no Brasil

Dados relacionados à seca no Brasil em 2017

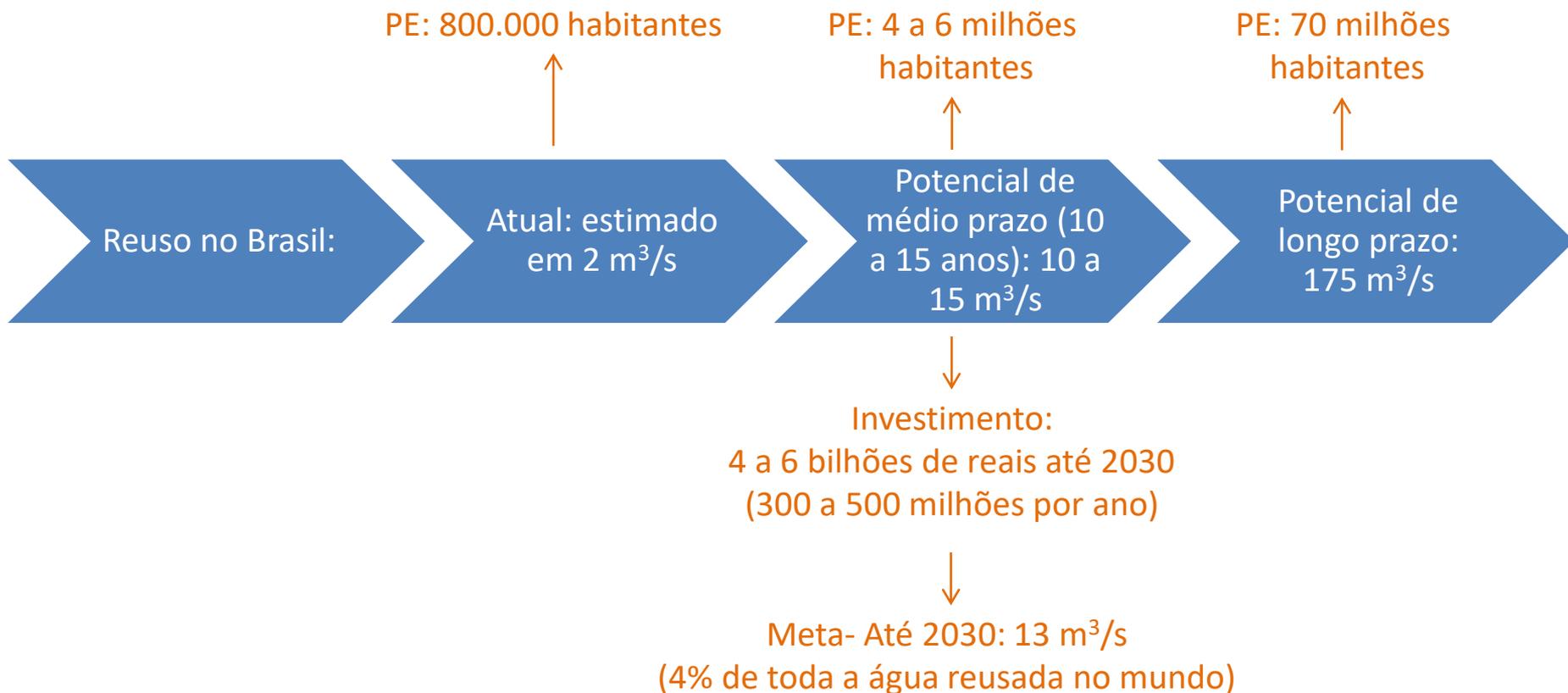
(Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos, ANA 2018)



## Disponibilidade hídrica no Brasil

Dados relacionados à seca no Brasil em 2017

(Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos, ANA 2018)



## Conceito

**Reuso de água** é a sua inserção para outros fins, no quadro de aproveitamento de recursos hídricos, em seu nível macro ou localizado, visando sempre a otimização deste aproveitamento

**Conservação e uso racional da água** visa a adoção de programas e ações de naturezas econômicas, sociais e tecnológicas para determinar e viabilizar o uso mais adequado da água, quando se entende que esta é um bem de domínio público, é um recurso natural limitado e dotada de valor econômico



Talvez se não tivéssemos esses hábitos, não estaríamos preocupados com o reuso. As políticas de reuso de água devem ser acompanhadas de ações paralelas de uso racional de água

## Tipo de reuso

De maneira geral os tipos de reuso são:

- Reuso urbano não potável
- Reuso agrícola e florestal
- Reuso industrial
- Reuso para fins ambientais e recreacionais
- Reuso potável direto ou indireto

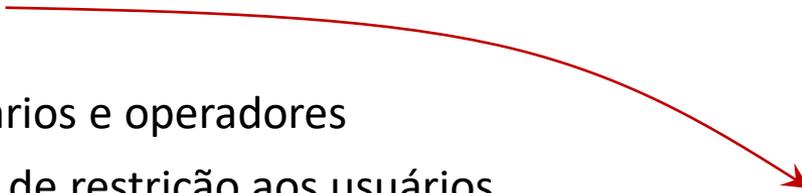
Ou simplesmente para uso:

- Irrestrito
- Restrito
- Residencial



## Tipo de reuso

### Urbano não potável

- Atenção com usuários e operadores
  - Avaliação do nível de restrição aos usuários
  - Qualificação profissional de operadores
  - Requisitos de qualidade para cada caso
  - Possibilidade de atender a demanda da própria ETE
  - Companhias de água e esgoto e prefeituras precisam “comprar a ideia”
  - Avaliação da logística de implantação e operação
  - Necessidade de planejamento
  - Necessidade de regulamentação
  - Obrigatoriedade de monitoramento
  - Programa de divulgação para aceitação da população (campanha sócio educativa)
- 
- Irrigação de áreas públicas;
  - Limpeza de ruas;
  - Incêndio;
  - Lavagem de veículos,
  - Ar condicionado;
  - Desobstrução de galerias;
  - Equipamentos de engenharia com uso de água;
  - Umectação de solo
  - Uso residencial
  - Outros...

## Tipo de reuso Urbano não potável

### Ambiente de escassez hídrica: a água de reuso como parte da solução



A Sabesp tem buscado desenvolver ações e tecnologias com vistas a ampliar o reúso de efluentes gerados a partir do tratamento de esgotos para uso industrial outras aplicações não potáveis. Esta é uma forma de poupar a água destinada ao uso humano que iria ser utilizada para outras finalidades.

Obtida por meio do tratamento complementar dos esgotos em uma estação de tratamento por meio de processos de filtração e desinfecção, a água de reuso pode ainda incorporar etapas adicionais de processos específicos para produzir água com padrão de qualidade customizado. As formas de fornecimento são: via rede adutora ou caminhão-pipa de transportadoras privadas.

Na Sabesp, a água de reuso é fornecida atualmente pela Diretoria Metropolitana na RMSP para finalidades não-potável em âmbito urbano, sendo utilizada para diferentes finalidades. De serviços urbanos (lavagem de ruas, pátios, monumentos, desobstrução de redes de esgotos, galerias de águas pluviais, rega de jardins e assentamento de pó em canteiros de obra) aos mais diversos processos industriais (resfriamento de torres, lavagem de páteos, processo produtivo).

Com capacidade instalada para produzir 785 litros por segundo – o equivalente ao consumo de uma cidade do porte de Cotia, na grande São Paulo, a Sabesp possui cinco Estações de Produção de Água de Reuso (EPAR): Barueri, Jesus Neto, Parque Novo Mundo e São Miguel.

Além destas, a Sabesp inaugurou em 2012 a Estação de Produção de Água Industrial (EPAI) Aquapolo Ambiental por meio de parceria da Sabesp com a BRK Ambiental. Considerada a maior planta para a produção de água de reuso industrial na América do Sul – e quinta maior do mundo, o Aquapolo tem capacidade para fornecer atualmente 650 l/s, com previsão de expansão para 1m<sup>3</sup>/s. Atualmente, a planta atende ao Polo Petroquímico de Capuava, no ABC paulista, e a outras três grandes indústrias na região.

### Tarifas



A tarifa de água potável para indústrias na faixa de até 50m<sup>3</sup>/mês é de R\$ 19,5/m<sup>3</sup>, já a tarifa média para água de reuso com fins industriais é da ordem de R\$2,6/m<sup>3</sup>.

Esta diferença propiciou a permanência no estado de indústrias como a Coats Corrente, Santa Constância e Santher, aumentando a geração de empregos e o desenvolvimento do estado.

Hoje a água de reuso não é considerada produto de saneamento, sendo onerado pelo ICMS em 18%, em uma região de escassez hídrica é fundamental poder contar com a água de reuso como alternativa de abastecimento. O percentual atual da água de reuso é 1% da matriz de oferta de água total da RMSP.

### Representatividade da Água de Reuso na Matriz Hídrica

Hoje a capacidade instalada para a produção de água de reuso pela Sabesp representa 1,3 % da matriz hídrica da RMSP. No entanto, este número pode ser alavancado com a adoção de novas rotas tecnológicas para o tratamento dos esgotos, como por exemplo membranas de ultra filtração.

É valido destacar, contudo, que a adoção de políticas públicas que fomentem a utilização da água de reuso, conforme experiências de outros países como Israel, também possibilitará o avanço acelerado deste segmento, ampliando o desenvolvimento comercial e industrial, aliado a sustentabilidade ambiental.



### Tarifa:

- Água potável pra indústrias com consumo na faixa de 50 m<sup>3</sup>/mês = R\$ 19,5/m<sup>3</sup>
- Água de reuso para fins comerciais é da ordem de R\$ 2,6/m<sup>3</sup>



Fonte: Folheto Governo de São Paulo/SABESP no Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reuso de Água. São Paulo . Nov/2018

## Tipo de reuso Urbano não potável



Limpeza da Praça do Ó no Rio de Janeiro após feira livre

Praça do Ó (2015)/RJ. Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Urbano não potável



Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Urbano não potável



Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Urbano não potável

### Saae projeta economia de 860 m<sup>3</sup> de água potável com implantação de reuso

Redação Guarulhosweb 16/07/2014 09:12



O volume economizado diariamente de 35 metros cúbicos somente nas desobstruções de rede de esgoto equivale ao abastecimento diário de **35 residências** com quatro moradores cada.

Fonte: <https://www.guarulhosweb.com.br/noticia.php?nr=58667>



Essa água precisa ser potável?



## Tipo de reuso Urbano não potável

17/04/2015 09h36 - Atualizado em 31/03/2016 18h30

# Semae divulga utilização da água de reúso para empresas e estimula economia

O Semae vem incentivando a utilização da água de reúso por empresas, como forma de diminuição do consumo de água das redes de abastecimento e de priorização da água potável para o consumo humano. Com isso, as empresas da cidade poderão retirar a água de reúso gratuitamente na ETE de Cezar de Souza, desde que comprovem redução no consumo de água tratada.

Fonte: [http://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/especial-publicitario/prefeitura-de-mogi-das-cruzes/mogi-  
agora/noticia/2015/04/sem-ae-divulga-utilizacao-da-agua-de-reuso-para-empresas-e-estimula-economia.html](http://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/especial-publicitario/prefeitura-de-mogi-das-cruzes/mogi-<br/>agora/noticia/2015/04/sem-ae-divulga-utilizacao-da-agua-de-reuso-para-empresas-e-estimula-economia.html)

## Tipo de reuso Urbano não potável



INSTITUCIONAL ▾ NOTÍCIAS SANEAMENTO ▾ TRANSPARÊNCIA

Na Região Metropolitana do Recife (RMR), a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) está utilizando o esgoto tratado para manutenção das redes do sistema de esgotamento sanitário. Chamado de água de reúso, o efluente é utilizado em ações de desobstrução e limpeza de tubulações, gerando uma economia de quase 100mil litros de água potável por dia, o que equivale ao consumo diário de cerca de 700 pessoas. A ação é feita dentro do Programa Cidade Saneada, em parceria com a Odebrecht Ambiental. “Atividades que antes aconteciam com água potável já estão sendo feitas com a reutilização do efluente tratado em nossas estações. Com isso, além de economizarmos água potável, é possível reduzir o volume de esgoto descartado e minimizar gastos com luz e água”, explica o diretor de Novos Negócios da Compesa, Ricardo Barretto.

Para que a água de reúso seja utilizada nessas atividades, caminhões de hidrojato e vácuo são abastecidos, diariamente, em duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do Programa: ETE Dancing Days, no Recife, e ETE Arena, em São Lourenço da Mata. Considerando que são utilizados, em média, 100 mil litros de água de reúso por dia, ao menos dez caminhões são abastecidos duas vezes por dia em cada estação. Em seguida, os equipamentos são deslocados até o local da atividade de limpeza ou desobstrução da rede de esgoto. No entanto, para transformar esgoto em água de reúso, é preciso



Fonte: <https://servicos.compesa.com.br/cidade-saneada-adota-pratica-que-economiza-quase-100-mil-litros-de-agua-por-dia/>

## Tipo de reuso Urbano não potável



Condomínio residencial da Av. Paulista/SP.  
Fonte: acervo próprio



Shopping Continental/SP  
Fonte: acervo prof. Alfredo Akira/UERJ



Restaurante Outback do  
Shopping Leblon/RJ  
Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso

### Agrícola e Florestal

- Cultivo comestível ou não? Se comestível como?
  - Tipo de irrigação (aspersão, pivô central, gotejamento, hidroponia)
  - Atenção com operadores e consumidores do produto
  - Qualificação profissional de operadores
  - Requisitos de qualidade para cada caso
  - Necessidade de convênio entre produtores e consumidores da água de reuso
  - Aplicabilidade para a solução de conflitos
  - Avaliação da logística de implantação e operação
  - Necessidade de planejamento e de regulamentação
  - Conhecimento da demanda e sua sazonalidade
  - Obrigatoriedade de monitoramento
  - Programa de divulgação para aceitação da população e do produtor (campanha sócio educativa)
- Irrigação de diferentes culturas;
  - Fertirrigação
  - Irrigação de campos de golfe (pode ser urbano)
  - Cultivo de florestas plantadas
  - Recuperação de áreas degradadas
  - Outros...

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal



Culturas alimentícias  
para consumo direto  
(cru)



Culturas alimentícias  
para consumo direto  
(calor)



Culturas alimentícias  
para consumo após  
industrialização



Culturas para produção  
de bens de consumo  
não alimentícios



Culturas para  
alimentação  
direta do gado



Culturas para  
produção de ração  
industrializada



Culturas hidropônicas  
(contato água /raízes)



Culturas ornamentais

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal

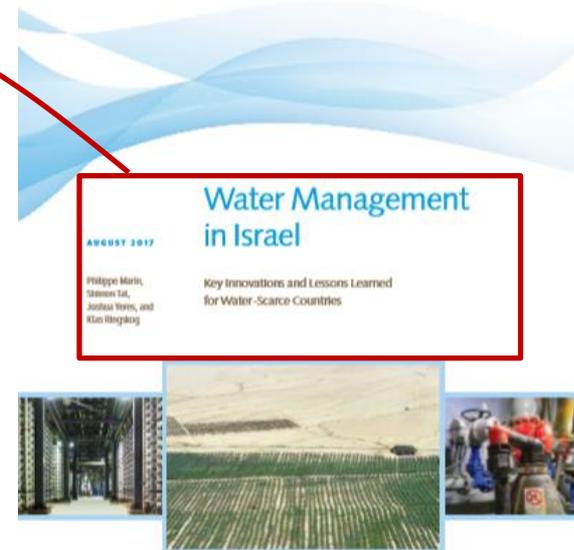
### Water Management in Israel

AUGUST 2017

Philippe Marin,  
Shimon Tal,  
Joshua Yeres, and  
Klas Ringskog

Key Innovations and Lessons Learned  
for Water-Scarce Countries

WATER GLOBAL PRACTICE | TECHNICAL PAPER



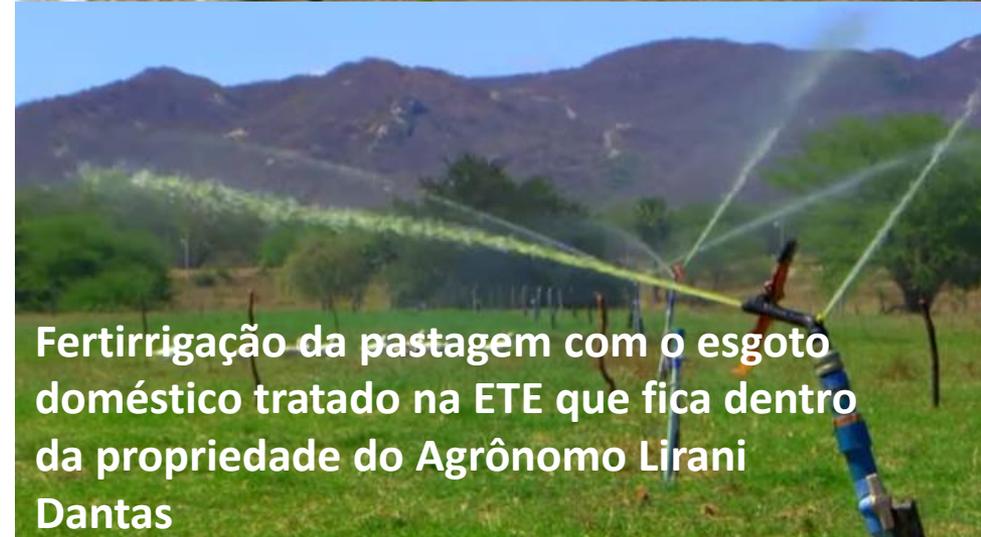
WORLD BANK GROUP

- **Reuse of treated wastewater for irrigation** to replace and release scarce fresh water for domestic uses and the environment. More than 87 percent of wastewater effluent is currently reused for agriculture, representing approximately half of total water that farmers use nationwide. A large proportion of wastewater receives tertiary treatment and can be used for any crops without restrictions.

Fonte: Marin, Philippe; Tal, Shimon; Yeres, Joshua; Ringskog, Klas B.. 2017. *Water management in Israel: key innovations and lessons learned for water scarce countries (English)*. Washington, D.C. : World Bank Group.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/657531504204943236/Water-management-in-Israel-key-innovations-and-lessons-learned-for-water-scarce-countries>

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal



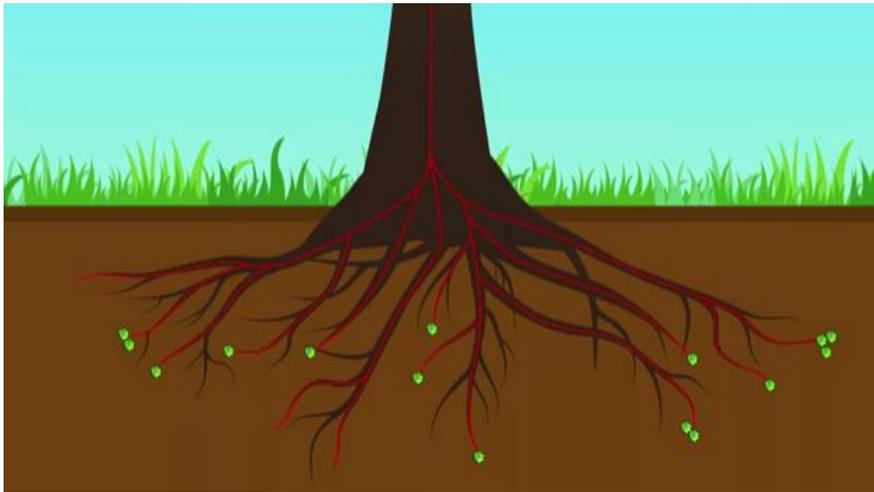
Reportagem exibida no Globo Rural em 13/11/2016  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=WDpMYBO5LJc>

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal



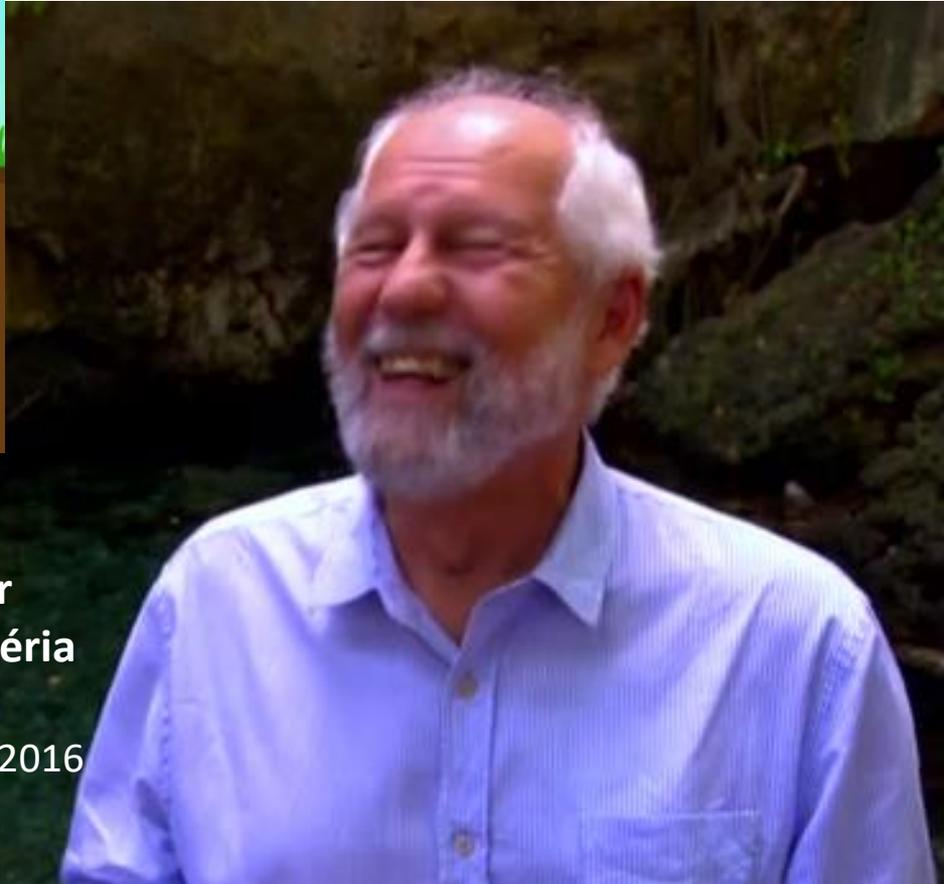
Reportagem exibida no Globo Rural em 13/11/2016  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=WDpMYBO5LJc>

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal



**“Mais fácil um jumento passar  
num canudinho do que a bactéria  
chegar na fruta pela raiz”**

Cicero Onofre, 2016



Reportagem exibida no Globo Rural em 13/11/2016

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=WDpMYBO5LJc>

## Tipo de reuso Agrícola e Florestal



### **CURSO: REUSO DE EFLUENTES TRATADOS**

Professora Ana Silvia Santos, D.Sc. – UERJ  
[ana.pereira@uerj.br](mailto:ana.pereira@uerj.br)



Curso de reuso de efluentes em Natal/RN  
28 de outubro de 2017

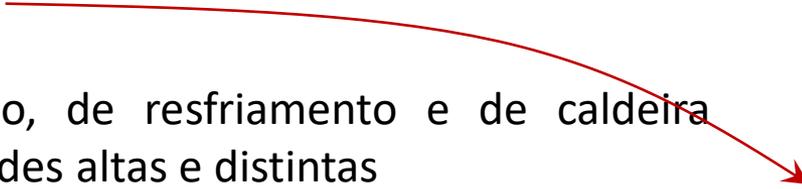
Agrônomo Lirani Dantas ←



Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Industrial

- Água de processo, de resfriamento e de caldeira requerem qualidades altas e distintas
- Tipologia da indústria e compatibilidade com a prática de reuso (Ex.: indústria de alimentos)
- Prática do reuso por motivos financeiros e qualidade ambiental
- Possibilidade de aplicação do reuso com o efluente da própria ETE (caso haja)
- Atenção com operadores e qualificação profissional
- Necessidade de convênio entre produtores e consumidores da água de reuso
- Avaliação da logística de implantação e operação e armazenamento
- Necessidade de planejamento e de regulamentação
- Obrigatoriedade de monitoramento

- 
- Água de processo;
  - Água de resfriamento;
  - Água de caldeira;
  - Lavagem de equipamentos e frota;
  - Limpeza do pátio;
  - Irrigação de jardins;
  - Outros...

## Tipo de reuso Industrial



Fonte: acervo próprio

### Motivação

Disponibilidade hídrica:

- Recomendação da ONU: 2.500 m<sup>3</sup>/hab/ano 
- Brasil: 35.000 m<sup>3</sup>/hab/ano
- Estado SP: 2.400 m<sup>3</sup>/hab/ano
- RMSP: 200 m<sup>3</sup>/hab/ano
- Região do ABC: 130 m<sup>3</sup>/hab/ano 

Fonte: Apresentação no Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reuso de Água. São Paulo . Nov/2018 (Apresentação Fernando Gomes da Silva – Diretor)

## Tipo de reuso Industrial

**aquapolo**  
BRK | 6  
Ambiental | SABESP

BIBLIOTECA

quem somos sustentabilidade água de reuso comunicação FAQ trabalhe conosco fale conosco  
canal confidencial

- Maior empreendimento de água de reuso industrial da América do Sul
- Fornece 650 L/s ao Polo Petroquímico do ABC (equivalente a 500 mil habitantes)
- Economiza 2,58 bilhões de litros por mês
- Efluente da ETE ABC (operada pela SABESP)
- Adutora tem 17 km de extensão

Sugiro entrar no link e “passear” pelo diagrama interativo

**#FicaDica**

Fonte: <https://www.aquapolo.com.br/>

## Tipo de reuso Industrial



Fonte: acervo próprio

### Tarifa:

- Água potável pra indústrias com consumo na faixa de  $50 \text{ m}^3/\text{mês} = \text{R\$ } 19,5/\text{m}^3$
- Água de reuso para fins comerciais é da ordem de  $\text{R\$ } 2,6/\text{m}^3$

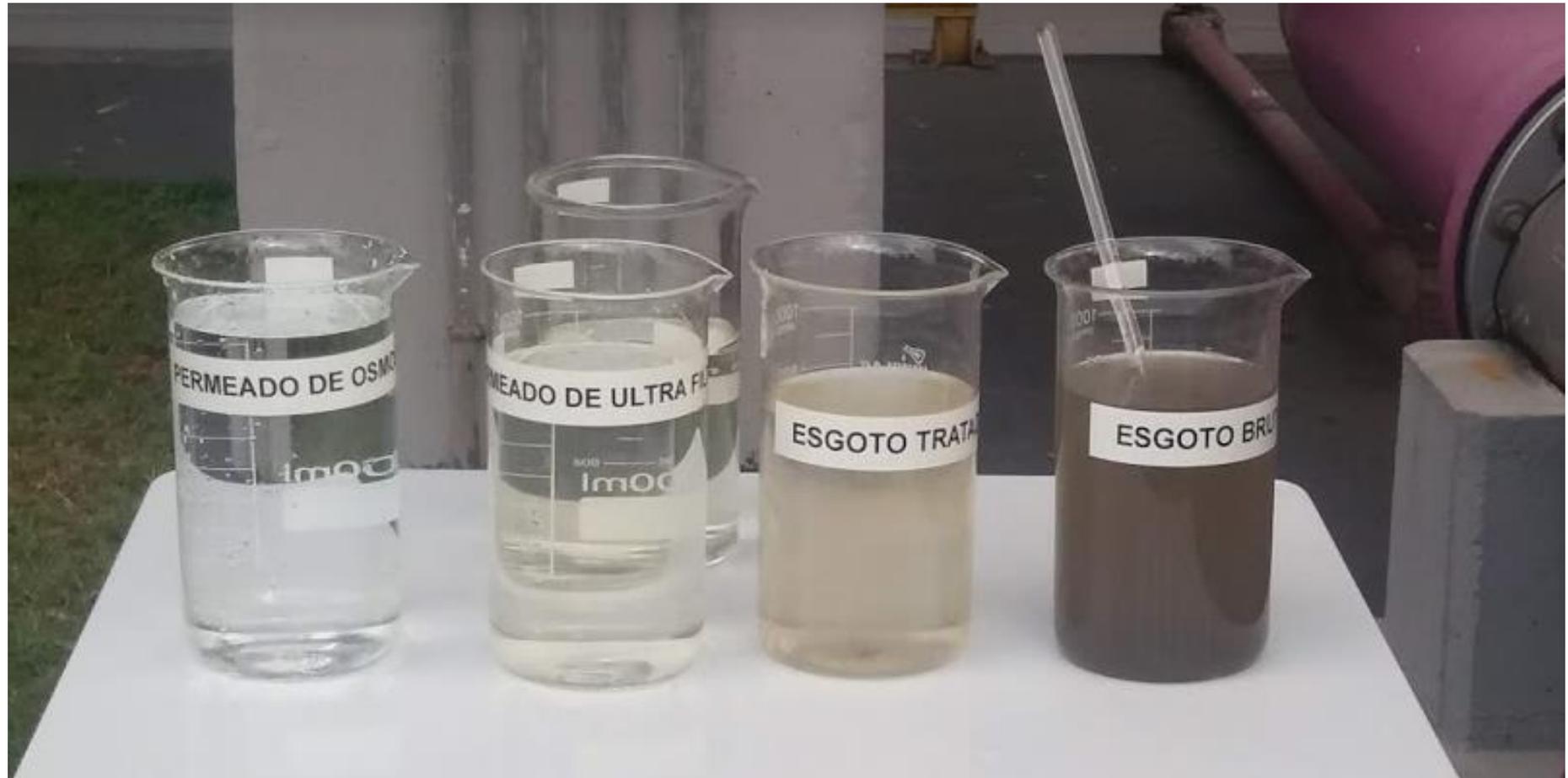
Fonte: Folheto Governo de São Paulo/SABESP no Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reuso de Água. São Paulo . Nov/2018

## Tipo de reuso Industrial



Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Industrial



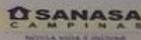
Fonte: acervo próprio

## Tipo de reuso Industrial

### Aspectos Comerciais

- A Água de Reuso possui forte apelo comercial devido ao seu aspecto de sustentabilidade e preço baixo.
- R\$ 2,10/m<sup>3</sup> - água de reúso retirada diretamente na unidade.
- R\$ 3,39 / m<sup>3</sup> água potável distribuída (sem coleta e afastamento de esgoto)
- Embora haja interesse por parte de potenciais clientes alguns desafios ainda deverão ser superados. Dentre eles:
  - Logística e seus custos diretos
  - Legislação restritiva
  - Engajamento por parte da população

10:54

 SANASA  
CAMPINAS  
NOSSA VIDA É PREZADA

### ETE Capivari II (SANASA)

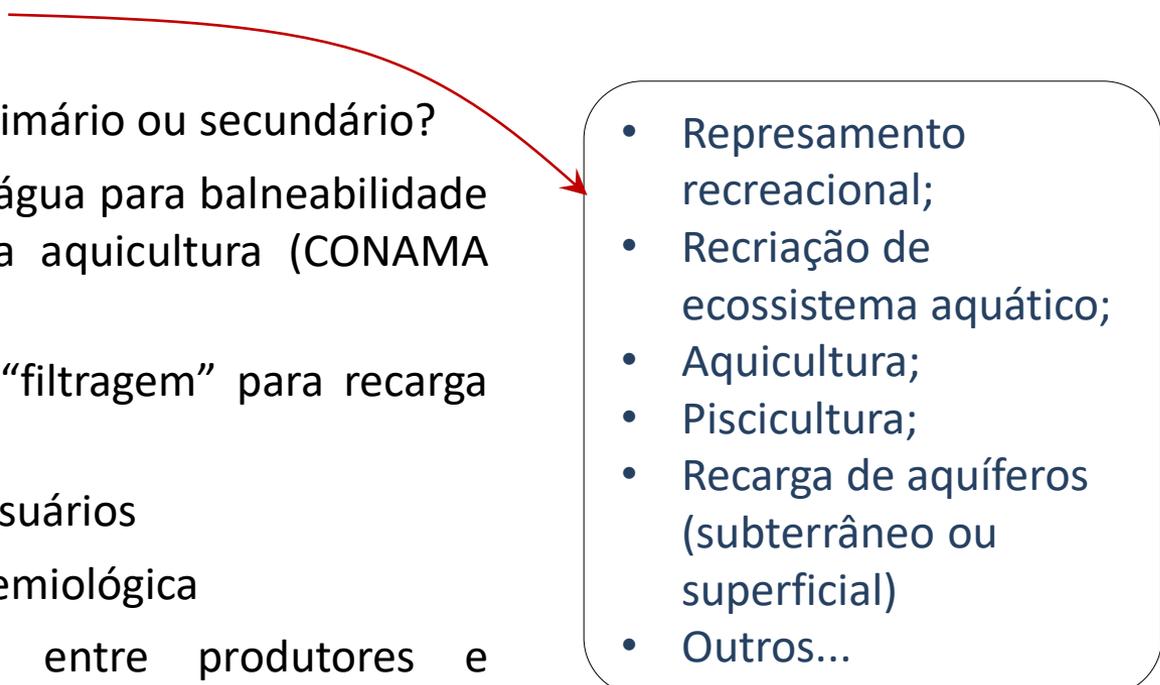
- Fluxograma: LA com remoção de N e P + membrana de UF
- Atualmente com capacidade para 365 L/s
- Efluente distribuído por caminhão



Fonte: Apresentação no Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reuso de Água. São Paulo . Nov/2018 (Apresentação Renato Rossato – SANASA)

## Tipo de reuso

### Fins ambientais e recreacionais

- Fins recreacionais: contato primário ou secundário?
  - Parâmetros de qualidade de água para balneabilidade (CONAMA 274/2000) e para aquicultura (CONAMA 357/2005)
  - Avaliação das condições de “filtragem” para recarga de aquíferos subterrâneos
  - Atenção com operadores e usuários
  - Atenção com segurança epidemiológica
  - Necessidade de convênio entre produtores e consumidores da água de reuso
  - Avaliação da logística de implantação e operação
  - Necessidade de planejamento e de regulamentação
  - Obrigatoriedade de monitoramento
  - Programa de divulgação para aceitação da população e do produtor (campanha sócio educativa)
- 
- Represamento recreacional;
  - Recriação de ecossistema aquático;
  - Aquicultura;
  - Piscicultura;
  - Recarga de aquíferos (subterrâneo ou superficial)
  - Outros...

## Tipo de reuso

### Fins ambientais e recreacionais

- Balneabilidade por contato primário

Contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada

- Balneabilidade por contato secundário

Contato esporádico e acidental com a água e a possibilidade de ingerir água é pequena (tais como iatismo e remo)

> Exigência qualidade



< Exigência de qualidade



## Tipo de reuso

### Fins ambientais e recreacionais

#### Art. 2º da CONAMA 274/2000 (Balneabilidade por contato primário)

As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

#### Condições de água própria para banho

Excelente	Muito boa	Satisfatória
Cterm < 250 NMP/100 mL	Cterm. < 500 NMP/100 mL	Cterm. < 1000 NMP/100 mL
E.Coli < 200 NMP/100 mL	E.Coli < 400 NMP/100 mL	E.Coli < 800 NMP/100 mL
Enterococos < 25 NMP/100mL	Enterococos < 50 NMP/100mL	Enterococos < 100 NMP/100mL

Fonte: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Conama\\_274\\_Balneabilidade.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o_Conama_274_Balneabilidade.pdf)

Acima desses limites a água está imprópria para banho

## Tipo de reuso

### Fins ambientais e recreacionais



A água da Baía de Guanabara, com elevado grau de poluição era tratada para encher o famoso piscinão de Ramos como uma forma de reuso de água para represamento recreacional

## Tipo de reuso

### Fins ambientais e recreacionais

CAPA **NOTÍCIAS** POLÍCIA EMPREGO FAMOSOS MULHER TV E LA

**Notícias** **Rio**

18/10/15 06:00  Curtir 8,2 mil  Tweetar  +1  2

### Piscinão de Ramos, abandonado e sem água, perde espaço para o Parque Madureira



Em um país pobre como o Brasil, é importante se atentar para a **manutenibilidade** do sistema de reuso

Fonte: <https://extra.globo.com/noticias/rio/piscinao-de-ramos-abandonado-sem-agua-perde-espaco-para-parque-madureira-17802910.html>

## Tipo de reuso

Fins ambientais e recreacionais



## Tipo de reuso

## Fins ambientais e recreacionais

facebook

Cadastre-se

E-mail ou telef

edjy@ig.com.br

Mantenha-me



Cidade Sustentável compartilhou uma foto.  
7 de novembro de 2014 · 🌐



Reação do público em geral e de formadores de opinião diante do anúncio do Governador de São Paulo com relação à construção de duas grandes EPAR para levar mais água à represa de Guarapiranga e ao sistema do Rio Cotia



Sábado, 27 de Junho de 2015

### CONVERSA AFIADA

com Paulo Henrique Amorim



PÁGINA INICIAL

POLÍTICA

ECONOMIA

BRASIL

PIG

TV AFIADA

NÃO E SIM COM PHA

BESSINHA

ABC DO CAF



BUSCAR



### POLÍTICA

Publicado em 05/11/2014

**Um gênio! Alckmin  
vai consumir água de esgoto!**

Por outro lado...

## Tipo de reuso

## Fins ambientais e recreacionais



# NEWater



The NEWater process recycles our treated used water into ultra-clean, high-grade reclaimed water, cushioning our water supply against dry weather and moving Singapore towards water sustainability.

Today, there are five NEWater plants supplying up to 40% of Singapore's current water needs. By 2060, NEWater is expected to meet up to 55% of Singapore's future water demand.



NEWater's genesis dates back to the 1970s, when the Singapore government commissioned a study to determine the feasibility of producing reclaimed water. Although the study found it was technically possible, the technology's high cost and unproven reliability then were insurmountable concerns.

Ativar o Windows

Fonte: <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/newater>

## Tipo de reuso

## Fins ambientais e recreacionais

# NEWATER

A high-grade, multi-barrier water reclamation process that constitutes Singapore's core for water sustainability. Made possible by three decades worth of research and innovation by the Public Utilities Board, Singapore's National Water agency.

## COLLECTION

Collection of rainfall, from drains and reservoirs and used water from domestic apartments.

## IMPORTS

Bilateral water agreement between Singapore and Malaysia. (Expires 2061)



## CONVENTIONAL WASTEWATER TREATMENT

Wastewater collected from domestic households treated industrially at water reclamation plants such as Sembcorp. Sludge and large particles suspended in water are removed before being sent to one of the four NEWater plants for treatment.

Fonte: <https://iwa-network.org/city/singapore/>

## Tipo de reuso

## Fins ambientais e recreacionais



Fonte: <https://iwa-network.org/city/singapore/>

1. Atividade introdutória

2. Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

3. Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

4. Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

5. Tipos de água e critérios de qualidade

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

## No mundo



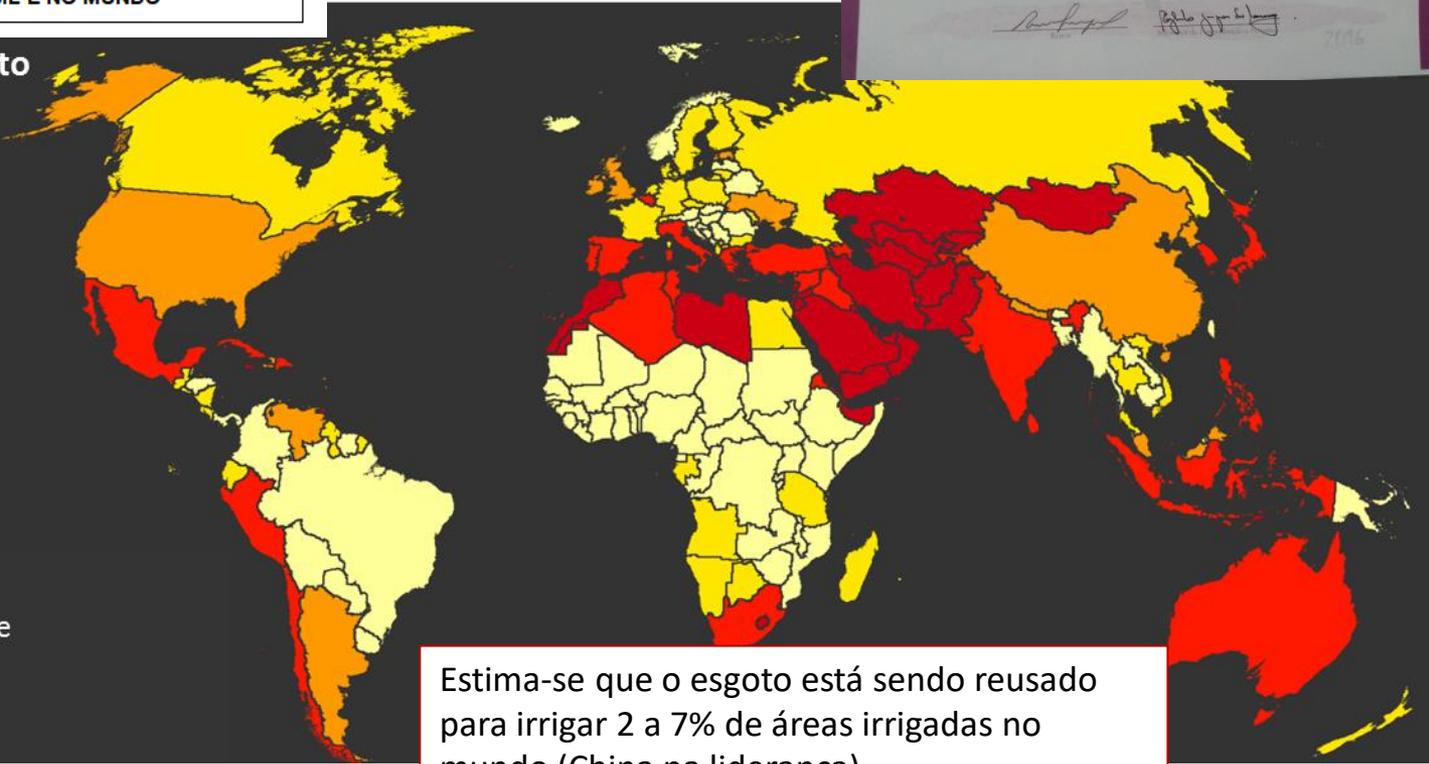
Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016



II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO

### Taxa de retirada/fornecimento de água

- Baixo estresse (< 10%)
- Baixo para médio estresse (10% - 20%)
- Médio para alto estresse (20% - 40%)
- Alto estresse (40% - 80%)
- Extremamente alto estresse (> 80%)



Estima-se que o esgoto está sendo reusado para irrigar 2 a 7% de áreas irrigadas no mundo (China na liderança)

Fonte: <https://www.wri.org/resources/charts-graphs/water-stress-country/>

## No mundo



Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO

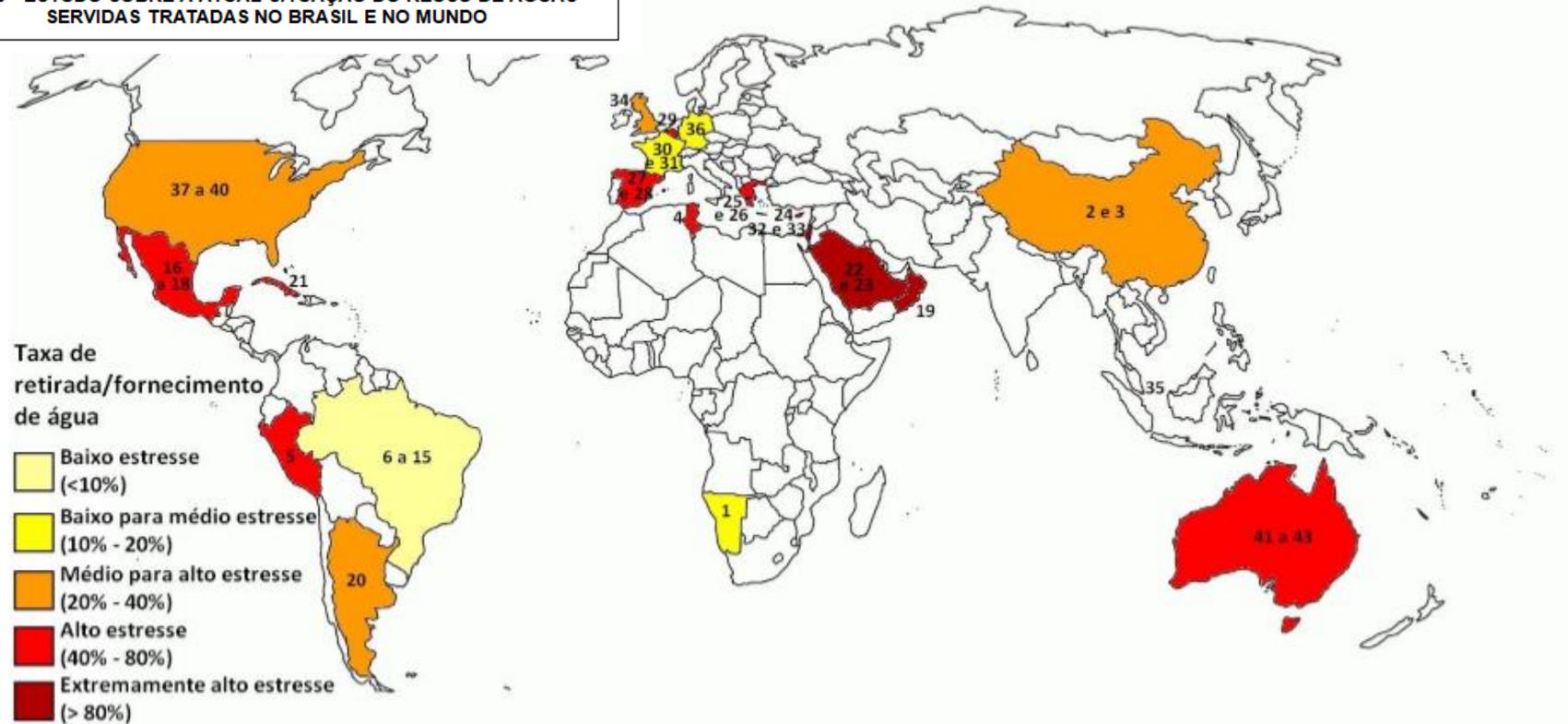


Figura 02 – Mapa com numeração das regiões onde se encontram todos os projetos de reuso de águas servidas estudados no presente trabalho. Apresenta ainda relação com índice de escassez hídrica de cada país, definido pelo *World Resources Institute*



II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Tabela 01 – Projetos de reuso de águas servidas no Brasil e no mundo e suas principais características.

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
1	Windhoek Namíbia	Irrigação de parques, campos esportivos, agricultura. 30% da água tratada é misturada à água bruta e redistribuída à cidade.	0,624	140.274	325.858	<b>Irrigação:</b> Primário, secundário, lagoas de maturação. <b>Mistura com água bruta para abastecimento:</b> Lodo ativado, filtro biológico, lagoa de maturação, coagulação, flotação por ar dissolvido, filtração rápida por areia, ozonização, ultrafiltração, desinfecção, estabilização, mistura.	1968
2	Beijing China	Uso paisagístico no Parque Olímpico, lavagem de ruas e veículos, descargas sanitárias e outros usos não potáveis.	0,719	320.000	21.516.000	Membrana fibrosa, ultrafiltração e carvão ativado.	2006
3	Hohhot China	Água de resfriamento para a usina termoeleétrica de Jinqiao.	0,719	124.000	1.497.110	Zee-Weed® Membrana Fibrosa, remoção de dureza e cloração	2006
4	Cairuão Tunísia	Irrigação.	0,721	48.000	570.559	Tratamento terciário por filtração e desinfecção por radiação UV.	2008
5	Lima Peru	Irrigação de áreas verdes.	0,737	3.905.280	8.473.000	Gradeamento, desarenação, microfiltração e desodorização.	2015



## No mundo

**II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO**

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
6	REPLAN – Refinaria do Planalto Paulista Paulínia São Paulo Brasil	Ampliação da capacidade de produção da refinaria.	0,744	Clarificação e Filtração: 249.600  Ultrafiltração: 4.480  Osmose Reversa: 19.200	97.702	Clarificação, filtração em areia, cloração, ultrafiltração, sistema de osmose reversa e polimento por leito misto.	1999
7	Projeto Aquapolo São Paulo Brasil	Abastecimento do Polo Petroquímico do ABC Paulista.	0,744	345.600	11.253.503	Decantação, filtros, membrana, remoção biológica de nutrientes, membranas de ultrafiltração e osmose reversa quando necessário.	2012
8	Búzios Rio de Janeiro Brasil	Irrigação de áreas públicas, limpeza do município e irrigação da grama diferenciada do campo de golfe da cidade.	0,744	267	31.070	Filtros de areia, ultrafiltração, osmose reversa.	2013
9	CAERN – Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte Pendências R. G. Norte Brasil	Irrigação de plantação de capim.	0,744	2.800	14.751	Gradeamento, desarenação, desengorduramento ou pré decantadores, lagoas de estabilização.	2013



**II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO**

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
10	Aeroporto Internacional Tom Jobim Rio de Janeiro Brasil	Utilização em vasos sanitários, mictórios, torres de refrigeração, irrigação, lavagem de pistas, dentre outras.	0,744	22.800	6.476.630	Pré-tratamento, sistema de separação por membranas, osmose reversa.	2005
11	ETE Brasília Sul Brasília D. Federal Brasil	O esgoto tratado é encaminhado para o Lago Paranoá (devolvido ao meio ambiente).	0,744	518.400	2.481.000	Remoção biológica de nutrientes + polimento final (lodos ativados a nível terciário).	1960
12	EPAR Capivari II Campinas São Paulo Brasil	Resfriamento, limpeza e outros usos industriais.	0,744	1ª etapa do tratamento: 62.900 2ª etapa do tratamento: 125.453	1.164.098	Remoção biológica de nutrientes e membrana filtrante.	2012
13	ETE Alegria Rio de Janeiro Brasil	Construção e Limpeza das Obras do Porto Maravilha.	0,744	121	6.476.630	Lodo ativado convencional e cloração.	2005
14	ETE Penha Rio de Janeiro Brasil	Limpeza urbana, lavagem de ruas com feiras livres e desobstrução de galerias.	0,744	1260	6.476.630	Lodo ativado, filtro biológico percolador e cloração.	2005
15	ETE Jesus Netto São Paulo Brasil	Processos industriais, rega de áreas verdes, limpeza de ruas, dentre outras aplicações.	0,744	13.440	11.860.240	Reator UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket, lodo ativado e cloração.	1998



**II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO**

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
16	Durango México	Fins municipais na cidade de Durango e para irrigação de áreas vizinhas.	0,756	528.767	1.633.000	Lagoa de aeração.	1998
17	Municípios costeiros do México	Irrigações diversas, reutilização em indústrias, lavagens diversas.	0,756	30.447.360	15.581.000	Primário avançado, filtros biológicos, lagoas aeradas, lagoas de estabilização, lodos ativados.	2009
18	Estado do México	Irrigação de parques e jardins, recarga de aquíferos e lavagem de automóveis.	0,756	584	16.187.608	Decantação primária, lodos ativados, floculação, sedimentação, filtração com areia e desinfecção.	1995
19	(Empresa Haya) Al Ansab Mascate Omã	Agricultura, irrigação de áreas públicas verdes e campos de golfe.	0,783	212.000	140.914	Biorreator de Membrana Submerso.	2011
20	Mendoza Argentina	Irrigação.	0,808	587.520	1.500.000	Lagoas de estabilização.	1976
21	Estação Naval dos Estados Unidos Baía de Guantánamo Cuba	Reuso como água cinza.	0,815	530	11.053	Aeração, filtração terciária rápida de areia de célula dupla.	2007



## No mundo

**II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO**

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
22	Província Oriental Arábia Saudita	Irrigação.	0,836	112.000	4.872.000	Biorreator de Membrana.	2013
23	Província Oriental Arábia Saudita	Industrial e irrigação.	0,836	40.000	4.872.000	Osmose reversa, membrana.	2012
24	Chipre	Irrigação na agricultura, parques, jardins e espaços públicos verdes e recarga de águas subterrâneas, como o aquífero Ezousa.	0,845	236.000	847.000	Lodo ativado, filtro de areia e cloração, lagoas de maturação.	2014
25	Hericlião Grécia	Irrigação de uvas e oliveiras.	0,853	38.000	140.730	Coagulação, filtração e desinfecção UV.	2012
26	Salonica (Thessaloniki) Grécia	Irrigação agrícola.	0,853	660.000	315.196	Tratamento secundário e mistura com água (proporção 1:5).	2007
27	El Prat de Lhobregat Província de Barcelona Espanha	Irrigação agrícola e barreira hidráulica contra a intrusão da água do mar em aquífero subterrâneo de Lhobregat.	0,869	49.315	62.866	Duas linhas de tratamentos terciários diferentes. Para a água utilizada na barreira hidráulica, adiciona-se a microfiltração e osmose reversa.	1981
28	Blanes Espanha	Irrigação agrícola, irrigação de campos de golfe e recarga de águas subterrâneas.	0,869	10.739	39.293	Tratamento terciário.	2003



## No mundo

**II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO**

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
29	Wulpen Koksijde Bélgica	Recarga de aquífero por lagoa superficial.	0,881	27.400	22.180	Remoção biológica de nutrientes, ultrafiltração, osmose reversa.	2002
30	Ilha Noirmoutier França	Irrigação de plantações de milho, batata e repolho.	0,884	24.227	7.643	Lagoas de maturação.	1981
31	Chermont-Ferrand França	Irrigação de plantações de milho.	0,884	40.000	263.892	Lodo ativado, lagoa de maturação e tratamento terciário.	1996
32	Mashabbe Sade Deserto de Negueve Hadarom Israel	Irrigação da área ao redor da aquicultura.	0,888	5.480	1.192.300	Água salgada subterrânea usada em aquicultura é reusada para irrigação.	1992
33	Be'er Sheva Hadarom Israel	90% para agricultura, 10% irrigação de parques municipais. O país recicla 80% de seu esgoto doméstico.	0,888	240.000	201.100	Sistema de filtração MODOTec, incluindo radiação ultravioleta.	2011
34	Langford Maldon	Disposição da água de reuso no rio Chelmer para	0,892	80.000	21.462	Lodo ativado com remoção biológica de nitrogênio, remoção química de fósforo e ultravioleta.	2003



II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
	Essex Inglaterra	captação 8 km depois para uso potável.					
35	Changi Singapura	Uso industrial e comercial e mistura à água do reservatório.	0,901	757.082	5.535.002	Microfiltração, osmose reversa e ultravioleta.	2010
36	Brunsvique Baixa Saxônia Alemanha	Agricultura.	0,911	220.000	248.502	Gradeamento e desarenação, biológico com remoção de nutrientes.	2000
37	Water Conserv II Orlando Estados Unidos	Pomares cítricos, campos de golfe, irrigação em comunidades residenciais e infiltração rápida para o aquífero.	0,914	832.790	1.510.516	Bacias de Rápida Infiltração.	1986
38	Upper Occoquan Service Authority Centreville Virgínia Estados Unidos	Uso potável para a região metropolitana de Washington D.C.	0,914	817.649	4.586.770	Lagoas de maturação, filtro de areia e carvão, carvão ativado e cloração.	1978



II-150 - ESTUDO SOBRE A ATUAL SITUAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS  
SERVIDAS TRATADAS NO BRASIL E NO MUNDO

Artigo apresentado no  
SILUBESA em 2016

Nº no mapa	Local	Finalidade de reuso	IDH	Pop. Equivalente (hab)	População (hab)	Tratamento	Ano
39	Flórida Estados Unidos	Irrigação de 360.329 residências, 542 campos de golfe, 987 parques e 371 escolas.	0,914	11.007.977	20.271.272	Principais sistemas no estado: Lodo ativado, MBR, radiação UV para descarga a jusante, processo Rabco de desnitrificação, filtro ABW, lagoas de percolação, cloração, lodo ativado de fluxo intermitente.	1986
40	McAllen Texas Estados Unidos	Irrigação do Campo de Golfe McAllen Palm View.	0,914	151.416	138.600	Sistema Ultravioleta (UV), bombas de hélice submersíveis em tanques de arejamento.	2015
41	Parque CERES Melbourne Austrália	Água de chuva para vasos sanitários e água cinza para irrigação de jardim.	0,933	11.200	122.207	Fossa séptica e <i>Rootzone</i> (zona de raízes).	2012
42	Baía de Homebush Sydney Austrália	Resfriamento e reposição de caldeiras na Usina Eraring.	0,933	12.055	15.428	Membrana.	1995
43	Perth Austrália	Recarga de aquífero para uso potável.	0,933	153.425	1.627.576	Ultrafiltração, osmose reversa e ultravioleta.	2016 (em construção)

## No mundo - Itália

- A Estação de Tratamento de Esgoto e Produção de Água de Reuso San Rocco (Milão) foi implantada em 2004, no centro de áreas irrigadas para facilitar a logística.
- Produz 345 mil m<sup>3</sup>/dia para irrigar 22 mil hectares de culturas diversas



Fonte: <https://www.suez.com/en/our-offering/success-stories/our-references/milan-san-rocco-reuse-of-wasterwater>

## No mundo - Inglaterra

- Capacidade de 574 m<sup>3</sup>/d (praticamente um planta piloto) para avaliação de custo e dificuldades operacionais.
- Fluxograma: MBR (UF)+ Filtração terciária (carvão ativado granular) + cloração
- Fornecimento de água de reuso não potável para a demanda do Queen Elisabeth Olympic Park (London) para descarga de vaso sanitário e irrigação de jardins.

## Old Ford Water Recycling Plant

The Old Ford Water Recycling Plant (OFWRP), located next to the Queen Elisabeth Olympic Park (QEOP, London), is the UK's largest community wastewater recycling scheme. It was built in 2011 and was operational during the Olympic Games in 2012. It is owned and operated by Thames Water Utilities Limited (TWUL).

The scheme provides water for urban non-potable applications. A network connects to the Olympic Park for toilet flushing, landscape irrigation and topping up on-site rainwater harvesting systems.

The south-east of England is characterised by rapid population growth under limited water resources availability. The OFWRP is thus an example from which the region could learn.

The plant has capacity to treat 574 m<sup>3</sup>/d (0.21 hm<sup>3</sup>/yr) of raw sewage in a membrane bioreactor with ultrafiltration membranes (MBR), granular activated carbon (GAC) filtration and disinfection (NaOCl)

Tasks within DEMOWARE are focused on:

- New tools for monitoring the microbiological contamination in the distribution network
- Risk assessment for the human health related to the use of reclaimed water
- Governance and public acceptance of water reuse

- **Novas ferramentas para monitoramento de contaminação microbológica e rede de distribuição**
- **Avaliação de risco para a saúde humana**
- **Governança e aceitação do público**

Fonte: <http://demoware.eu/en/demo-sites/old-ford-water-recycling-plant>

## No mundo - México



Fonte: <https://www.dw.com/en/global-ideas-mexico-water-shortage-climate-change/a-18792527>



Fonte: <https://www.buzzfeednews.com/article/karlazabludovsky/parts-of-mexico-city-have-already-run-dry>

### CUADRO 4.2 Reúso del agua

- CONAGUA estimaba que al 2015 se reusaban directamente (antes de su descarga) 19.8 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales tratadas.
- En tanto que se reusaban indirectamente (después de su descarga) 88.1 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales tratadas.
- El intercambio de aguas residuales tratadas, en el que substituyen agua de primer uso, se estimaba en 5.1 m<sup>3</sup>/s.
- Entre las ventajas del reúso destaca su menor costo, que disminuye las presiones sobre las fuentes y satisface demandas que no exigen calidad potable.

Fonte: [http://201.116.60.25/publicaciones/EAM\\_2016.pdf](http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf)

## No mundo - Portugal

- Em 2017, cerca de 80% do território português apresentava situação de seca: 73% severa e 7% extrema
- Reuso de apenas 1,2% do efluentes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR):
  - Águas de Lisboa e Vale do Tejo: 3,6 milhões m<sup>3</sup> ou 1,5% do total tratado
  - Município de Ourém: 118 mil m<sup>3</sup> ou 8,9% do total tratado
  - Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Sintra: 384 mil m<sup>3</sup> ou 7,9% do total tratado
  - Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Almada: 332 mil m<sup>3</sup> ou 2,3% do total tratado
  - Águas do Algarve: 1,5 milhões de m<sup>3</sup> ou 3,5% do total tratado



- Na UE são reutilizados anualmente cerca de 1 bilhão de m<sup>3</sup>, correspondendo a 2,4% do volume tratado
- Meta de alcançar 6 bilhões

Fonte: [http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-  
anuais-do-RASARP.aspx](http://www.ersar.pt/pt/site-publicacoes/Paginas/edicoes-<br/>anuais-do-RASARP.aspx)

## No mundo - Israel

- Israel tem 8,8 milhões de habitantes
- Somente 20% das terras são aráveis
- 70% das chuvas são perdidas por evapotranspiração
- Toda água é administrada pelo estado
- Ressalta-se a cultura da água desde a sua descolonização
- A regulamentação e as tarifas são claras. Isso envolve a população
- A disponibilidade de efluente para reuso foi fator de motivação para a universalização
- 98% do esgoto coletado é tratado
- Para o reuso na agricultura, cada agricultor tem um cadastro (tipo de cultura, consumo, área e tipo de irrigação). A lei é rigorosa. Se burlar, perde o direito do campo agricultável
- Em casos de seca severa o governo corta o abastecimento para agricultura. Isso levou à busca por outras fontes e tecnologias
- A água de reuso para agricultura é subsidiada inicialmente
- 40% da água de irrigação é proveniente do reuso. 87% do esgoto é reusado



### Fontes:

- ✓ Siegel S.M. Faça-se a Água. A solução de Israel para um mundo com sede de água. São Paulo (2017)
- ✓ Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reúso de Água como Parte da Solução. Nov/2018 SP
- ✓ [http://201.116.60.25/publicaciones/EAM\\_2016.pdf](http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf)

## No Brasil

As companhias de água e esgoto no Brasil vem aplicando a prática de reuso para limpeza de logradouros, desobstrução de galerias e limpeza de equipamentos.

Cena comum atualmente nas grandes cidades brasileiras



Orla de Copacabana (2019)/RJ. Fonte: acervo próprio

## No Brasil

① Não seguro | [www.sanasa.com.br](http://www.sanasa.com.br) ☆

+ A - Pesquisar 🔍

  
NOSSA VIDA É INOVAR

Clique aqui e faça um tour virtual pela EPAR Capivari II

Institucional | Compras, Licitações e Fornecedores | Investidores | Ouvidoria | Trabalhe na Sanasa | Fale Conosco



SERVIÇOS

 Caminhão Pipa  
Água de Reúso

 Ativar o Windows  
Acesse Configurações para ativar  
Novos Negócios

## No Brasil



Entretanto...

### IV-146 – PANORAMA DO REÚSO DE EFLUENTES NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA REGIÃO SUDESTE

- Dentre as 1287 ETEs em operação na região Sudeste, somente 16 apresentam programas oficiais de reuso: 3 no Rio de Janeiro/RJ, 2 em Niterói/RJ, 1 em Campos dos Goytacazes/RJ, 1 em Búzios/RJ, 5 em São Paulo/SP, 1 em Mauá/SP, 1 em Rio Claro/SP, 1 em Limeira/SP e 1 em Campinas/SP.
- Juntas representam um vazão de operação de aproximadamente 19.000 L/s (19 m<sup>3</sup>/s), equivalente mais de 10 milhões de habitantes .
- Só 10 das 16 apresentam dados de vazão operacional e capacidade instalada de reuso.
- Assim, essas 10 representam uma capacidade instalada para reuso de apenas **1153 L/s**

Fonte: Silva Jr. et al (2019) – In: 30 Congresso ABES

## No Brasil

Tabela 2 - Características dos projetos de reúso de efluentes da região Sudeste

ETE	VO (l/s)	CI (l/s)	CI (m³/mês)	CI/VO <sup>1</sup> (%)	PA (m³/mês)	PA/CI <sup>2</sup> (%)
Alegria	1.529,1	2,1	5.500	0,14	910	16,6
ETAR Búzios	33,3	0,8	2.000	2,32	1.200	60,0
Penha	764,6	8,3	21.600	1,09	3.373	15,6
Deodoro	210,0	2,7	7.200	1,29	-*	-*
ABC	1.598,6	1.000,0	2.592.000	62,55	1.684.800	65,0
Barueri	10.042,2	3,0	7.776	0,03	-*	-*
EPAR Capivari II	72,6	28,9	75.000	39,86	21.050	28,0
Jesus Netto	250,0	35,0	90.600	13,98	67.900	74,9
Parque Novo Mundo	2.613,0	60,0	155.520	2,30	60.000	38,6
São Miguel	947,0	12,0	31.104	1,27	-*	-*
<b>Total</b>	<b>18.060,4</b>	<b>1152,8</b>	<b>2.988.200</b>	<b>6,45</b>	<b>1.839.233</b>	<b>61,70</b>

Fonte: Silva Jr. et al (2019) – In: 30 Congresso ABES

## No Brasil

### CONCLUSÕES

Concluiu-se que, de acordo com os dados disponibilizados, há dezesseis estações de tratamento de esgoto na região Sudeste que possuem projeto de reúso de águas servidas, sendo que somente dez possuem informações disponíveis. E somente foram encontrados projetos nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Ressalta-se que os resultados encontrados foram calculados a partir das informações oficiais divulgadas pelas companhias de saneamento. Portanto, é possível que as demais estações em operação na região Sudeste, possuam projeto de reúso, porém a falta de transparência na divulgação de informações oficiais prejudica a elaboração de trabalhos técnicos e dificultam a consolidação da prática em território nacional. Além disso, das dezesseis estações em questão somente dez disponibilizam seus dados referente aos projetos de reúso.

Diante dos resultados encontrados, pode-se observar que no Brasil, ainda é incipiente a prática de reúso de efluentes e sua aplicação se apresenta de forma muito inferior diante do seu potencial. Uma vez que as ETEs possuem 1.152,8 l/s de capacidade de produção, vazão suficiente para abastecer uma grande cidade com população equivalente de 800 mil habitantes.

Por fim, salienta-se que é necessário garantir a divulgação de dados oficiais atualizados referentes reúso de efluentes praticados pelas companhias de saneamento, elaborar mecanismos de incentivo da prática de reúso e estimular a produção de estudos técnicos, explorar o potencial de produção, dentre outras ações, no sentido de reduzir as consequências sofridas pela crise hídrica, proteger os mananciais e contribuir para o constante fornecimento de água para os diferentes usos da sociedade.

Fonte: Silva Jr. et al (2019) – In: 30 Congresso ABES

## No Brasil



### ASPECTOS ECONÔMICOS PARA O REUSO NA AGRICULTURA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E COMPARAÇÃO COM O MODELO DA GESTÃO DE COBRANÇA EM ISRAEL

Tabela 2: Custo do transporte da água de reuso para cada m<sup>3</sup> em função do tempo/distância.

V (km/h)	$\Delta D$ (km)	$\Delta T$ (min)	MG* (R\$/m <sup>3</sup> )	RJ* (R\$/m <sup>3</sup> )	SP* (R\$/m <sup>3</sup> )
60	10	10	2,41	2,46	2,28
60	20	20	4,83	4,92	4,56
60	30	30	7,24	7,39	6,84
60	40	40	9,65	9,85	9,13
60	50	50	12,07	12,31	11,41
60	60	60	14,48	14,77	13,69
60	70	70	16,89	17,24	15,97
60	80	80	19,31	19,70	18,25
60	90	90	21,72	22,16	20,53
60	100	100	24,13	24,62	22,81

Observações:  $\Delta D$  – Distância percorrida;  $\Delta T$  – Tempo necessário para percorrer cada distância percorrida; \* Custo nos estados.

Fonte: Araujo et al (2019) – In: 3º Simpósio de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul

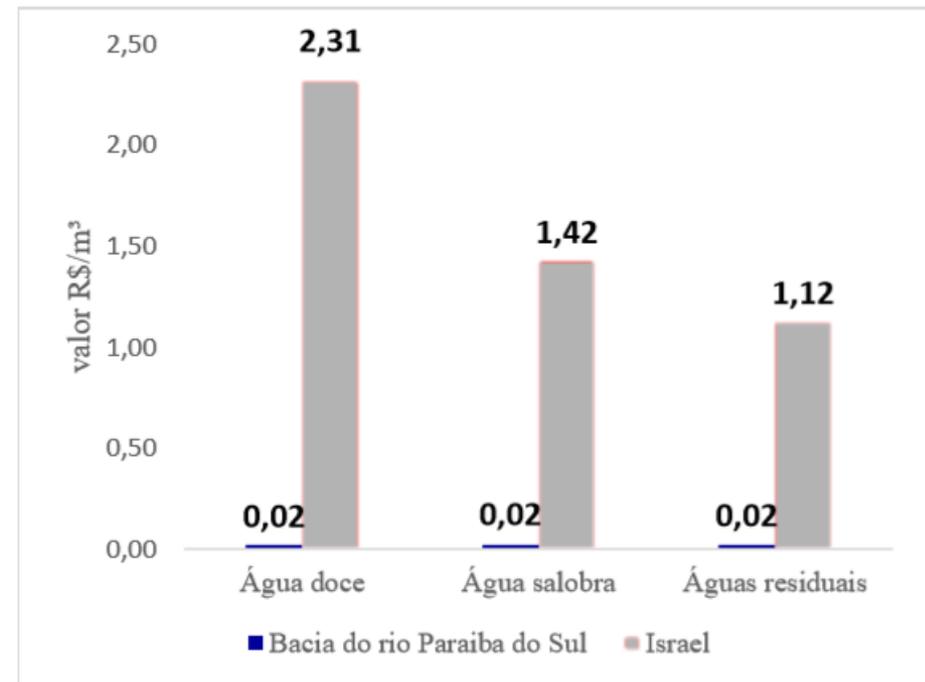
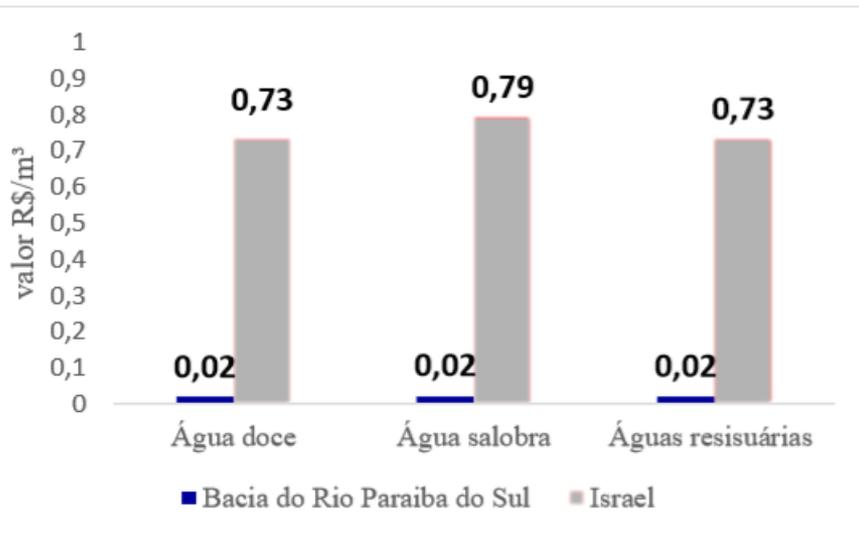
## No Brasil



### ASPECTOS ECONÔMICOS PARA O REUSO NA AGRICULTURA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E COMPARAÇÃO COM O MODELO DA GESTÃO DE COBRANÇA EM ISRAEL

Comparação entre o valor de outorga para irrigação na bacia do rio Paraíba do Sul e as tarifas **mínimas** adotadas para os diferentes tipos de água em Israel

Comparação entre o valor de outorga para irrigação na bacia do rio Paraíba do Sul e as tarifas **máximas** adotadas para os diferentes tipos de água em Israel



Fonte: Araujo et al (2019) – In: 3º Simpósio de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul

## No Brasil



### COMPARATIVO ECONÔMICO ENTRE O CUSTO ESTIMADO DO REUSO DO EFLUENTE DE ETE PARA FINS NÃO POTÁVEIS E O VALOR DA ÁGUA POTÁVEL PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Tabela 5: Distâncias mais economicamente vantajosas para a realização da prática de reuso de efluentes de ETEs.

Município	Estado	Distancias mais vantajosas para o setor industrial (km)	Distancias mais vantajosas para o setor público (km)
Juiz de Fora	MG	20	Não há
Campos dos Goytacazes	RJ	110	40
Miguel Pereira	RJ	70	10
Nova Friburgo	RJ	50	10
Petrópolis	RJ	70	20
Resende	RJ	30	20
Volta Redonda	RJ	30	20
Arujá	SP	90	70
Arapeí, Caçapava, Guararema, Jambeiro, Lagoinha, Lavrinhas, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Roseira, São José dos Campos, São Luis do Paraitinga, Taubaté e Tremembé.	SP	70	50

Em comparação com a tarifa de água potável

Fonte: Araujo et al (2019) – In: 3º Simpósio de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul

## No Brasil



### COMPARATIVO ECONÔMICO ENTRE O CUSTO ESTIMADO DO REUSO DO EFLUENTE DE ETE PARA FINS NÃO POTÁVEIS E O VALOR DA ÁGUA POTÁVEL PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

#### CONCLUSÕES

Em vista dos recentes cenários de escassez e crescente aumento das tarifas de água potável, observa-se que o reuso de efluentes de ETEs mostra-se economicamente viável em longas distâncias através da distribuição via caminhões pipa. Além de haverem possíveis demandas industriais nas cidades estudadas.

O estudo financeiro demonstrou que há potencial para o reuso, através da distribuição de águas servidas em caminhões pipa em distâncias de até 110 km do polo gerador, em municípios que possuem ETEs com eficiência acima de 80% de remoção de matéria orgânica. Embora seja viável percorrer longas distâncias para distribuir águas servidas na bacia do Rio Paraíba do Sul, há ocasiões na quais o reuso só se torna viável para consumidores muito próximos à ETE.

As cidades de Campos dos Goytacazes (RJ) e Arujá (SP) se destacam pelas maiores distâncias de distribuição, alcançando 110 km e 90 km, respectivamente, para reuso industrial. Em compensação, na cidade de Juiz de Fora (MG) o reuso através de caminhões pipa no setor público não é viável para nenhuma situação. Nesse caso, independente da distância da ETE ao consumidor, a água potável será mais barata do que a de reuso nessa categoria.

É importante ressaltar que a falta de transparência no fornecimento de dados públicos por parte de algumas concessionárias de saneamento impossibilitou uma análise mais profunda do tema. Portanto, recomenda-se o aprofundamento extensivo dos estudos realizados pelos autores.

Por fim, nota-se que um dos grandes impeditivos financeiros para a popularização do reuso é a, relativamente baixa, tarifa praticada pelas companhias que promovem a distribuição de água potável.

Fonte: Araujo et al (2019) – In: 3º Simpósio de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul

## No Brasil



### ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DISPONÍVEL DE REUSO DE EFLUENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL

Pode-se observar que na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, são gerados aproximadamente 3.373 L/s de efluente secundário que poderiam ser disponibilizados ao reuso somente com a inclusão de uma etapa de desinfecção no fluxograma atual de operação (Categoria 02) e somente 81 L/s poderiam ser disponibilizados diretamente para o reuso (Categoria 03). Ainda, 917 L/s poderiam ser disponibilizados ao reuso somente após a inclusão de uma etapa secundária ou de polimento ao fluxograma atual de operação, além de uma etapa de desinfecção (Categoria 01).

Considerando-se que a demanda hídrica da bacia para a prática de agricultura e irrigação é de aproximadamente 30.000 L/s (AGEVAP, 2001), os efluentes da Categoria 02 representam pouco mais de 10% dessa demanda. Assim, a adoção obrigatória da prática de reuso para este fim, poderia manter disponível no manancial uma vazão correspondente ao abastecimento público de uma população equivalente de quase 20 milhões de habitantes, considerando-se um consumo per capita de água de aproximadamente 150 L/s.

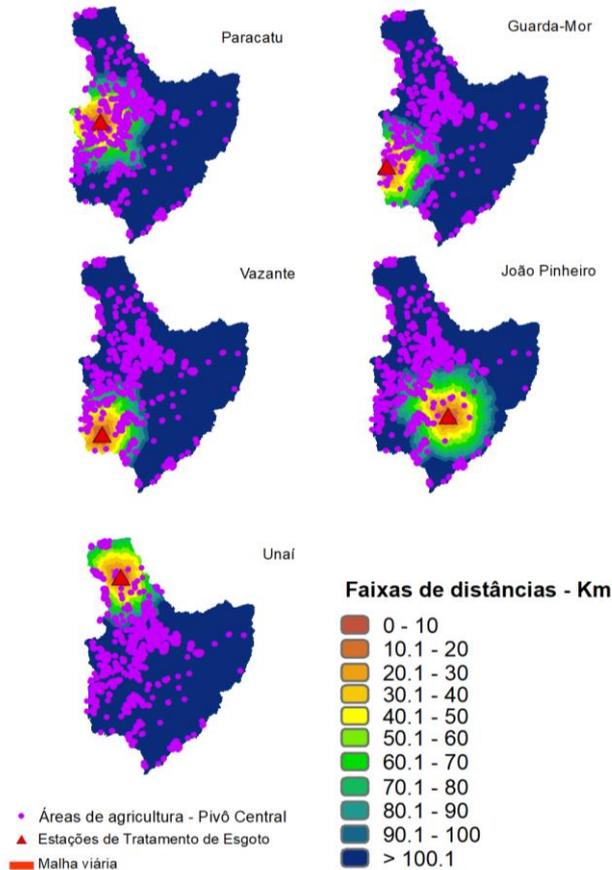
Conclui-se então, que apesar de somente 43 municípios dos 184 que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possuírem ETEs, os efluentes secundários já poderiam suprir 10% da demanda hídrica para a irrigação na região da bacia, após adequação para implantação de etapa de desinfecção. Essa ação corresponde a manter nos mananciais água suficiente para abastecer aproximadamente 20 milhões de habitantes.

Fonte: Santos et al (2019) – In: 3º Simpósio de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul

## No Brasil

### AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REUSO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS TRATADOS, PARA IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE CONFLITO PELO USO DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARACATU

Faixa de distância entre as Estações de Tratamento de Esgoto e as áreas irrigadas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Paracatu - MG



- No que se refere ao volume anual, para os usuários que já possuem outorga, há uma demanda de aproximadamente 181.677.539 m<sup>3</sup> por ano. Enquanto em relação ao volume produzido pelas ETEs há um total de 8.356.982 m<sup>3</sup> por ano, o que representa 4,60% da água necessária para irrigação.
- Por tratar-se de áreas de conflito, regiões em que a demanda supera a disponibilidade hídrica, a água se torna um recurso escasso e a sua falta pode limitar a expansão das atividades econômicas, especialmente, aquelas diretamente dependentes deste insumo, como é o caso da agricultura.

Fonte: Trabalho desenvolvido IGAM/UERJ/UFV no âmbito do grupo de pesquisa coordenado por Prof. Marília Melo



## Considerações finais

- Ações de uso racional de água devem ser tomadas em conjunto com ações de reuso
- A água de reuso pode contribuir fortemente para o desenvolvimento socioeconômico da região
- O tratamento de águas residuárias não deve ser encarado como um fardo e sim como uma oportunidade
- A água de reuso deve ser produzida a um custo competitivo. Este é um dos principais desafios
- Nos projetos de reuso deve-se avaliar aspectos de economia circular (*Wastewater: The update resource*)
- A localização da ETAR deve ser estratégica (no caso do Aquapolo, somente a adutora de distribuição – 17 km – custou 2/3 do empreendimento)
- A segurança hídrica urbana deve se apoiar no conceito de cidades resilientes (redução da ameaça, redução da vulnerabilidade e redução à exposição)
- Atenção com a territorialidade: regiões a jusante podem sentir falta da água reusada. Facilidade de aplicação para cidades próximas do mar
- Um dos maiores desafios é reverter o fator “eca - yuck”
- Países desenvolvidos buscam minimizar o riscos com tecnologias avançadas. Países em desenvolvimento assumem um risco controlado

**1.** Atividade introdutória

**2.** Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

**3.** Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

**4.** Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

5. Tipos de água e critérios de qualidade

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

## Matéria orgânica

Tabela 04 – Resumo dos padrões de lançamento de efluentes d

Estado	Concentrações	
	DQO	DBO
RJ <sup>(1)</sup>		180 (C<5) <sup>(2)</sup>
		100 (5<C<25)
		60 (25<C<80)
		40 (C>80)
MG	180	60
SP	-	60
RS	400 (Q<20) <sup>(5)</sup>	180 (Q<20) <sup>(5)</sup>
	360 (20<Q<100)	150 (20<Q<100)
	330 (100<Q<200)	120 (100<Q<200)
	300 (200<Q<500)	100 (200<Q<500)
	260 (500<Q<1000)	80 (500<Q<1000)
	200 (1000<Q<2000)	70 (1000<Q<2000)
	180 (2000<Q<10000)	60 (2000<Q<10000)
	150 (Q>10000)	40 (Q>10000)
SC	-	60
PR	225	90
CE	200	-
PE	-	-
AL <sup>(13)</sup>	150	60
BA <sup>(8)</sup>	-	-
MS	-	100 <sup>(10)</sup> -120 <sup>(11)</sup>
GO	-	60
RO	Não há imposição para concentração máxima de DBO por	

(1) Para lançamentos de efluentes esgóticos de indústrias estabelecimentos

Fonte: Santos et al (2014)

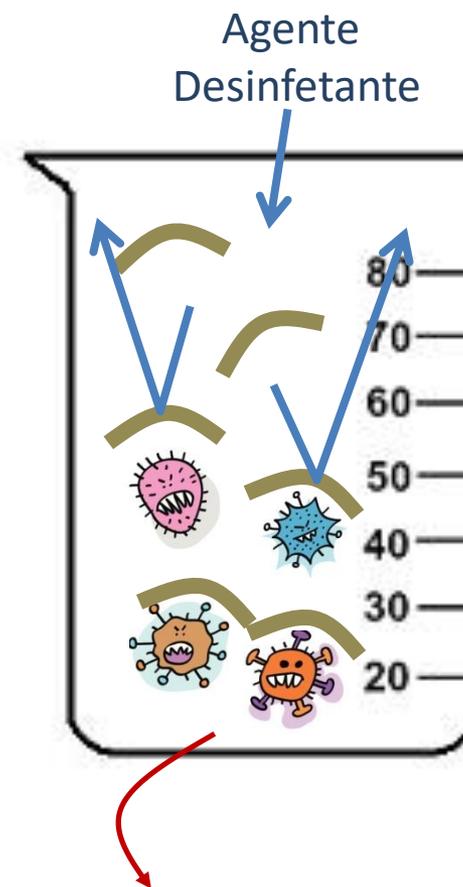
- DBO/DQO são medidas indiretas de quantificação de concentração de matéria orgânica
- o parâmetro DBO e/ou DQO indica a qualidade do efluente.
- Indica o grau de tratamento adotado na ETE
- Permite comparação com qualidade de água de corpos hídricos

## Sólidos em Suspensão Totais (SST) e Turbidez

Tabela 04

Estado	SST
RJ <sup>(1)</sup>	180 (C<5) <sup>(1)</sup> 100 (5<C<25) 60 (25<C<80) 40 (C>80)
MG	-
SP	-
RS	180 (Q<20) <sup>(5)</sup> 160 (20<Q<100) 140 (100<Q<200) 100 (200<Q<500) 80 (500<Q<1000) 70 (1000<Q<2000) 60 (2000<Q<10000) 50 (Q>10000)
SC	-
PR	-
CE	50-100
PE	-
AL <sup>(13)</sup>	-
BA <sup>(8)</sup>	-
MS	-
GO	-
RO	representar valor acima do esta

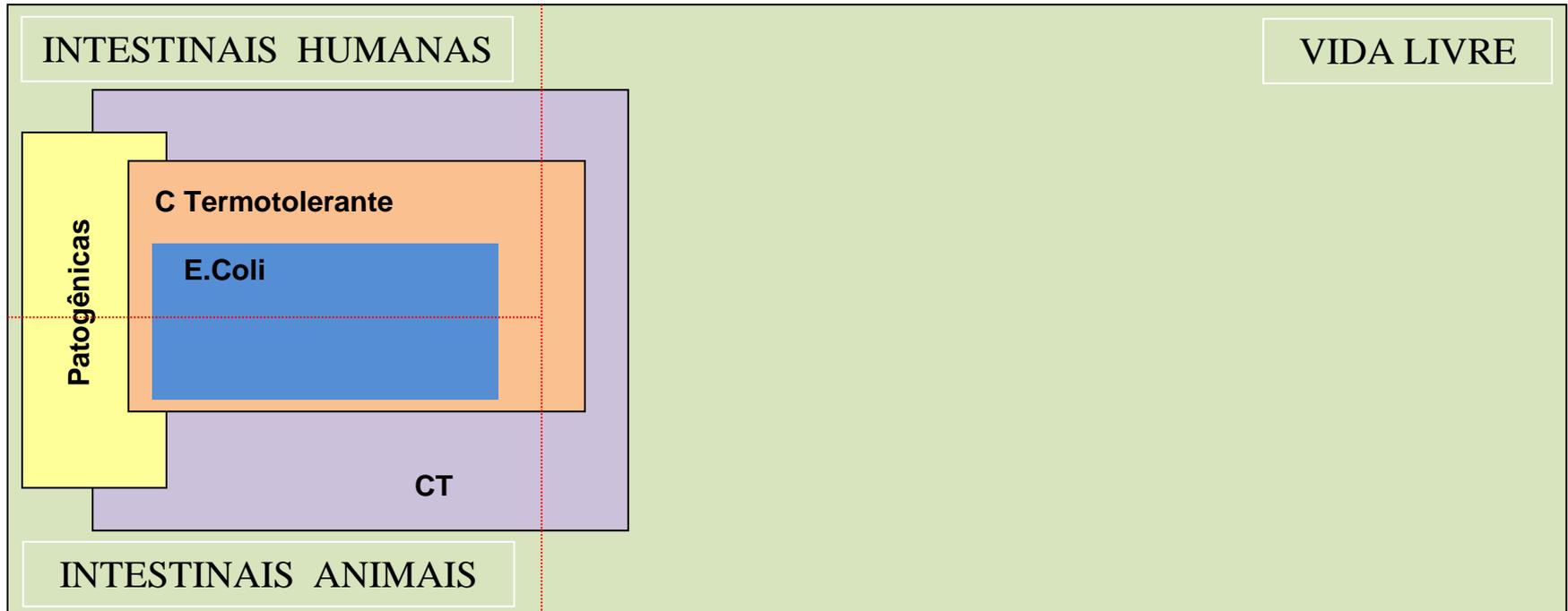
- o parâmetro SST indica a qualidade do efluente.
- Indica o grau de tratamento adotado na ETE
- Permite comparação com qualidade de água de corpos hídricos
- SST e Turbidez permitem indicação de sucesso ou insucesso na desinfecção do efluente
- Turbidez elevada pode ser causada por presença de microrganismos. Partículas de turbidez servem de escudo pra microrganismos nos casos de desinfecção



Segundo a Portaria (MS) 2.914/2011, o limite de turbidez na saída do tratamento é de 0,5 uT, porém em função da incerteza das condições de preservação e operação da rede de distribuição, bem como dos reservatórios, permite-se até 5,0 uT no sistema de distribuição.

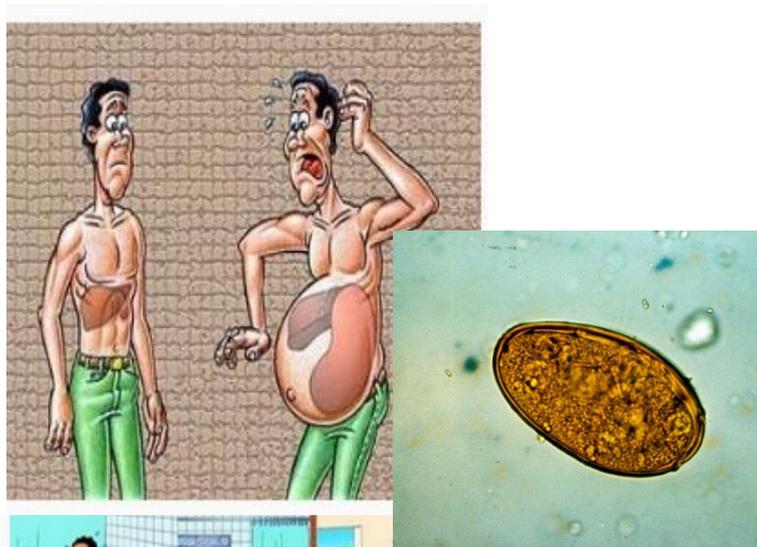
Fonte: Santos et al (2014)

## Indicadores de contaminação fecal



Fonte: Sperling (2014). Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos - Volume 1. Coleção Princípios do Tratamento Biológico de Água.

## Outros organismos (helmintos, *Giárdia* e *Cryptosporidium*)



Ovos de  
helmintos



*Giardia lamblia*



*Cryptosporidium*

**A Portaria de Potabilidade de Água (MS) 2.914/2011** exige análise periódica de cistos de *Giárdia* e oocistos de *Cryptosporidium* nos pontos de captação dos mananciais de água superficial com média geométrica anual igual ou superior a 1.000 *E.Coli*/100 mL

## Cloro residual

### Artigo Técnico

#### Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês *Dutch Visitors Programme*

*Drinking water, wastewater and sanitation in Brazil and in The Netherlands within the Dutch Visitation Program Dutch Visitors Programme*

Michelle Matos de Souza<sup>1</sup>, Ana Silvia Perelra Santos<sup>2</sup>



Cloro residual é indicado para garantir a desinfecção da água

“... na Holanda, não se permite a desinfecção das águas com cloro, por causa da possível formação de trihalometanos, em presença de matéria orgânica, portanto, o parâmetro cloro residual não se aplica na região. No Brasil, novamente em função das incertezas em relação às condições operacionais dos constituintes do sistema de distribuição de água, determina-se um cloro residual livre de no mínimo 0,2 mg/L com o objetivo de garantir proteção à contaminação ao longo da distribuição. A legislação ainda determina em seu Art. 35 que mesmo a desinfecção ocorrendo por outro método, deve-se aplicar o cloro para garantir o parâmetro estabelecido de cloro residual mínimo.”

1. Atividade introdutória

2. Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

3. Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

4. Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

5. Tipos de água e critérios de qualidade

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

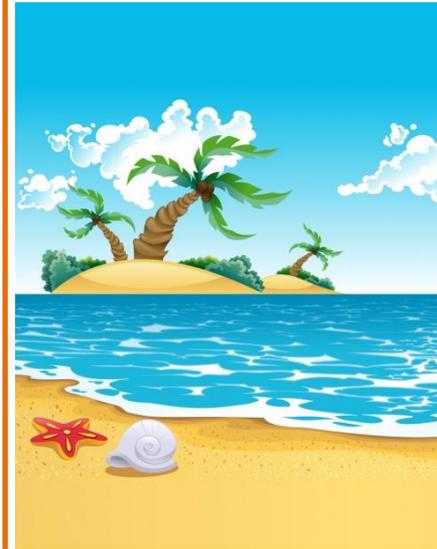
## Água superficial



## Água subterrânea



## Água do mar



## Água de fontes alternativas



Para abastecimento doméstico no Brasil:

- 86% da demanda de vazão é suprida por mananciais superficiais
- 60% dos municípios adotam mananciais superficiais

## Água superficial doce



O Brasil detém a maior quantidade de água doce do mundo: 12% (entretanto mal distribuída)

34 milhões de litros de água para cada brasileiro

O rio Amazonas é o maior rio do mundo...

Os nossos principais usos são:

- Irrigação
- Abastecimento humano
- Abastecimento industrial
- Recreacional

## Água superficial doce

### CONAMA 357/2005 – Classifica os corpos d'água segundo usos

Hortalças e frutas consumidas cruas	Classe 1 →	DBO < 3 mg/L Turbidez < 40 UNT CTermo < 200 /100 mL
Outras hortalças, frutas, parques, jardins, campos	Classe 2 →	DBO < 5 mg/L Turbidez < 100 UNT CTermo < 1000 /100 mL
Arbóreas, cerealíferas, forrageiras	Classe 3 →	DBO < 10 mg/L Turbidez < 100 UNT CTermo < 4000 /100 mL

O Brasil detém a maior quantidade de água doce do mundo: 12% (entretanto mau distribuída)

34 milhões de litros de água para cada brasileiro

O rio Amazonas é o maior rio do mundo...

Os nossos principais usos são:

- Irrigação
- Abastecimento humano
- Abastecimento industrial
- Recreacional

## Água superficial doce

### Portaria 2914/2011 – Potabilidade de água p/ consumo humano

- Coliformes totais : ausência em 100 mL na saída do tratamento
- E. Coli: ausência em 100 mL em todo o sistema de abastecimento
- Turbidez: < 0,5 uT na saída do tratamento; < 5,0 uT no sistema de distribuição
- Cloro residual livre > 0,2 mg/L

Mesmo com a desinfecção por outro método, deve-se aplicar o cloro para garantir o parâmetro estabelecido de cloro residual livre

O Brasil detém a maior quantidade de água doce do mundo: 12% (entretanto mau distribuída)

34 milhões de litros de água para cada brasileiro

O rio Amazonas é o maior rio do mundo...

Os nossos principais usos são:

- Irrigação
- Abastecimento humano
- Abastecimento industrial
- Recreacional

## Água superficial doce

### CONAMA 274/2000 – Balneabilidade de corpos d'água

A água é própria para recreação de contato primário quando:

- Coliformes Termotolerantes < 1000 NMP/100 mL
- E. Coli < 800 NMP/100 mL
- Enterococos < 100 NMP/100 mL
- pH entre 6 e 9

O Brasil detém a maior quantidade de água doce do mundo: 12% (entretanto mau distribuída)

34 milhões de litros de água para cada brasileiro

O rio Amazonas é o maior rio do mundo...

Os nossos principais usos são:

- Irrigação
- Abastecimento humano
- Abastecimento industrial
- Recreacional

1. Atividade introdutória

2. Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

3. Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

4. Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

5. Tipos de água e critérios de qualidade

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

## No Brasil

1997

↓  
**NBR 13.969/1997**

Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação

## No Brasil – NBR 13.969/1977

- classe 1: Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 mL; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.

Nesse nível, serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração.

Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante;



- classe 2: lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 500 NMP/100 mL, cloro residual superior a 0,5 mg/L.

Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção.

Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;



## No Brasil – NBR 13.969/1977

- classe 3: reuso nas descargas dos vasos sanitários: turbidez inferior a 10, coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 mL. Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão;



- classe 4: reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Coliforme fecal inferior a 5 000 NMP/100 mL e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/L. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.



Não deve ser permitido o uso, mesmo desinfetado, para irrigação das hortaliças e frutas de ramas rastejantes. Admite-se seu reuso para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras árvores frutíferas, interrompendo a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita.

## No Brasil – NBR 13.969/1977

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Lavagem de carro e outros usos com possibilidade de aspiração de aerossóis	Lavagem de pisos, calçadas, irrigação de jardins e manutenção de lagos e canais paisagísticos	Reuso em descargas de vasos sanitários	pomares, cereais, forragens, pastagem e outros cultivos com esc. superficial ou irrigação pontual
T < 5 NTU CF < 200 NMP/100 mL SDT < 200 mg/L 6 < pH < 8 0,5 < Cl. Res. < 1,5 mg/L	< 5 NTU CF < 500 NMP/100 mL Cl. Res. > 0,5 mg/L	< 10 NTU CF < 500 NMP/100 mL	CF < 5.000 NMP/100 mL OD > 2,0 mg/L
Requer tratamento aeróbio + filtração + cloração	Requer tratamento aeróbio + filtração de areia + desinfecção	Normalmente água de máquina de lavar satisfaz e requer somente cloração. Em casos gerais, idem Classe 2	-

Diversas determinam o reuso de água de chuva em edificações públicas, ou reuso de efluente tratado em atividades menos nobres, porém normalmente não indicam padrão mínimo de qualidade requerido. Algumas indicam padrões sugeridos pela NBR 13.969/1977 ou os padrões sugeridos pela OMS

## No Brasil

1997

2002

**NBR 13.969/1997**

Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação

**Lei Municipal SP 13.276/2002**

Torna obrigatória a execução de reservatórios para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>

## No Brasil

1997

### **NBR 13.969/1997**

Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação

2002

### **Lei Municipal SP 13.276/2002**

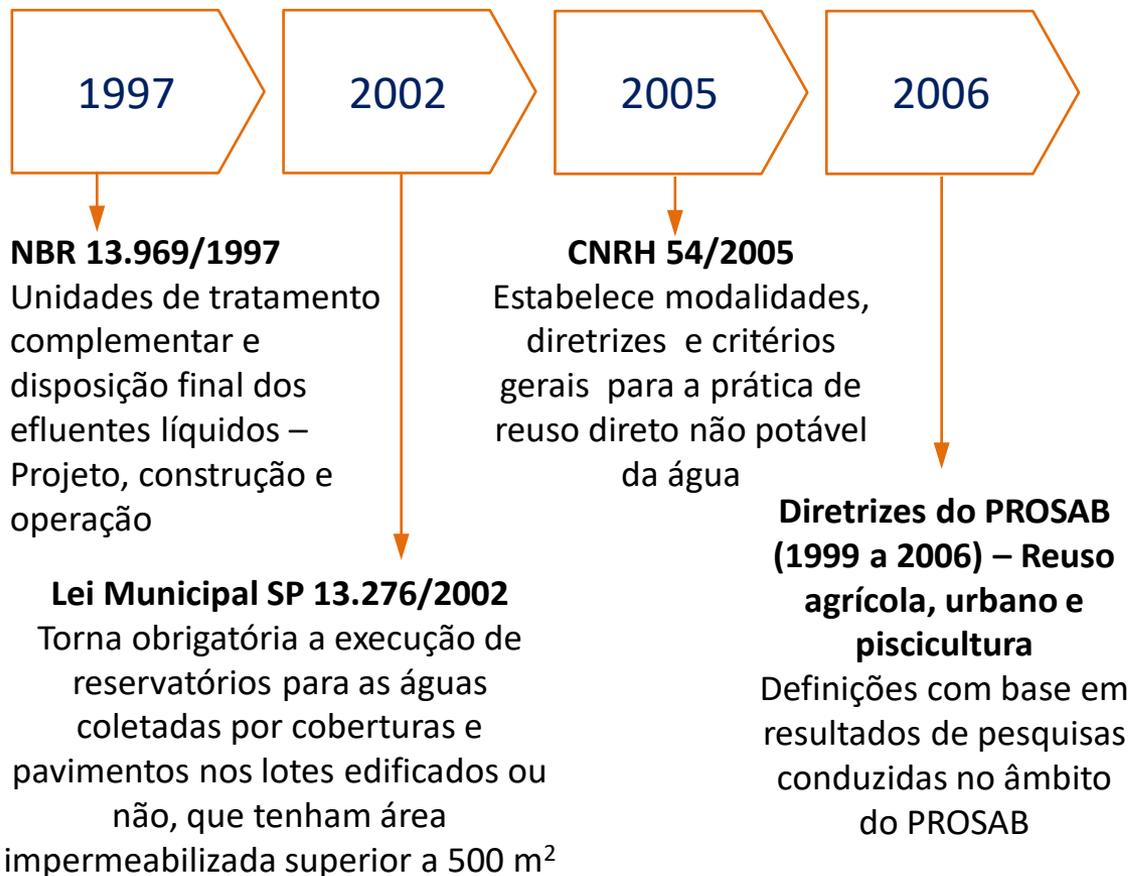
Torna obrigatória a execução de reservatórios para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>

2005

### **CNRH 54/2005**

Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável da água

## No Brasil



## No Brasil – Diretrizes do PROSAB

### Reuso Agrícola

Categoria	CTer por 100 mL	Ovos helmintos/L	Observações
<p><b>Irrestrita</b> Qualquer cultura, hidropônico e consumidas cruas</p>	$< 1 \times 10^3$	$\leq 1$	$\leq 1 \times 10^4$ CTer / 100mL no caso de irrigação por gotejamento de culturas que se desenvolvem distantes do nível do solo ou técnicas hidropônicas em que o contato com a parte comestível da planta seja minimizado
<p><b>Restrita</b> Hidropônico e qualquer cultura ingerida crua, culturas alimentícias e não alimentícias, forrageiras, pastagens e árvores</p>	$< 1 \times 10^4$	$\leq 1$	$\leq 1 \times 10^5$ CTer / 100mL no caso da existência de barreiras adicionais de proteção ao trabalhador. É facultado o uso de efluentes (primários e secundários) de técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos, desde que associado à irrigação subsuperficial.

## No Brasil – Diretrizes do PROSAB

### Reuso Urbano

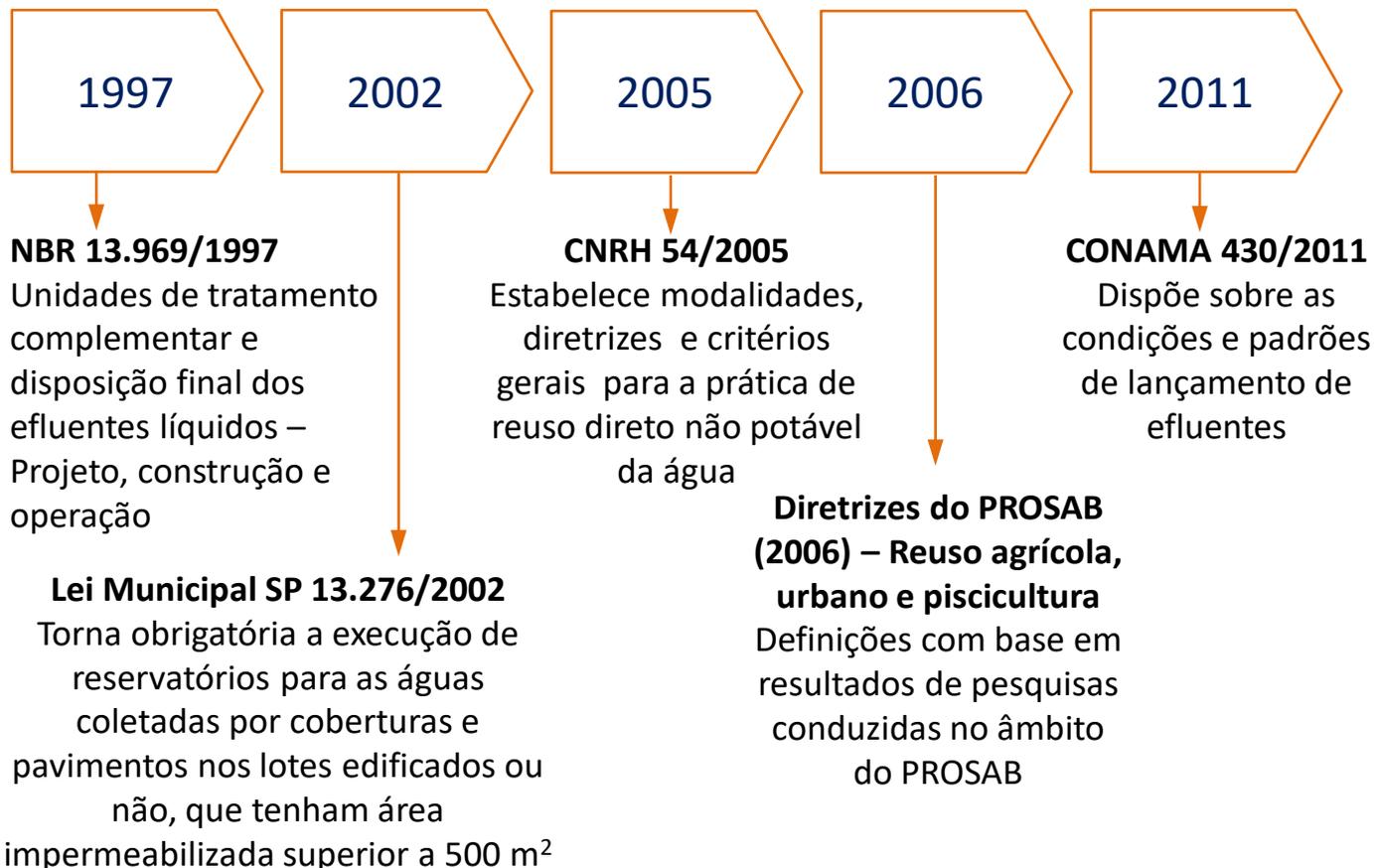
Categoria	CTer por 100 mL	Ovos helmintos/L
<b>Usos irrestritos</b> Irrigação (campos de esporte, parques, jardins e cemitérios); usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso irrestrito ao público, limpeza de ruas	< 200	≤ 1
<b>Usos restritos</b> Irrigação (parques, canteiros de rodovias); usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso controlado ou restrito ao público, abatimento de poeira em estradas vicinais, usos na construção	< 1 x 10 <sup>4</sup>	≤ 1
<b>Descarga de toaletes</b>	< 1 x 10 <sup>3</sup>	≤ 1

## No Brasil – Diretrizes do PROSAB

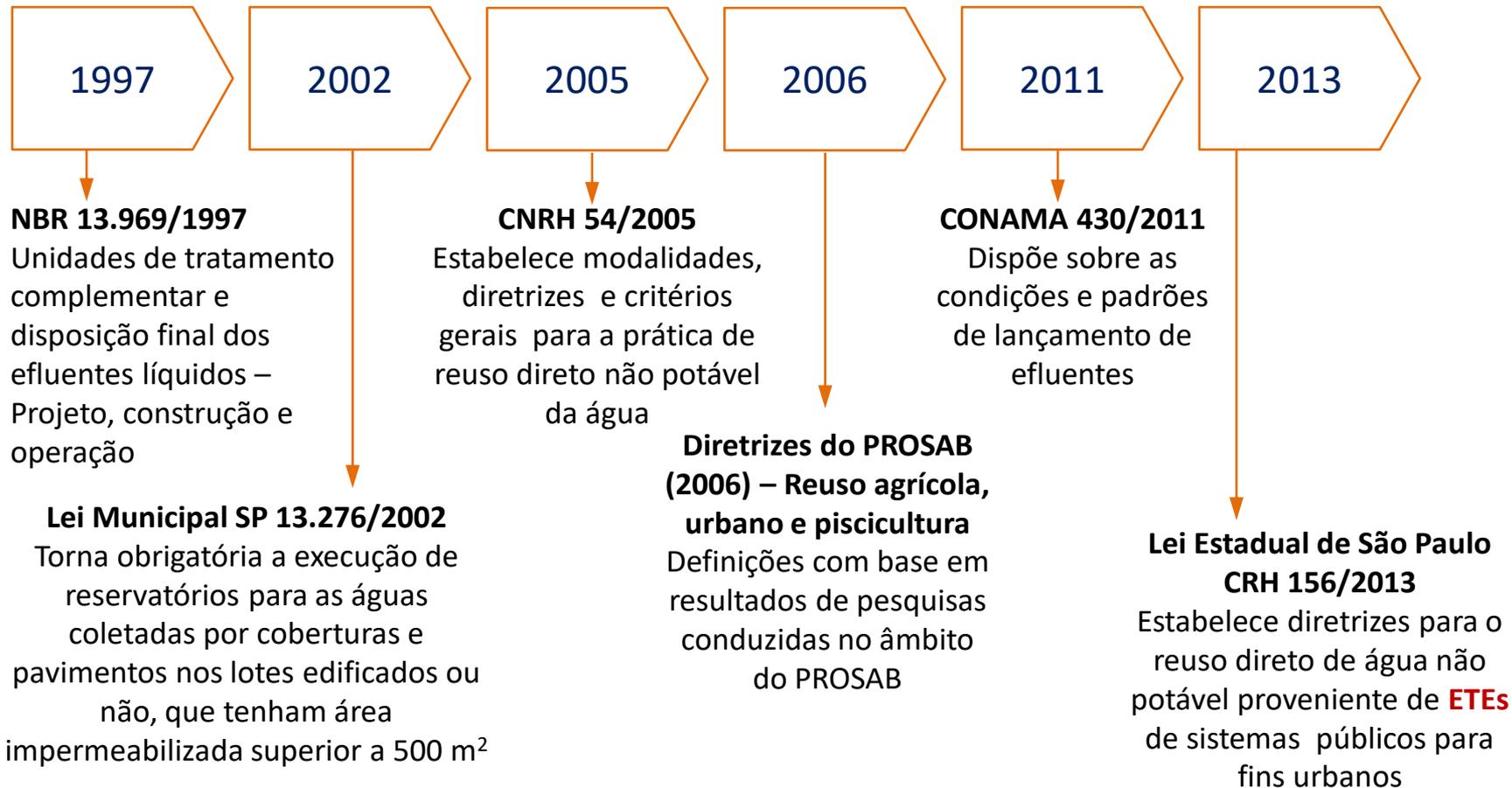
## Reuso Piscicultura

Ponto de amostragem	CTer por 100 mL	Ovos de helmintos (Nematóides intestinais humanos)	Ovos de helmintos (Trematóides)
Afluente ao tanque de piscicultura	$< 1 \times 10^4$	$\leq 1$	ND
No tanque de piscicultura	$< 1 \times 10^3$	$\leq 1$	ND

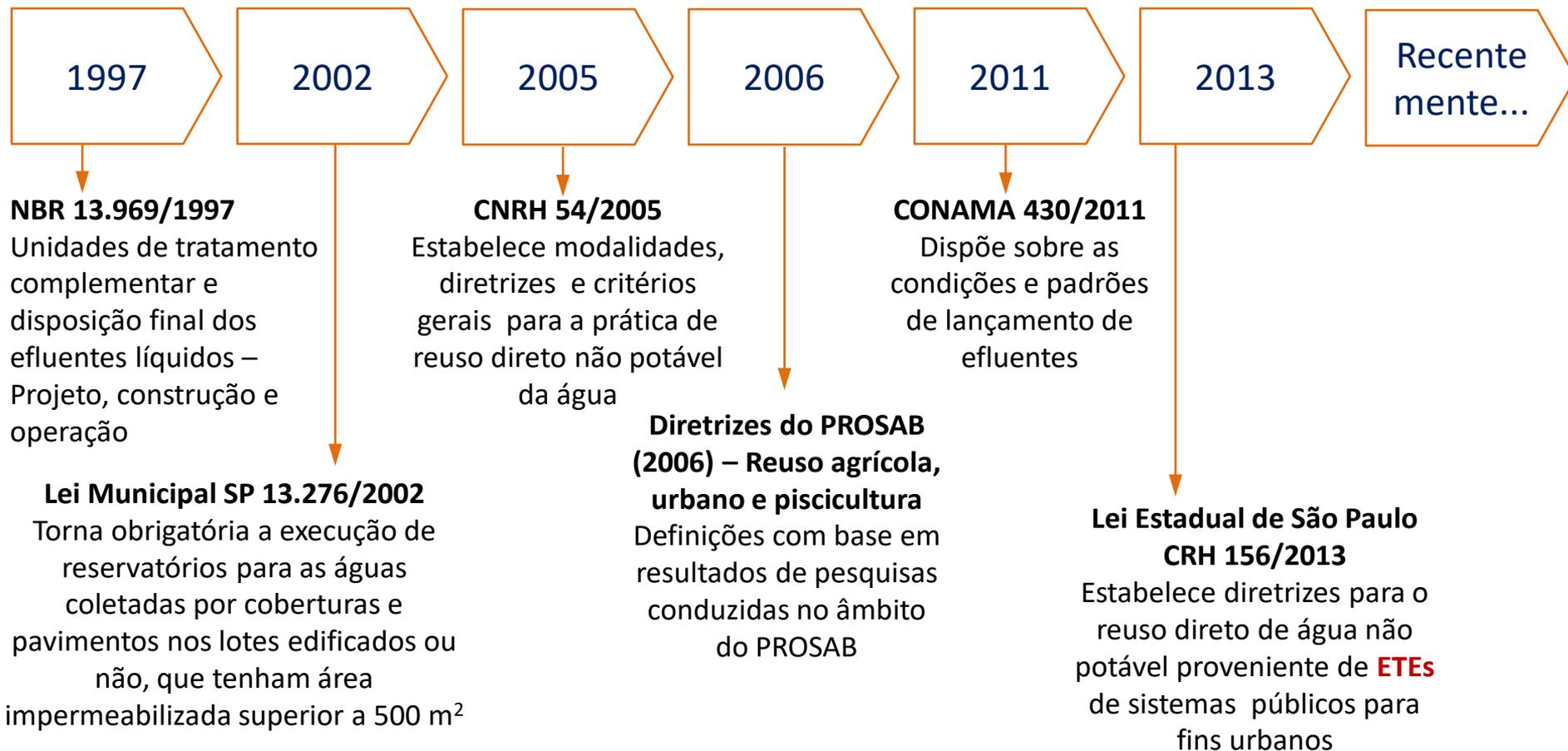
## No Brasil



## No Brasil



## No Brasil



## No Brasil – Resolução (Campinas) 09/2014

O reuso abrange as seguintes modalidades:

- I. Reuso para fins urbanos destinados a irrigação paisagística, de caráter esporádico, ou sazonal, de parques, jardins, campos de esporte e de lazer urbanos, ou áreas verdes de qualquer espécie;
- II. Lavagem de logradouros e outros espaços, públicos e privados;
- III. Construção civil, incorporada ao concreto não estrutural, cura de concreto em obras, umectação para compactação em terraplenagens, lamas de perfuração em métodos não destrutivos para escavação de túneis e instalação de dutos, resfriamento de rolos compressores em pavimentação e controle de poeira em obras e aterros;
- IV. Combate a incêndios pelo Corpo de Bombeiros
- V. Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos;
- VI. Lavagem automatizada externa de veículos, caminhões de resíduos sólidos domésticos, de coleta seletiva, de construção civil, trens e aviões;
- VII. Usos em processos, atividades e operações industriais.

## No Brasil – Resolução (Campinas) 09/2014

### Classe A

Parâmetro	Valor máximo permitido
CTermo ou E. Coli	100 NMP/100 mL
Turbidez	1 NTU
DBO	5 mg/L
SST	5 mg/L
Cloro Res. Total	> 1,5 mg/L
Cloro Res. Livre	> 1,0 mg/L

**Combate a incêndio e lavagem automatizada externa de veículos**

### Classe B

Parâmetro	Valor máximo permitido
CTermo ou E. Coli	200 NMP/100 mL
Giardia e Criptosp.	0,05 cistos ou oocisto
Turbidez	5 NTU
DBO	30 mg/L
SST	30 mg/L
Cloro Res. Total	< 3,0 mg/L
Cloro Res. Livre	< 2,0 mg/L

**Irrigação paisagística, lavagem de logradouros, construção civil, desobstrução de galerias e redes de esgoto**

## No Brasil – Resolução (Estado SP) 01/2017

- ✓ que o reúso direto não potável de água configura-se como iniciativa importante para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, incluindo o estabelecimento de padrões menos exigentes para usos não nobres da água;

O reuso abrange as seguintes modalidades:

- I. Irrigação paisagística (possibilidade de contato direto do público)
- II. Lavagem de logradouros e outros espaços, públicos e privados;
- III. Construção civil
- IV. Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos;
- V. Lavagem de veículos (trens, ônibus, caminhões de lixo e de construção civil);
- VI. Combate a incêndios pelo Corpo de Bombeiros

## No Brasil – Resolução (Estado SP) 01/2017

Padrões de qualidade		Categorias de reuso	
Parâmetro	Unidade	Restrição Moderada	Restrição Severa
pH	-	6 a 9	6 a 9
DBO	mg/L	≤ 10	≤ 30
Turbidez (antes da desinfecção)	UNT	≤ 2	-
SST	mg/L	Critério da turbidez	≤ 30
CTermo	UFC/100 mL	Não detectável	< 200 (para E.Coli < 120)
Ovos de helmintos	Ovo/L	< 1	1
Cloro Res. Total	mg/L	< 1	< 1

No caso do uso de membrana filtrante SST não poderá exceder 0,5 mg/L

## No Brasil – INTERÁGUAS

Tratamento		Uso agrícola restrito	Uso agrícola irrestrito	Uso urbano restrito	Uso urbano irrestrito	Uso industrial	Uso Ambiental	Uso na aquicultura
		Secundário desinfecção <sup>(2)</sup>	Secundário Filtração desinfecção	Secundário + desinfecção <sup>(2)</sup>	Secundário Filtração desinfecção	Secundário + desinfecção <sup>(2)</sup>	Secundário + desinfecção <sup>(2)</sup>	Secundário + desinfecção <sup>(2)</sup>
Critérios indicadores de Patógenos	Coliformes Termotolerantes	< 10 <sup>3</sup> NMP/100 mL <sup>(2)</sup>	< 10 NMP/100 mL	< 10 <sup>3</sup> NMP/100 mL <sup>(2)</sup>	< 10 NMP/100 mL	< 10 <sup>3</sup> /100 mL <sup>(2)(6)</sup>	< 10 <sup>3</sup> /100 mL <sup>(2)</sup>	< 10 <sup>3</sup> /100 mL <sup>(2)</sup>
	Ovos helmintos	< 1 ovo de helminto/L <sup>(2)</sup>	< 1 ovo de helminto/L	< 1 ovo de helminto/L <sup>(2)</sup>	< 1 ovo de helminto/L	-	< 1 ovo de helminto/L e ausência de trematódeos intestinais	< 1 ovo de helminto/L e ausência de trematódeos intestinais
Outros Critérios	pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	-	-	-
	DBO	< 30 mg/L	< 15 mg/L	< 30 mg/L	< 15 mg/L	-	< 60 mg/L <sup>(7)</sup>	< 60 mg/L <sup>(7)</sup>
	Turbidez	-	≤ 5 UNT	-	< 5 UNT	-	-	-
	Cl <sub>(2)</sub> Residual	1 mg/L (min) <sup>(3)(4)</sup>	1 mg/L (min) <sup>(3)(4)</sup>	1 mg/L (min) <sup>(3)(4)</sup>	1 mg/L (min) <sup>(3)(4)</sup>	-	-	-
Monitoramento	Coliformes Termotolerantes	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Semanalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente	Semanalmente	Mensalmente <sup>(2)</sup>	Mensalmente <sup>(2)</sup>	Mensalmente <sup>(2)</sup>
	Ovos helmintos	Anualmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente	Mensalmente	-	Anualmente	Anualmente
	pH	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente	Mensalmente	-	-	-
	DBO	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente <sup>(5)</sup>	Mensalmente	Mensalmente	-	Mensalmente	Mensalmente
	Turbidez	-	Continuamente <sup>(3)(4)(5)</sup>	-	Continuamente	-	-	-
	Cl <sub>(2)</sub> Residual	Continuamente <sup>(3)(4)(5)</sup>	Continuamente <sup>(3)(4)(5)</sup>	Continuamente <sup>(3)(4)(5)</sup>	Continuamente <sup>(3)(4)</sup>	-	-	-

Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## No Brasil – NBR (no prelo) : Uso de fontes alternativas de água não potável

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade para uso da água não potável

Parâmetros	Limite
pH	6,0 a 9,0
E. Coli	≤ 200 NMP/100mL
Turbidez	≤5 UT
DBO <sub>5,20</sub>	≤20 mgO <sub>2</sub> /L
CRL (cloro residual livre)	Mínimo 0,5mg/L - Máximo de 5,0 mg/L Recomendável 0,5mg/L - Máximo de 2,0 mg/L
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) ou Condutividade elétrica <sup>1</sup>	≤2.000 mg/L ou ≤ 3.200 μS/cm
Carbono Orgânico Total (COT) <sup>2</sup>	< 4mg/L

<sup>(1)</sup> Os valores de condutividade apresentam correlação com os Sólidos Dissolvidos Totais. Uma outra opção é realizar a análise dos Sólidos Dissolvidos Totais.

<sup>(2)</sup> Somente para água de rebaixamento de lençol.

Fonte: Ainda não está disponível para acesso

## No mundo

### II-487 - REÚSO DE ÁGUA PARA FINS URBANOS NÃO POTÁVEIS: REGULAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL, E CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA.

**Amanda Teixeira de Rezende<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**Renata de Oliveira Pereira<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Civil pela UFV. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA) da UFJF - ESA/UFJF.

**Ana Silvia Pereira Santos<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Doutora em Engenharia Civil pela UFRJ. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - DESMA/UERJ.

**Jonathas Batista Gonçalves Silva<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela UFV. Mestre em Engenharia Agrícola pela UFV. Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV. Professor Adjunto do Departamento ESA/UFJF.

Fonte: Rezende et al (2017) – In: 29 Congresso ABES

**Irrestrito:** irrigação (campos de esportes, parques, jardins e cemitérios, etc.) e usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso irrestrito ao público, limpeza de ruas e pavimentos, descarga de toaletes (algumas regulações consideram este uso como uma categoria a parte), e outros usos com exposição similar,

**Restrito:** irrigação (parques, canteiros de rodovias, etc.) e usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso controlado ou restrito ao público, abatimento de poeira em estradas vicinais e usos na construção, desobstrução de galerias de água pluvial e combate à incêndios.

## No mundo

### Uso irrestrito

Parâmetros		DBO (mg/L)	SST (mg/L)	CTer (NMP/100mL)	Turb. (UT)	pH	Ovos helm. /L	Óleos graxas (mg/L)	Cloro Res. (mg/L)	Cor (uC)
Espanha	Irrestrito		≤ 20	≤ 200	≤ 10		≤ 0,1			
Portugal	C. Direto	≤ 20	≤ 20	≤ 240	≤ 1			< 15		
México	Irrestrito	≤ 10	≤ 20	ND	≤ 2	6,0 – 9,0			> 0,1/0,3	
Japão	Recreativ			ND	≤ 2				> 0,1/0,4	≤ 10
Grécia	Irrestrito		≤ 20	≤ 100	≤ 1		≤ 1			
Chipre	Irrestrito	≤ 15	≤ 15	≤ 100			AU			
Israel	Irrestrito	≤ 15	≤ 10	≤ 12/2,2						
Arábia Saudita	Irrestrito	≤ 10	≤ 10	≤ 2,2		6,0 – 8,4	≤ 1			
Região Mediterrânea	Irrestrito		≤ 10	≤ 200			< 0,1			
Austrália	Uso 2	≤ 20	≤ 30	≤ 10	< 5	6,5 – 8,5			0,2 - 2,0	
USA	Irrestrito	≤ 10		ND	≤ 2	6,0 – 9,0			≥ 1,0	

Fonte: Rezende et al (2017) – In: 29 Congresso ABES

## No mundo

### Uso restrito

Parâmetros		DBO (mg/L)	SST (mg/L)	CTer (NMP/100mL)	Turb. (UT)	pH	Ovos helm. /L	Óleos graxas (mg/L)	Cloro Res. (mg/L)	Cor (uC)
Espanha	Restrito		≤ 35	≤ 1x10 <sup>4</sup>						
Portugal	Restrito	≤ 45	≤ 45	≤ 1000	≤ 2	6,0 – 9,0		< 15		
México	C. indireto	≤ 30	≤ 30	≤ 1000	≤ 5				> 0,1/1	
Japão	Paisag.			≤ 1000	≤ 2					≤ 40
Grécia	Restrito			≤ 1x10 <sup>4</sup>	≤ 1					
Chipre	Restrito	≤ 30	≤ 45	≤ 1000			AU			
Israel	Restrito	≤ 35	≤ 20	≤ 250						
Arábia Saudita	Restrito	≤ 40	≤ 40	≤ 1000			ND			
Região Mediterrânea	Restrito		≤ 20 ≤ 150	≤ 1000			< 0,1			
Austrália	Uso 3	≤ 20	≤ 30	≤ 1000	< 5	6,0 – 8,5			0,2 - 2,0	
USA	Restrito	≤ 30	≤ 30	≤ 200		6,0 – 9,0			≥ 1,0	

Fonte: Rezende et al (2017) – In: 29 Congresso ABES

## No mundo – México

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≥ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

Fonte: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-15-13.pdf>

## No mundo – Organização Mundial de Saúde (OMS)

Categoria	Opção	Remoção de patógenos (Log)	Qualidade do efluente	
			E.Coli/100 mL	Ovos de Helmintos/L
Irrestrita	Tubérculos	4	$< 10^3$	< 1
	Folhas	3	$< 10^4$	
	Distante do solo	2	$< 10^5$	
	Rente ao solo	4	$< 10^3$	
Restrita	Baixo nível tecnológico	4	$< 10^4$	
	Alto nível tecnológico	3	$< 10^5$	
	Reduzida capacidade de remoção de patógenos	<1	$< 10^6$	

Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## No mundo – *United States Environmental Protection (USEPA)*

Tipo de reuso	Limites recomendados
<b>Reuso Urbano:</b> Todos os tipos de irrigação de áreas jardinadas (campos de golfe, parques, cemitérios, lavagem de carros, descargas de banheiros, combate a incêndios, sistemas comerciais de ar condicionado, e outros usos com acesso a exposição semelhante à água.	pH=6 a 9 DBO $\leq$ 10 mg/L Turbidez $\leq$ 2UT CF- Não detectável Cloro Residual $\geq$ 1 mg/L
<b>Represas de uso recreacional:</b> Contato secundário (como pesca e remo), ou contato primário quando permitido.	
<b>Irrigação com acesso restrito, proibido ou pouco frequente:</b> gramados, áreas florestadas.	pH=6 a 9 DBO $\leq$ 30 mg/L SST $\leq$ 30 mg/L CF $\leq$ 200/100mL Cloro Residual $\geq$ 1 mg/L
<b>Represas paisagísticas:</b> em que o contato primário não é permitido.	
<b>Reuso na construção civil:</b> compactação do solo. Controle de poeira, lavagem de agregado e preparo de concreto.	

Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## No mundo – *United States Environmental Protection (USEPA)*

Tipo de reuso	Limites recomendados
<b>Reuso agrícola - plantação de alimentos que não são processados industrialmente:</b> Irrigação de superfície ou por aspersão de quaisquer alimentos, incluindo aqueles que podem ser consumidos crus	pH=6 a 9 DBO $\leq$ 10 mg/L Turbidez $\leq$ 2UT CF- Não detectável Cloro Residual $\geq$ 1 mg/L
<b>Reuso agrícola - plantação de alimentos processados industrialmente:</b> irrigação de superfície de pomares e vinhedos	pH=6 a 9 DBO $\leq$ 30 mg/L SST $\leq$ 30 mg/L CF $\leq$ 200/100mL Cloro Residual $\geq$ 1 mg/L
<b>Reuso agrícola - plantação de não alimentos:</b> pasto para gado, leiteiro, forragem, fibras, grãos	
<b>Reuso industrial:</b> Torres de resfriamento Uso em pântanos, terras úmidas, habitat de vida selvagem	
<b>Recarga de aquíferos</b>	Variável em local e uso

Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## Proposições de outros autores...

### Rezende et al (2017)

Parâmetro	Irrestrito	Restrito
CTer (NMP/100mL)	≤ 200	≤ 1000
DBO (mg/L)	≤ 10	≤ 30
SST (mg/L)	≤ 20	≤ 30
Turbidez (UNT)	≤ 2	≤ 5
pH	6 - 9	6 – 9
Cor (uC)	≤ 15	≤ 40
Ovos de helmintos /L	< 1	
CRT (mg/L)	0,5 a 2,0	0,5 a 2,0
Odor	Não ofensivo	Não ofensivo
Óleos e graxas	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes

Fonte: Rezende et al (2017) – In: 29 Congresso ABES

## Proposições de outros autores...

## Santos et al (no prelo)

Documento	Coliformes	Ovos helm.	Turbidez	DBO	Sólidos	Cloro residual
	Org/100 mL	(un/L)	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
CONAMA 357/05 (a)	200 (Ct)	-	40	3	-	-
CONAMA 357/05 (b)	1000 (Ct)	-	100	5	-	-
CONAMA 357/05 (c)	4000 (Ct)	-	100	10	-	-
CONAMA 274/00	1000 (Ct) 800 (E.Coli)	-	-	-	-	-
Portaria MS 2.914/11 *	Ausência (Ct e E.Coli)	-	5	-	-	> 0,2 (L)
NBR 13.969/97 (I)	200 (Ct)	-	5	-	200 (SDT)	0,5-1,5
NBR 13.969/97 (II)	500 (Ct)	-	5	-	-	> 0,5
NBR 13.969/97 (III)	500 (Ct)	-	10	-	-	> 0,5
NBR 13.969/97 (IV)	5000 (Ct)	-	-	-	-	-
NBR em consulta	200 (Ct)	-	5	20	2000 (SDT)	0,5-5,0 (T) 0,5-2,0 (L)
PROSAB (AI)	10 <sup>3</sup> (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (AR)	10 <sup>4</sup> (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (UI)	200 (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (UR)	10 <sup>4</sup> (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (UDesc)	10 <sup>3</sup> (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (P afl.)	10 <sup>4</sup> (Ct)	1	-	-	-	-
PROSAB (P int.)	10 <sup>3</sup> (Ct)	1	-	-	-	-

## Proposições de outros autores...

### Santos et al (ainda em elaboração)

Documento	Coliformes	Ovos helm.	Turbidez	DBO	Sólidos	Cloro residual
	Org/100 mL	(un/L)	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
INTERÁGUAS (AR)	10 <sup>3</sup> (Ct)	<u>1</u>	-	30	-	1,0
INTERÁGUAS (AI)	10 (Ct)	<u>1</u>	<u>5</u>	15	-	1,0
INTERÁGUAS (UR)	10 <sup>5</sup> (Ct)	<u>1</u>	-	30	-	1,0
INTERÁGUAS (UI)	10 (Ct)	<u>1</u>	<u>5</u>	15	-	1,0
INTERÁGUAS (Ind)	10 <sup>3</sup> (Ct)	<u>1</u>	-	-	-	1,0
INTERÁGUAS (Amb)	10 <sup>3</sup> (Ct)	1****	-	60	-	1,0
INTERÁGUAS (Aqui)	10 <sup>3</sup> (Ct)	1****	-	60	-	1,0
Campinas (A)	100 (Ct)	-	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>5</u> (SST)	> 1,5 (T) >1,0 (L)
Campinas (B)	200 (Ct)	-	<u>5</u>	30	30 (SST)	< 3,0 (T) < 2,0 (L)
São Paulo (RM)	ND	<u>1</u>	<u>2</u>	10	0,5 (SST) **	< 1,0 (T)
São Paulo (RS)	200 (Ct) 120 (E.Coli)	<u>1</u>	-	30	30 (SST)	< 1,0 (T)
Ceará (Urb)	5000*** (Ct)	<u>1</u>	-	-	-	-
Ceará (AgrFlo – a)	ND (Ct)	ND	-	-	-	-
Ceará (AgrFlo – b)	1000 (Ct)	<u>1</u>	-	-	-	-
Ceará (Amb)	10000 (Ct)	<u>1</u>	-	-	-	-
Ceará (Aqui)	1000 (Ct)	<u>1</u>	-	-	-	-

## Proposições de outros autores...

### Santos et al (ainda em elaboração)

**Legenda:** \* no sistema de distribuição; \*\* para o caso de uso de membrana filtrante; \*\*\* para fins de irrigação paisagística, o parâmetro “Coliformes Termotolerantes” deve ser até 1000/100 mL; \*\*\*\* Ausência de trematódeos intestinais; Ct – Coliformes Termotolerantes; E.Coli – *Escherichia coli*; SDT – Sólidos Dissolvidos Totais; SST – Sólidos Suspensos Totais; T – cloro residual total; L – cloro residual livre (a) irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas sem a remoção de películas; (b) irrigação de outras hortaliças, frutas, parques, jardins e campos; (c) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; (I) classe I: lavagem de carro e outros usos com possibilidade de aspiração de aerossóis; (II) classe II: lavagem de pisos, calçadas, irrigação de jardins e manutenção de lagos e canais paisagísticos; (III) classe III, descarga de vasos sanitários; (IV) classe IV, irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens e outros cultivos com escoamento superficial ou irrigação pontual; (AI) reuso agrícola irrestrito; (AR.) reuso agrícola restrito; (UI) reuso urbano irrestrito; (UR) reuso urbano restrito; (UDesc) reuso urbano em descarga de vaso sanitário; (P afl.) reuso em piscicultura afluente ao tanque; (P int.) reuso piscicultura dentro do tanque; (Ind) Industrial; (Amb) reuso para fins ambientais; (Aqui) reuso para aquicultura; (A) classe A: combate a incêndio e lavagem automatizada externa de veículos; (B) classe B: irrigação paisagística, lavagem de logradouros, construção civil e desobstrução de galerias e redes de esgoto; (RM) Restrição moderada; (RS) Restrição Severa; (Urb) reuso para fins urbanos; (AgrFlo – a) reuso para fins agrícolas e florestais em culturas a serem consumidas cruas, cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação; (AgrFlo – b) reuso para fins agrícolas e florestais nas demais culturas.

## Proposições de outros autores...

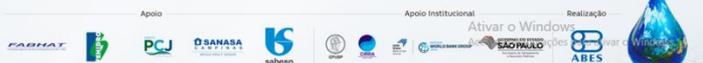
### Dr. Devendra Saroj (UK)

## Water Reuse in Great Britain

by  
Dr. Devendra Saroj and Mr Marvin Samaniego  
University of Surrey, UK

**Dr Devendra Saroj** PhD CEng FHEA  
Department of Civil and Environmental Engineering  
Faculty of Engineering and Physical Sciences  
University of Surrey  
United Kingdom

Contact: d.saroj@surrey.ac.uk



## Water reuse regulation in the UK

- There is no national water reuse strategy and no specific regulations relating to strategic, centralised supply provision of treated effluent and **this is seen as a barrier to implementing waste water reuse** (UKWIR, 2015).
- The status of water reuse as a mainstream drinking water or alternative non-potable supply is beginning to receive serious consideration, as demonstrated by Thames Water, Southern Water, and Anglian Water's **2014 Water Resource Management Plans**.
- The 2015 investigation into the ability of the existing framework of water management related regulations to effectively regulate water reuse systems (UKWIR, 2015) examined 17 relevant EU directives and **38 pieces of domestic UK legislation**. (Source: FWR Report, UK)



- **Within the framework** there are sufficient controls permitting water abstraction and discharge, control of substances and pollution, and drinking water requirements to protect against the majority of potential risks that the study identified.
- **Potable reuse**: The legal standards in the UK are those which are set in Europe in the DWD 1998 together with national standards set to maintain the high quality of water (DWI, 2009 and DWI, 2010a).

- **Non-potable reuse**: there are currently no legislative controls prescribing water quality standards for the use of non-potable water, e.g. for agriculture. However, there are regulations that apply to the use of water in the food industry:
  - The **Drinking Water Regulations 2000** (SI 2000/1297) as amended by the Water Supply Regulations 2010 (SI 2010/996). This relates to legally binding water quality improvement programmes to meet drinking water standards;
  - The **General Food Regulations 2004** (SI 2004 / 3279) and Council Regulation 178/2002;
  - **Council Directive 98/34/EC** - the Technical Standards and Regulations Directive. This requires member states to tell the European Commission, and other member states, about their technical regulations (*at a draft stage*);
  - **Security and Emergency Measures** (Water and Sewerage Undertakers) **Directive 1998**;
  - The **Security and Emergency Measures Directive 2006**: This updates the 1998 Directive in light of Water Act 2003 and provisions for licensees.
- *There are no controls to prevent cross-contamination of private drinking water supplies by non-potable reuse. The Water fittings Regulations could be extended to address this but it may well be easier to manage this via appropriate contract conditions.* (Source: FWR Report, UK)



Fonte: Simpósio Internacional Escassez Hídrica e Reúso de Água como Parte da Solução. Nov/2018 SP

## Considerações finais para o Brasil

- Determinação de padrões a serem obedecidos, de acordo com os usos pretendidos;
- Avaliação de particularidades locais e regionais em função da heterogeneidade brasileira;
- Avaliação de qualidade x risco x custo;
- Estudo dos aspectos do tratamento complementar quando necessário;
- Aplicação do monitoramento regular da água de reuso;
- Estudo de aspectos relativos à reservação da água de reuso;
- Determinação de registro e acompanhamento da aplicação;
- Cuidado com a proteção do trabalhador;
- Identificação dos veículos e dos pontos de aplicação;
- Determinação de atribuições de responsabilidades dos produtores e dos usuários;
- Na América Latina deve se ter o aumento de restrição de forma progressiva para não inviabilizar a prática;
- Nos países desenvolvidos: uso irrestrito e uso restrito;
- No Brasil: restrição moderada e restrição severa (Lei do estado de SP);
- No México: reuso para serviços ao público com contato direto e reuso em serviços ao público com contato indireto ou ocasional

## No Brasil, estamos evoluindo...



Os cigarros foram proibidos em aviões há 27 anos

**Já evoluímos!**



A lei seca tem 9 anos

**Estamos evoluindo...**



Hoje os parlamentares aposentam com valor integral, somam tempo de serviço e acumulam benefícios

**Daqui a 20 anos queremos dizer: Como um dia isso foi permitido!**



**Isso é o que queremos em relação ao reuso.  
Tudo é realizado através de lei e fiscalização**

1. Atividade introdutória

2. Conceito e aspectos gerais e específicos dos tipos de reuso

3. Aplicações práticas de reuso no Brasil e no mundo

6. Aspectos legais envolvidos na prática de reuso

4. Parâmetros de qualidade de água envolvidos na prática de reuso

7. Tecnologias e fluxogramas de reuso

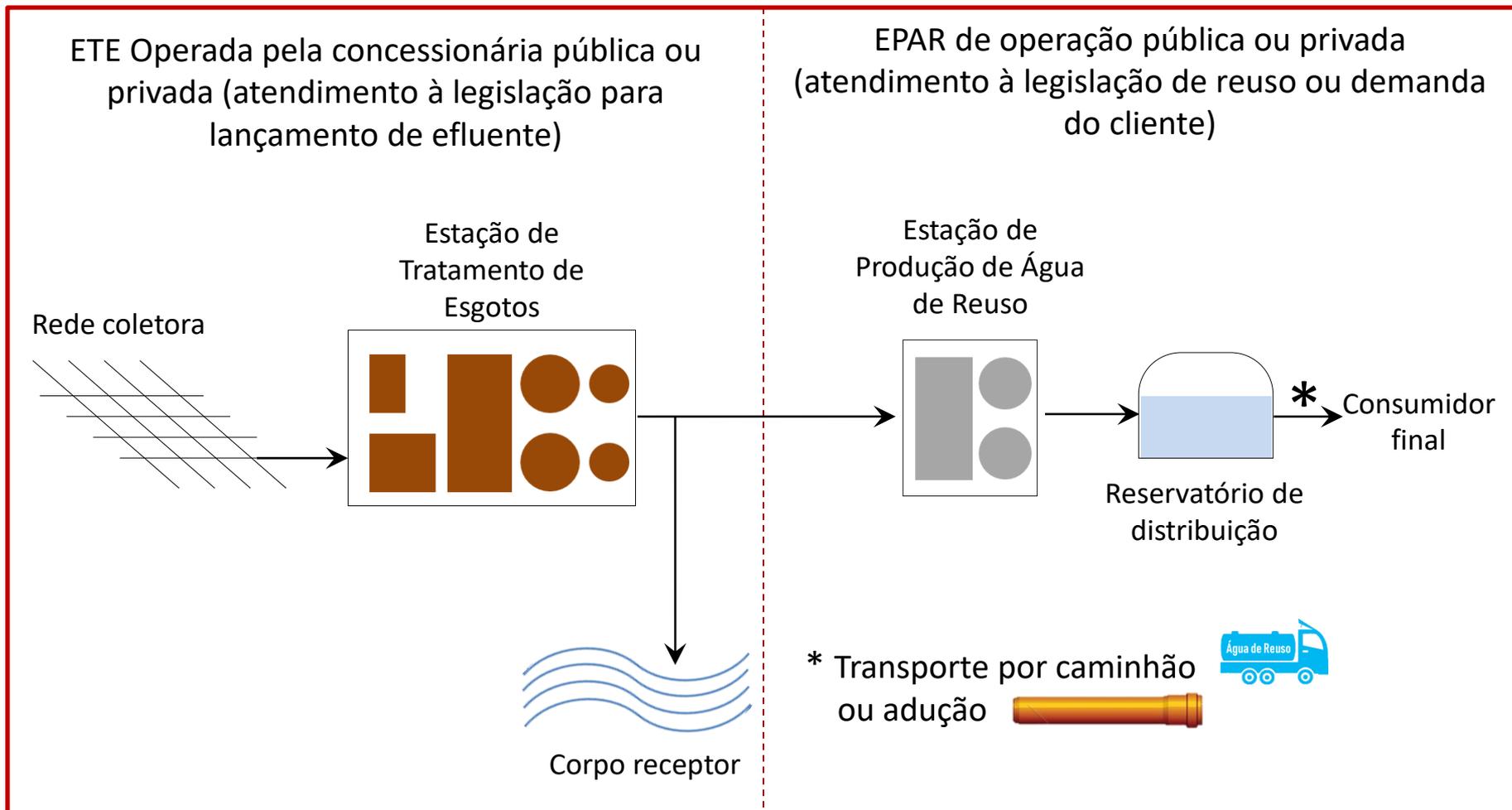
5. Tipos de água e critérios de qualidade

+ Atividade prática: projeto conceitual

+ Visita técnica

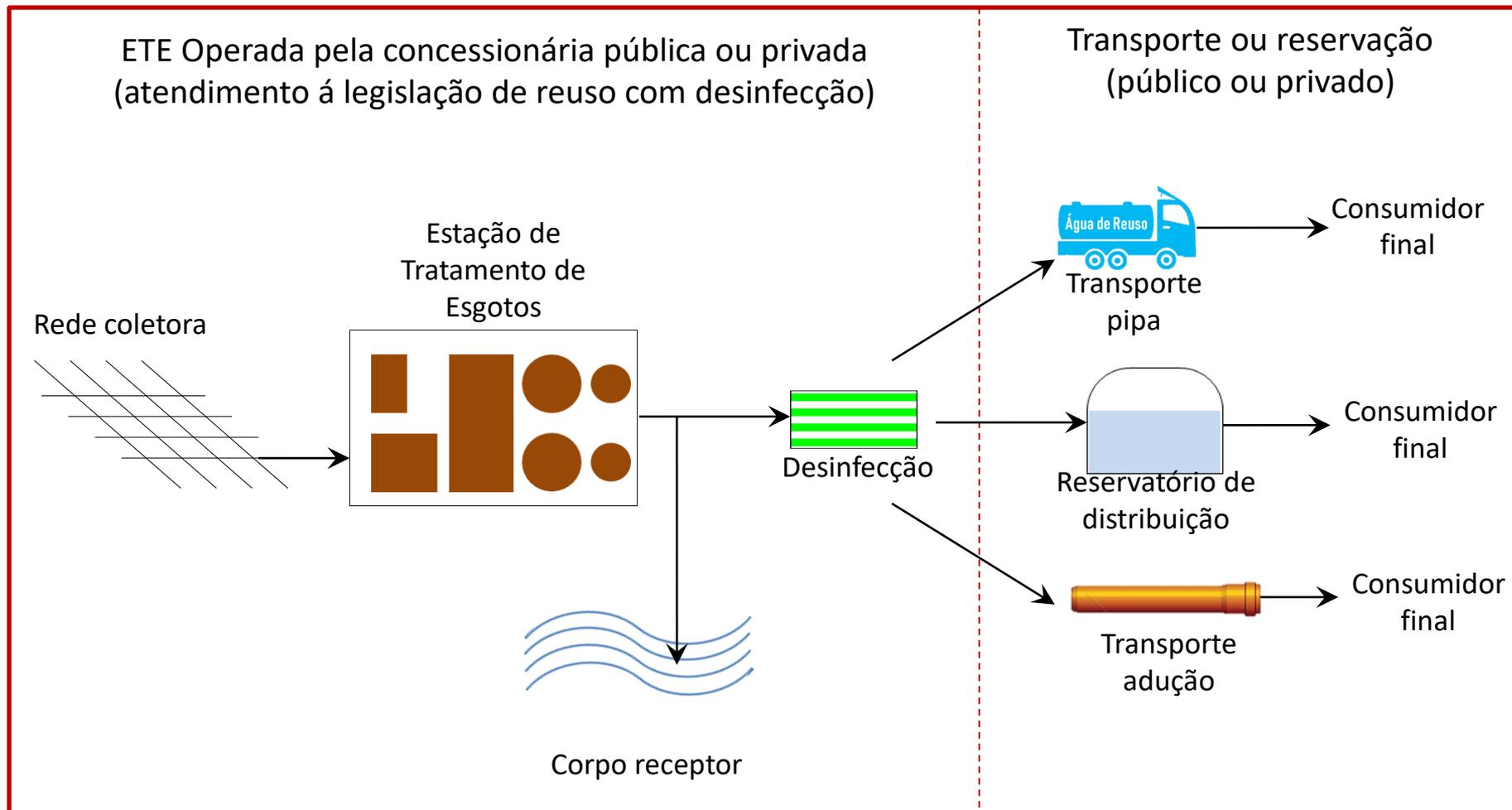
## Fluxogramas possíveis

### 1 – Efluente de ETE convencional encaminhada para EPAR



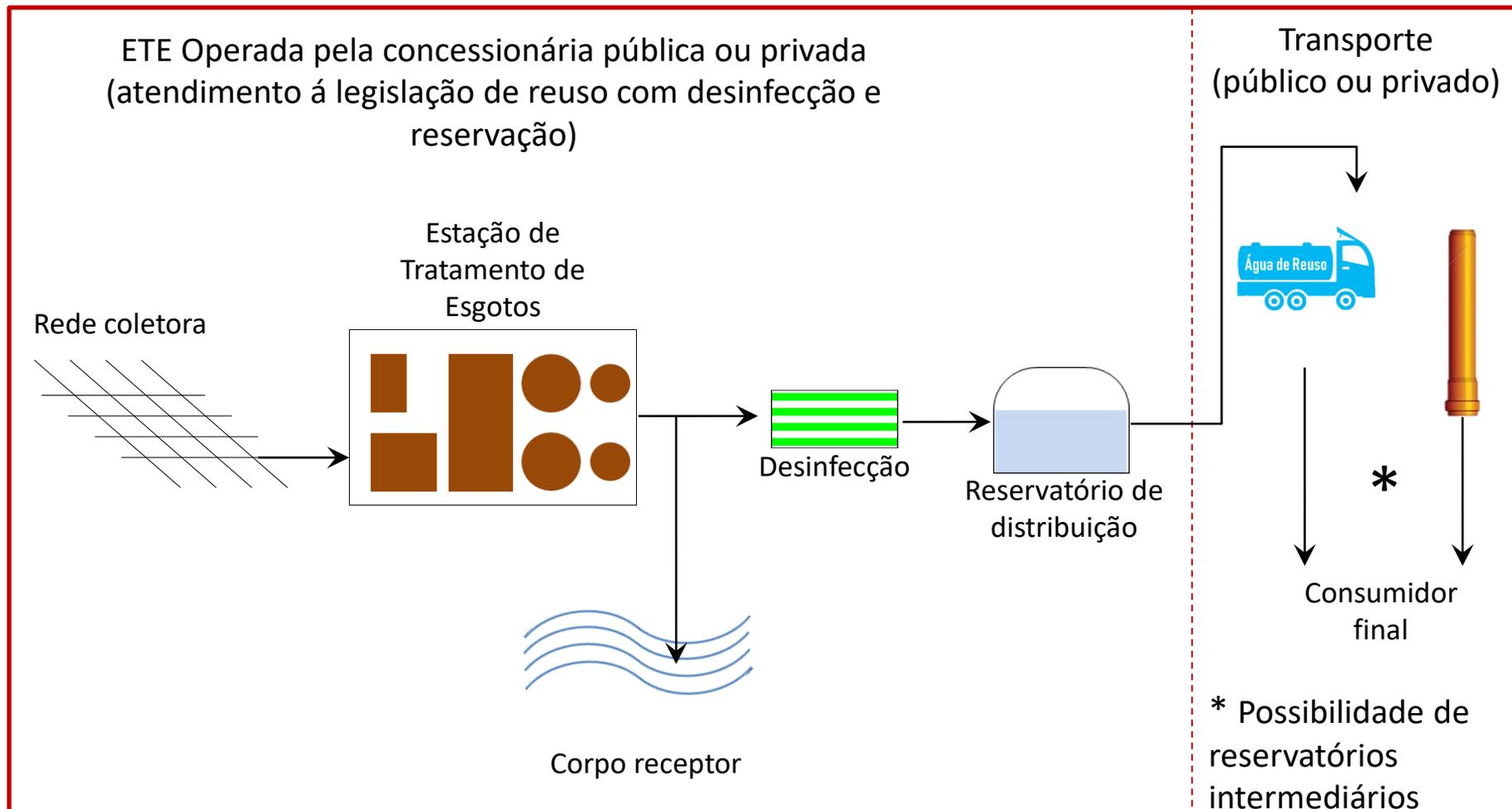
## Fluxogramas possíveis

### 2 – Otimização de ETE para produção de água de reuso (reservação externa)

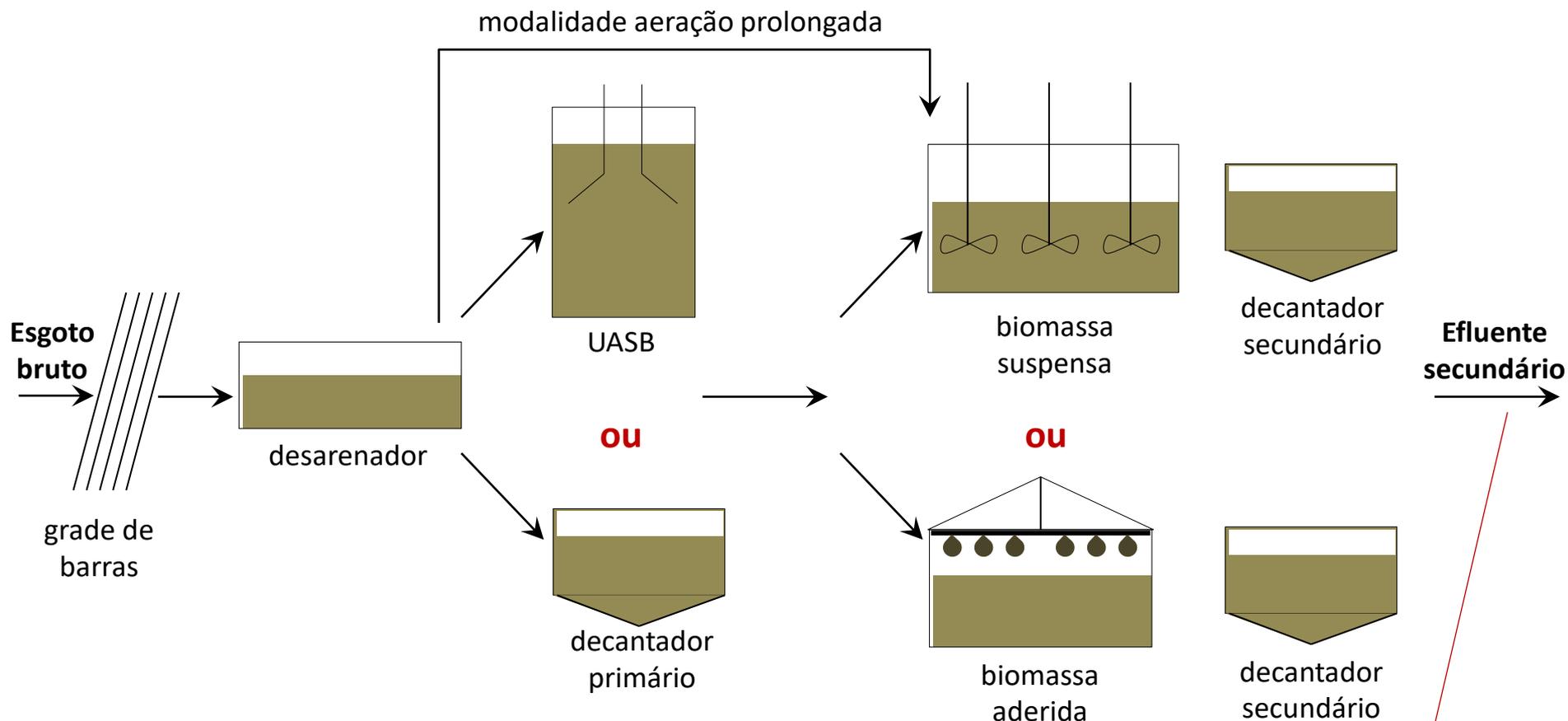


## Fluxogramas possíveis

### 3 – Otimização de ETE para produção de água de reuso (reservação interna)



## Tratamento secundário convencional (compacto)



Incluir  
Desinfecção!!!

Efluente não apto  
ao reuso  
(a não ser para fertirrigação)

### Concentração média no efluente final

DBO: 20-50 mg/L

SST: 20-40mg/L

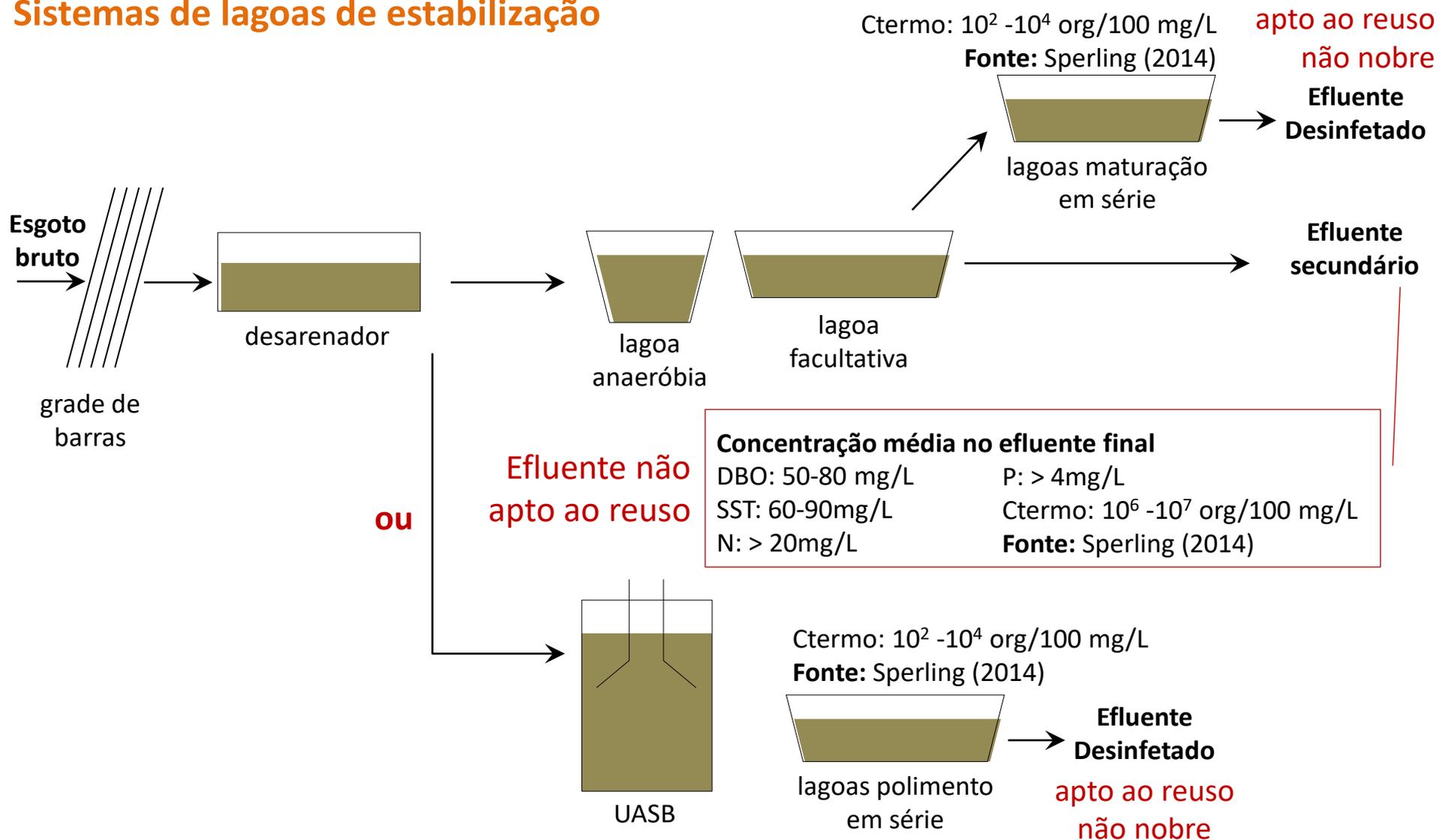
N: > 20mg/L

P: > 4mg/L

Ctermo:  $10^6$  -  $10^7$  org/100 mg/L

Fonte: Sperling (2014)

## Sistemas de lagoas de estabilização



## Sistemas avançados

Os sistemas avançados têm o objetivo de remover contaminantes específicos, como organismos patogênicos, nitrogênio, fósforo e outros .

### Sistemas de Desinfecção

- Duplo estágio (FT + UV)
- Duplo estágio (FT + Cl)
- UV direto
- Cloração direta
- Ozônio
- Lagoas de maturação
- Membranas

### Remoção de nutriente

- LA remoção de N e P
- Precipitação química P
- MBBR
- Lodo Aeróbio Granular

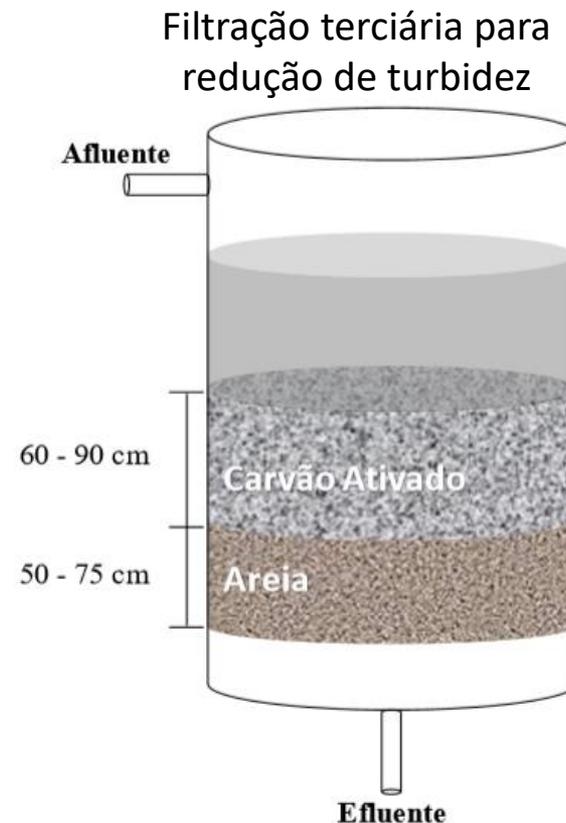
### Reuso nobre

- Membranas MF
- Membranas UF
- Membranas NF
- Osmose Inversa

(Podem remover fármacos, pesticidas, metais...)

## Sistemas avançados Desinfecção duplo estágio

Características	Antracito	Areia	Meio duplo camada antracito	Meio duplo camada Areia
Espessura do meio, mm	600-900	500 – 750	360 – 900	180 – 360
Tamanho Efetivo, mm (D <sub>60</sub> )	0,8 - 2,0	0,4 – 0,8	0,8 - 2,0	0,4 – 0,8
Coefficiente de uniformidade (U)	1,3 – 1,8	1,2 – 1,6	1,3 – 1,6	1,2 - 1,6
Taxa de filtração, ℓ/min.m <sup>2</sup>	80 – 400	80 – 240	80 – 400	80 – 400
Densidade	1,40 – 1,75	2,55 – 2,65	1,40 – 1,75	2,55 - 2,65



- Cloração, ou
- Radiação UV

Redução de turbidez  
Maior eficiência do agente desinfetante

Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## Sistemas avançados Desinfecção duplo estágio

Tabela 30 - Estatística descritiva da turbidez afluente e efluente para o **Filtro Simples**

Ponto	Número de amostras	Turbidez (NTU)			Coeficiente de variância
		Média	Min	Máx	
Afluente	15	45	13,5	87	0,53
Efluente	15	9	1,8	27	0,89

Tabela 31 - Estatística descritiva da eficiência de redução de turbidez para o **Filtro Simples**

Número de amostras	Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Coeficiente de Variância
15	79	54	95	0,17

Tabela 34 - Estatística descritiva da turbidez afluente e efluente para o **Filtro Duplo**

Ponto	Quantidade de amostras	Média (NTU)	Min (NTU)	Máx (NTU)	Coeficiente de variância
Afluente	15	45	13,5	87	0,53
Efluente	15	5	0,99	28	1,27

Tabela 35 - Estatística descritiva da eficiência de redução de turbidez para o **Filtro Duplo**

Quantidade de amostras	Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Coeficiente de Variância
15	88	62	99	0,10

SST efluente secundário entre **10 e 15 mg/L**  
Turbidez final (pós filtro) entre **2 e 5 NTU**

SST efluente secundário entre **15 e 30 mg/L**  
Turbidez final (pós filtro) entre **5 e 15 NTU**

Fonte: Jordão e Pessoa (2019)

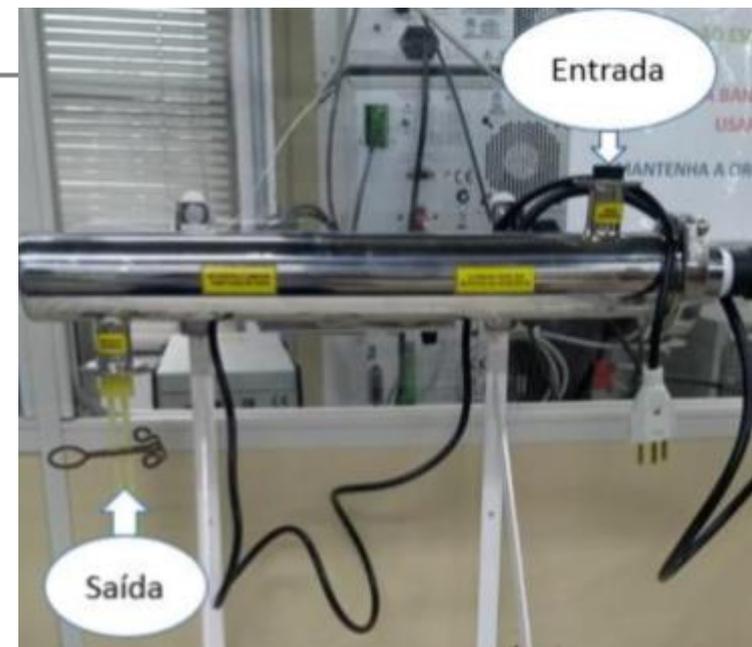
Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## Sistemas avançados Desinfecção duplo estágio

Tabela 43 - Resultados de Coliformes Termotolerantes realizados efluente do Filtro Simples e duplo seguido de reator UV

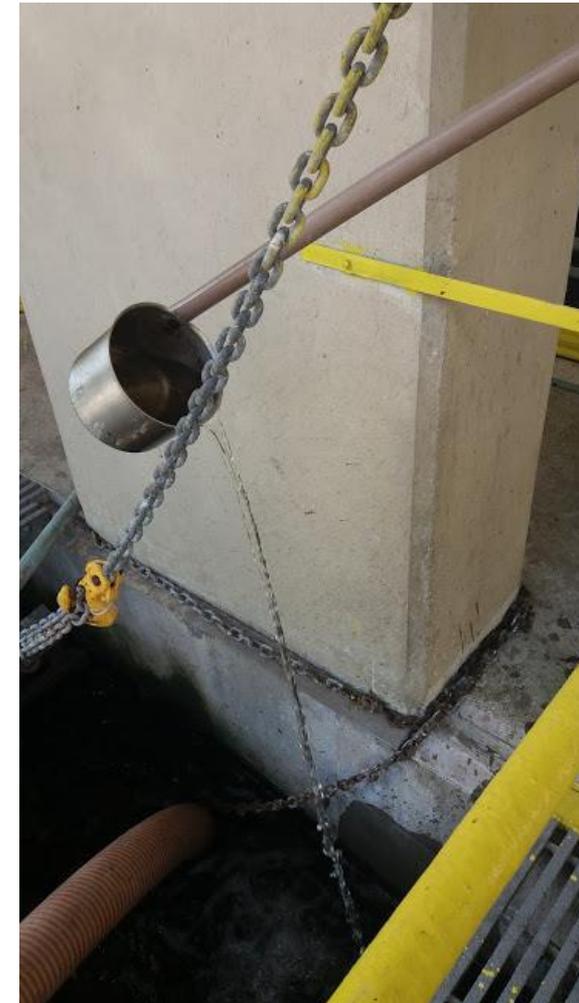
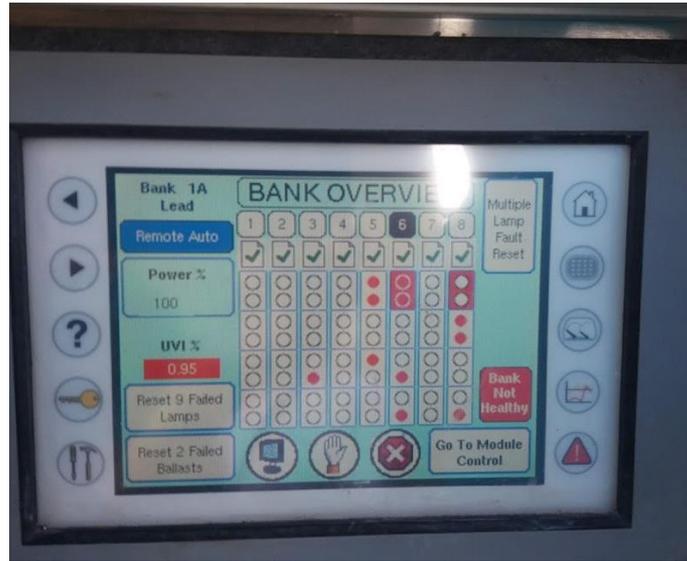
Filtro	Amostra	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)
Simples	12	$7,0 \times 10^{-4}$
	14	$2,8 \times 10^3$
	15	$7,0 \times 10$
Duplo	12	$3,3 \times 10$
	14	$3,5 \times 10^2$
	15	$3,3 \times 10^2$

Efluente apto à várias  
possibilidades de  
reuso não potável



Fonte: Araujo (2019) – Dissertação de mestrado PEAMB/UERJ

## Sistemas avançados Desinfecção estágio único



Fonte: Acervo próprio (ETE Mulembá – Vitória/ES)

## Sistemas avançados Desinfecção estágio único



Radiação UV



Cloração



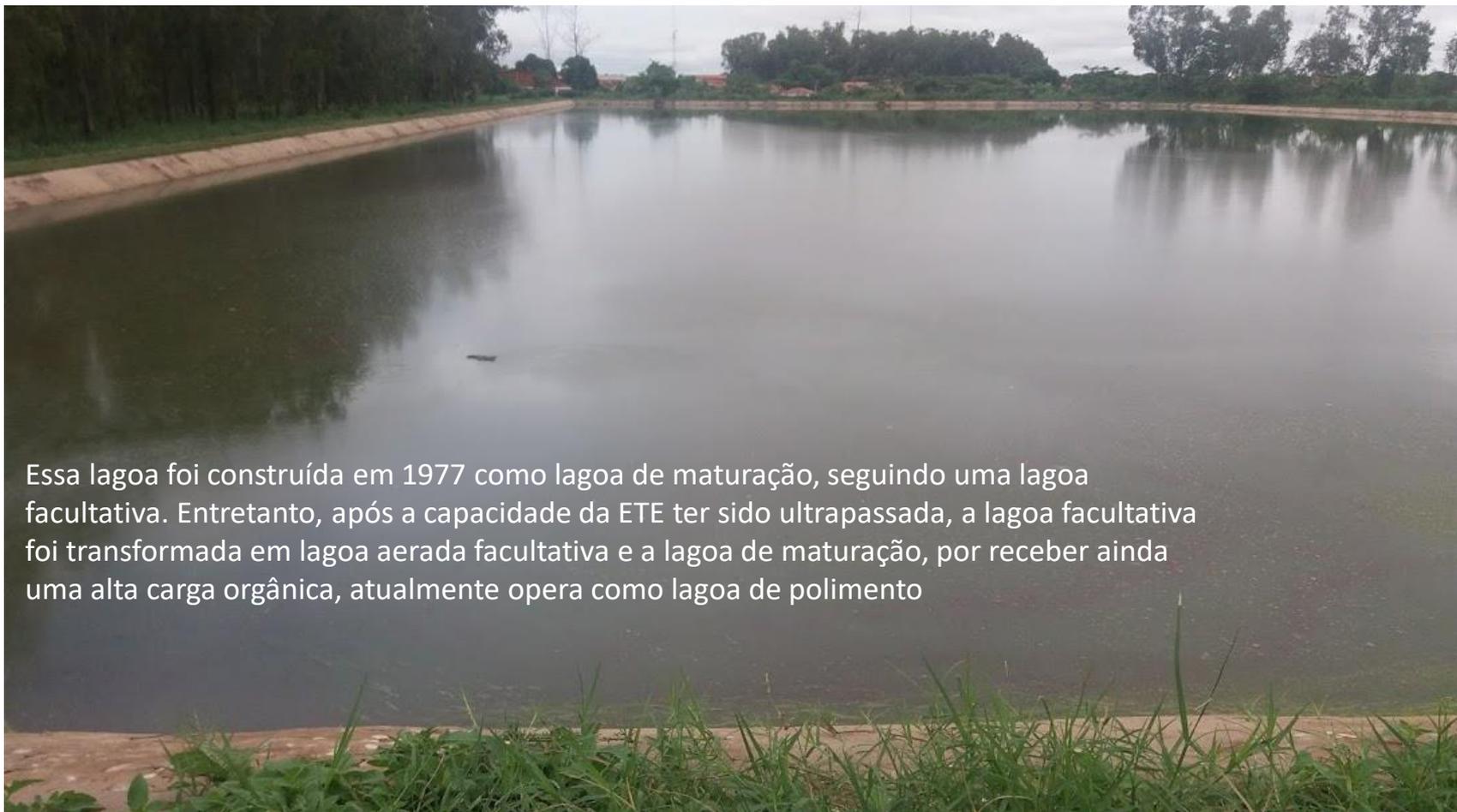
Fonte: Acervo próprio (ETE Curado – Recife/PE)

## Sistemas avançados Desinfecção estágio único



Fonte: Acervo próprio (ETE Instituto Couto Maia – Salvador/BA)

## Sistemas avançados Lagoas de Maturação



Essa lagoa foi construída em 1977 como lagoa de maturação, seguindo uma lagoa facultativa. Entretanto, após a capacidade da ETE ter sido ultrapassada, a lagoa facultativa foi transformada em lagoa aerada facultativa e a lagoa de maturação, por receber ainda uma alta carga orgânica, atualmente opera como lagoa de polimento

Fonte: Acervo próprio (ETE Pirajá – Teresina/PI)

## Sistemas avançados Lagoas de Maturação

Remoção de organismos patogênicos em processos de tratamento de esgotos

Parâmetro	Sedimentação	Filtro Biológico	Lodo Ativado	UASB + L. Polimento	Lagoas em série (até LM)
Vírus entéricos	0-30	90-95	90-99	99-99,99	99,9-99,99
Bactérias	50-90	90-95	90-99	99,9-99,9999	99,9-99,9999
Protozoários	10-50	50-90	50	100	100
Helmintos	30-90	50-95	50-99	100	100

Nos casos de processos de LAn + LF ou somente de LF, as eficiências são bem mais reduzidas.

- Para bactérias: 90 e 99%
- Para vírus: < 90%

Fonte: Jordão e Pessoa (2017)

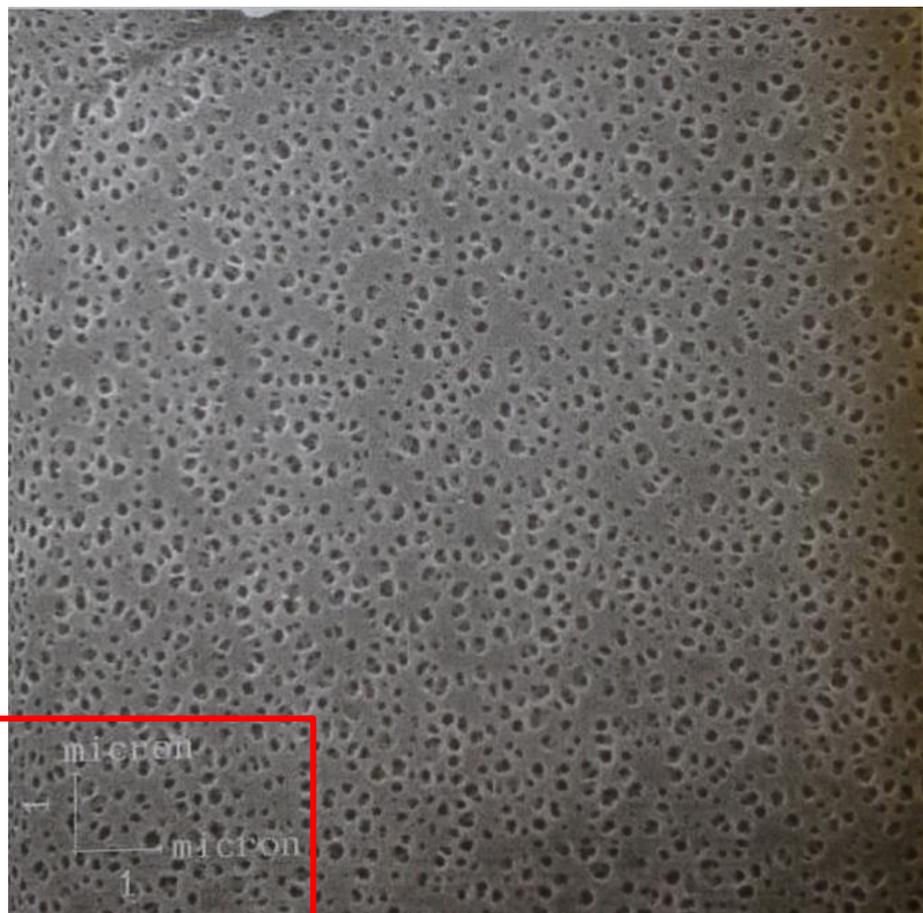
## Sistemas avançados Lagoas de Maturação

> 80%	LAGOA AERADA		LagArd	743.6	80%	42
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR		RtrAn+FilAer+Dec	4.436.9	80%	121
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + DISPOSIÇÃO NO SOLO		RtrAn+FilB+DispS	70.6	80%	15
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR		RtrAn+FilB+FilAer+Dec	76.5	80%	10
	LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA		LodAtAerPln	4.479.0	88%	91
	LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO		LagAn+LagFac+LagMat	1.930.4	81%	134
	LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO		LagFac+LagMat	1.212.5	81%	119
	LAGOA AERADA + LAGOA DE DECANTAÇÃO/FACULTATIVA/MATURAÇÃO		LagArd+LagDec/Fac/Mat	2.349.0	82%	64
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA AERADA		RtrAn+LagArd	611.2	83%	12
	LODOS ATIVADOS (CONVENCIONAL/DEEP SHAFT)		LodAt(cnv/DpS)	16.538.9	84%	110
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA AERADA + LAGOA FACULTATIVA/MATURAÇÃO		RtrAn+LagArd+LagFac/Mat	322.9	85%	7
	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS		RtrAn+LodAt	3.964.8	86%	90
	LAGOA AERADA + LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO		LagArd+LagFac+LagMat	658.2	87%	14
	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA		RtrAn+LodAtAerPln	53.4	88%	4
REATOR ANAERÓBIO + LAGOA FACULTATIVA + DISPOSIÇÃO NO SOLO		RtrAn+LagFac+DispS	226.7	89%	6	
<b>TOTAL</b>						<b>839</b>
> 80% (com remoção de nutrientes)	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR		F			1
	LODOS ATIVADOS EM BATELADA (CONVENCIONAL/UNITANK) - REM. N		Lod			80
	LODOS ATIVADOS - REM. N (MBBR/IFAS)		Lod			7
	REATOR ANAERÓBIO + FÍSICO QUÍMICO (DECANTAÇÃO/FLOTAÇÃO) - REM. P		RtrAn+FisQ(Dec/Fit)-RemP	2.401.4	88%	33
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO FÍSICO QUÍMICA DE NUTRIENTES - REM. N & P		LodAtRemFisQNut-RemNP	95.3	91%	5
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES - REM. N		LodAtRemBNut-RemN	153.5	93%	3
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES - REM. N & P		LodAtRemBNut-RemNP	46.6	95%	2
	<b>TOTAL</b>					

Das 839 ETEs com eficiência de remoção de DBO > 80%, 344 apresentam LM em seus fluxogramas (Ref.: 2013)

Fonte: Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017)

## Sistemas avançados Membranas



Escala

$1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{ mm}$

Tipo	Intervalo de porosidade ( $\mu\text{m}$ )	Porosidade Típica ( $\mu\text{m}$ )
MF	0,008-2,00	> 0,05
UF	0,005-0,2	0,002-0,05
NF	0,001-0,01	< 0,002
OI	0,0001-0,001	< 0,002

Fonte: Jordão e Pessoa (2017)

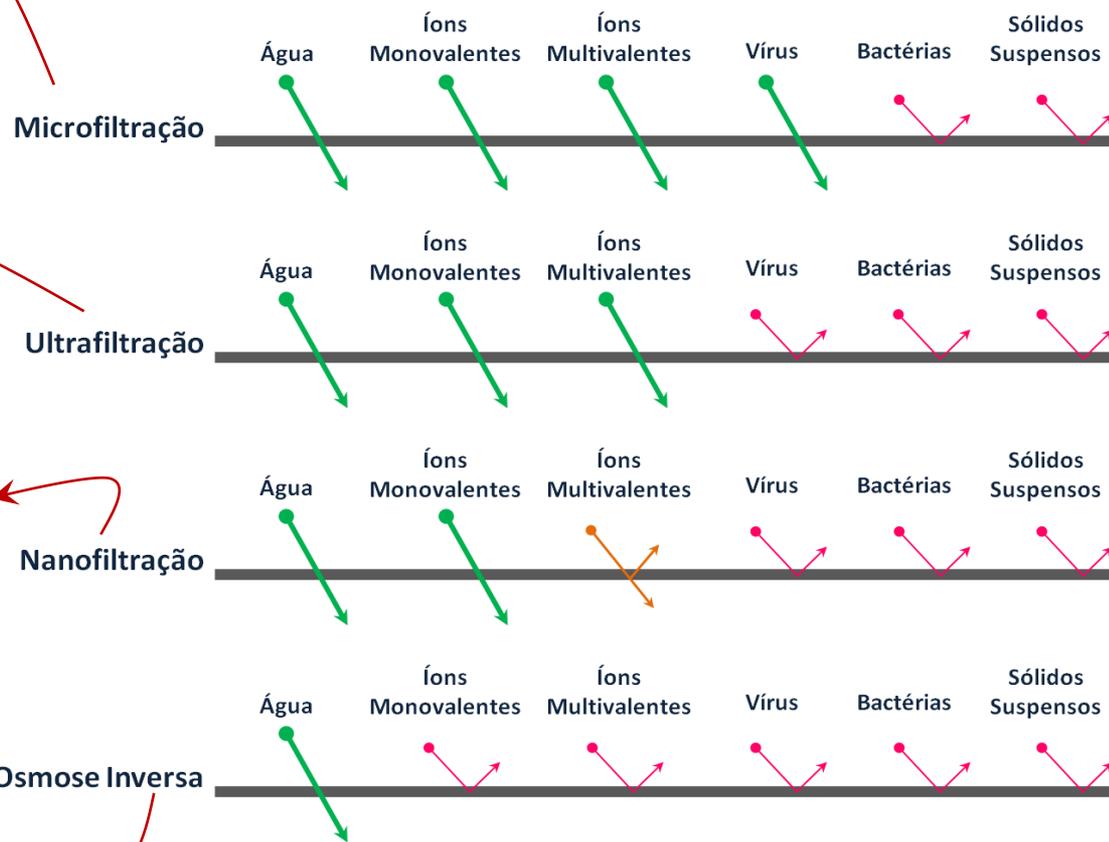
## Sistemas avançados Membranas

- Flocos biológicos
- Pigmentos

- Vírus
- Emulsão
- Proteínas

- Moléculas orgânicas com massa molecular inferior a 200 Dalton
- Pesticidas
- Fármacos
- Corantes
- Sais de metais com Nox +2 e +3
- Sais de ânions com Nox -2 (sulfatos)

- Sais de metais com Nox +1 (Na e K)
- Sais de ânions com Nox -1 (Cloretos)



Fonte: Jordão e Pessoa (2017); Giordano e Andhi, 2015

## Sistemas avançados Membranas

### Estimativa dos custos de operação de um biorreator a membrana

#### *Operating cost assessment of a membrane bioreactor*

• **Data de entrada:**  
01/10/2018

• **Data de aprovação:**  
07/02/2019

Leonardo Dalri-Cecato<sup>2</sup>/André Aguiar Battistelli/Elisângela Edila Schneider/  
Maria Eliza Nagel Hassemer/Flávio Rubens Lapolli

DOI: 10.4322/dae.2019.025

#### Resumo

O presente trabalho consistiu na aplicação da metodologia de avaliação de custo de ciclo de vida para estimar os custos de operação de um biorreator a membrana hipotético projetado para ser implementado em Santa Catarina/Brasil, visando à produção de água de reúso. Foram levantados dados de custo referentes à aquisição e troca de membranas, consumo energético, disposição final de lodo e funcionários para um biorreator a membrana dimensionado para tratar  $6.060 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  (50.000 hab). Foram estimados valores equivalentes a R\$0,63/m<sup>3</sup> ou R\$2,10 por kg de DBO removida, os quais vão ao encontro de outros estudos realizados abordando custos de biorreatores a membrana. O sistema proposto se apresentou competitivo para produzir água de reúso, apresentando custo de tratamento (R\$/m<sup>3</sup>) inferior ao valor cobrado pela água potável.

**Palavras-chave:** Biorreator a membrana. Avaliação econômica. Custo de operação. Avaliação de custo de ciclo de vida. Reúso. Lodos Ativados. Tratamento de esgotos.

Fonte: Dalri-Cecato et al (2019)

## Sistemas avançados Membranas

Membranas **submersas**  
Reator Biológico de Membranas (MBR)

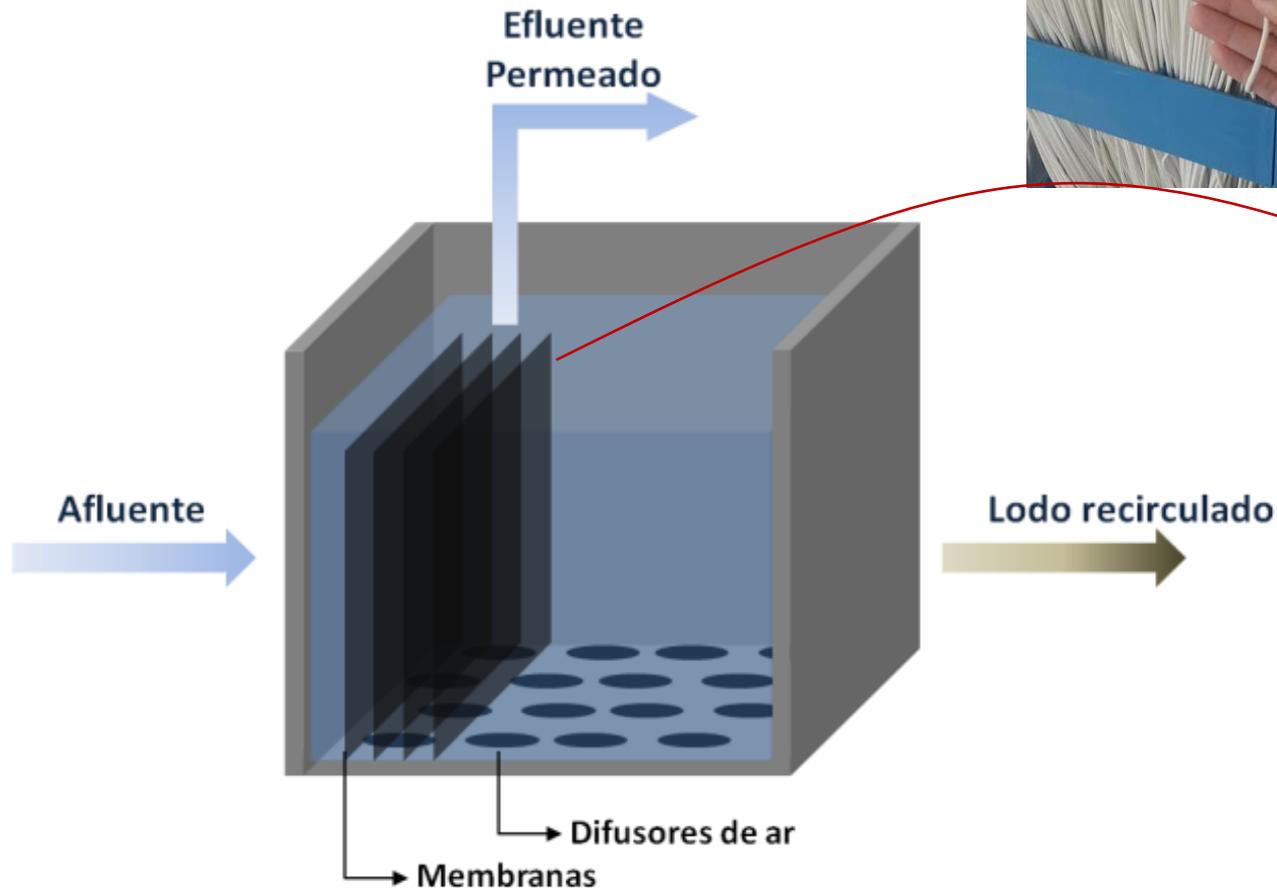


Membranas **externas**  
Tubulares



## Sistemas avançados Membranas

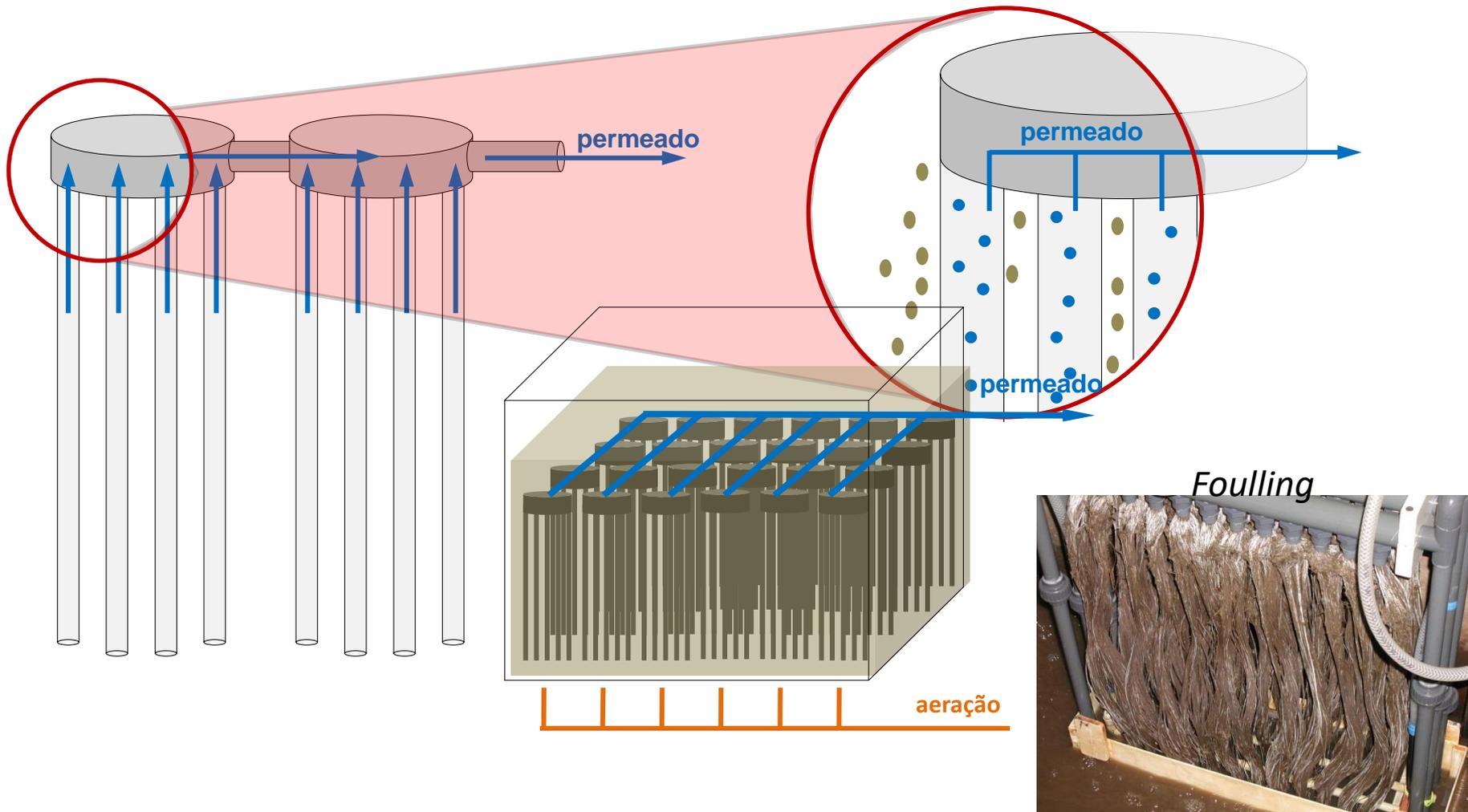
## Membranas submersas Reator Biológico de Membranas (MBR)



## Sistemas avançados Membranas

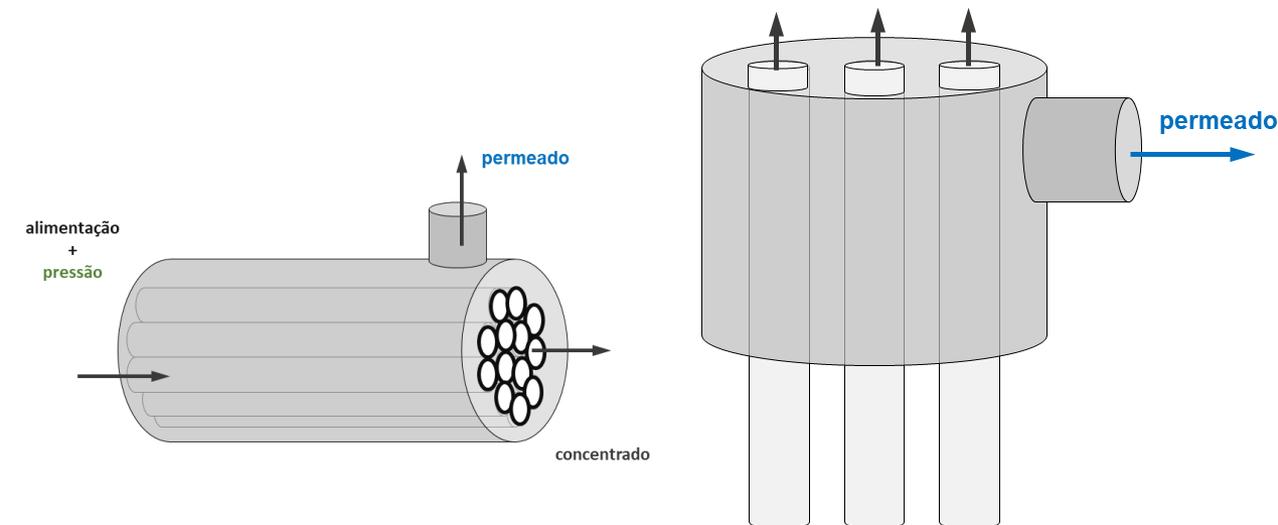
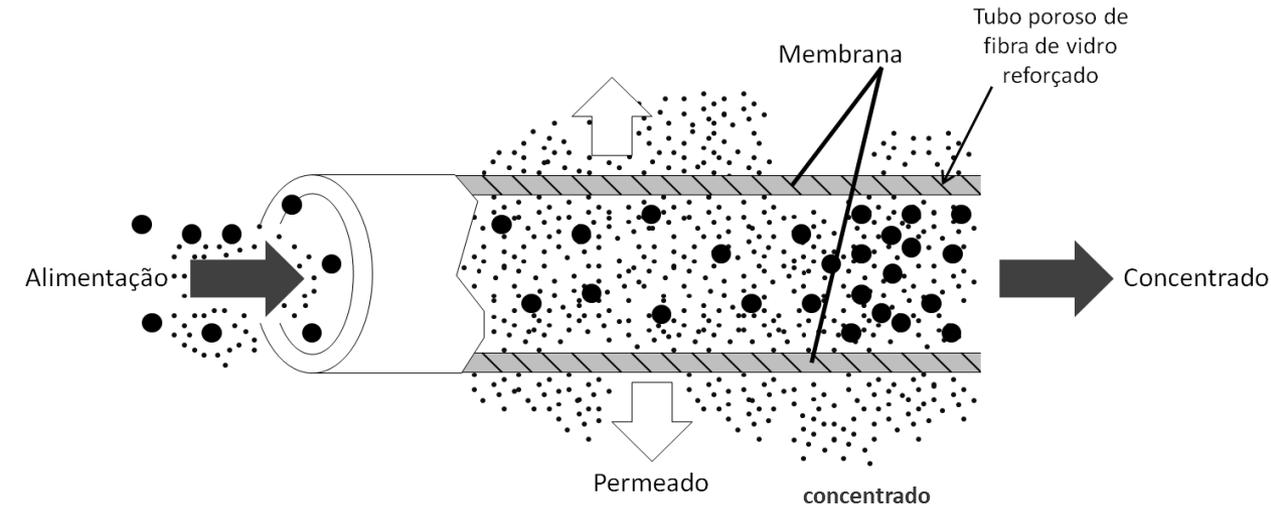
Membranas **submersas**

Reator Biológico de Membranas (MBR)



## Sistemas avançados Membranas

## Membranas externas Tubulares



## Sistemas avançados

### Lodo ativado com remoção de N e P



#### Porque remover nutrientes na ETE?

- Demanda de OD no corpo d'água
- Eutrofização
- Intumescimento do lodo no LA (desnitrificação no decantador secundário)



#### Brasília Sul

Vazão do projeto: 1.500 l/s

Vazão média atual: 1.193 l/s

Área de atendimento: Asa Sul de Brasília, Lago Sul, Núcleo Bandeirantes, Candangolândia, Cruzeiro/Octogonal, Guarã, S.I.A., Sudoeste e Águas Claras

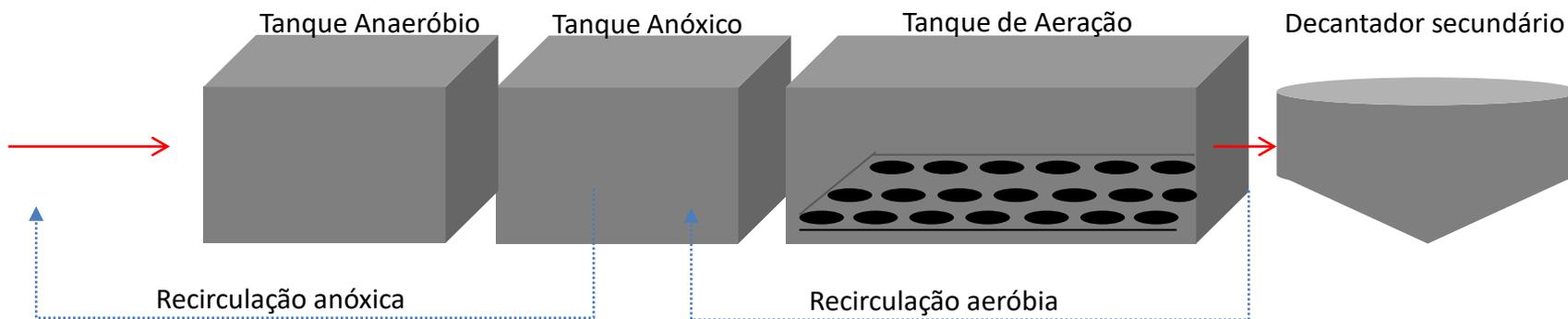
Tipo de Tratamento: Remoção biológica de nutrientes + Polimento Final (Lodos ativados a nível terciário)

Corpo Receptor: Lago Paranoá

Endereço: SCES - s/n

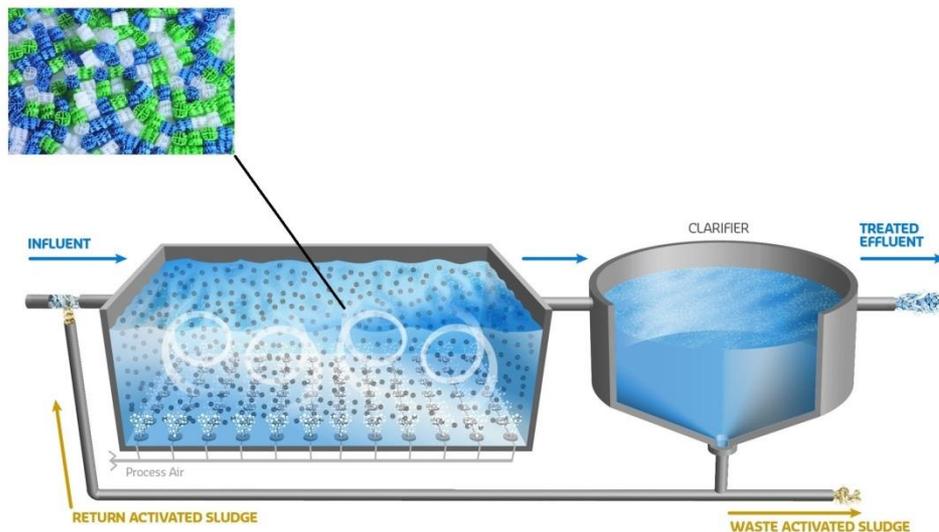
Telefone: 3346-8096

Recebe visita:



## Sistemas avançados

### MBBR – *Movina Bed Biofilm Reactor*



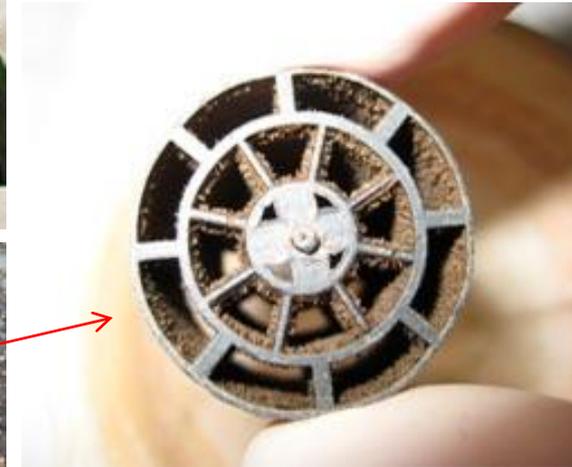
- Instalação compacta que ocupa a menor área possível
- Flexibilidade operacional em *up grade* de ETE tipo lodo ativado
- Eficiência de remoção de matéria orgânica similar àquela alcançada pelo Lodo Ativado
- Excelentes desempenhos nos processos de nitrificação e desnitrificação
- Possibilidade de remoção de fósforo em configurações específicas congregando etapa físico-química

## Sistemas avançados

### MBBR – *Moving Bed Biofilm Reactor*

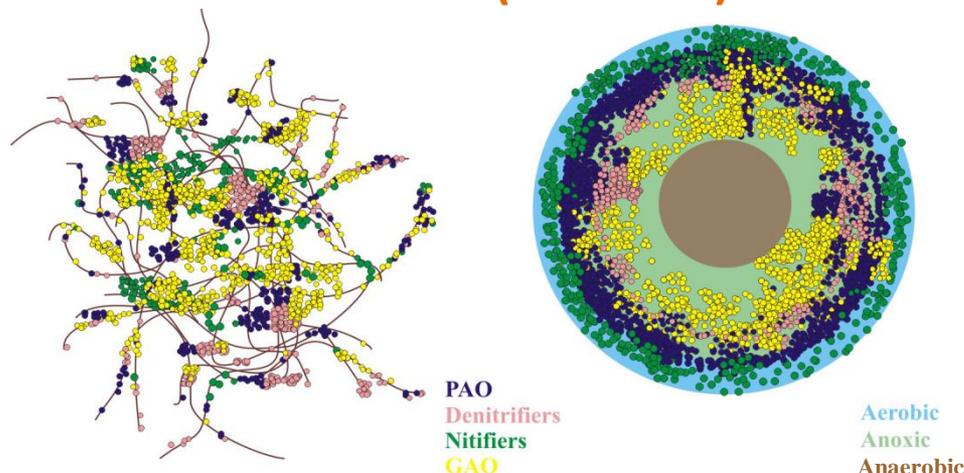


Centro Experimental de  
Saneamento Ambiental  
CESA/UFRJ



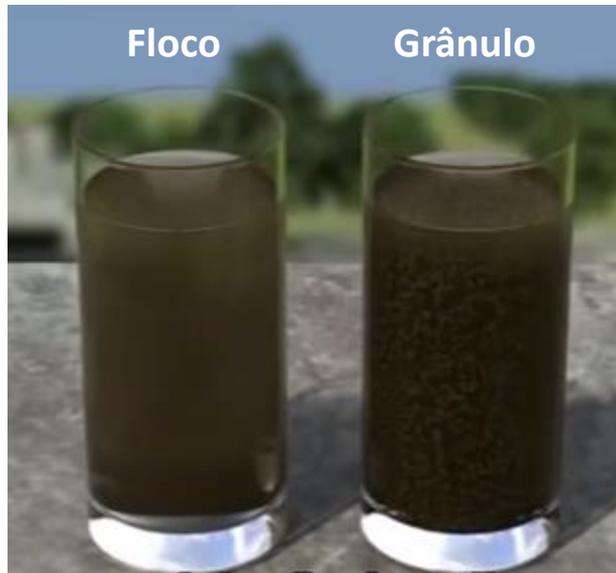
## Sistemas avançados

### Lodo Aeróbio Granular (Nereda®)

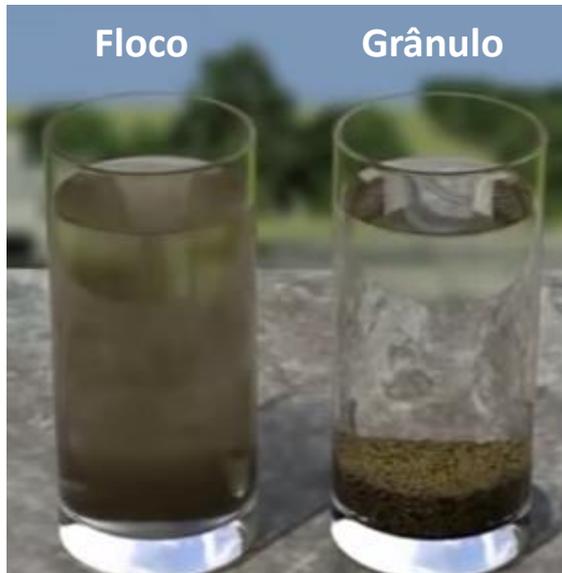


- Tecnologia recente desenvolvida na Holanda mas já presente em mais de 10 países, como Holanda, França, Alemanha e Brasil
- Produz biomassa em forma de lodo, em substituição aos tradicionais flocos
- O grânulo apresenta em torno de 5,0 mm de diâmetro, enquanto o floco apresenta 0,5 mm
- Excelente potencial de sedimentação dos grânulos em relação aos flocos garantindo relevante redução de área
- Possibilita a aplicação de taxas hidráulicas superficiais ( $m^3/m^2.d$ ) e orgânicas volumétricas ( $kg\ SST/m^3.d$ ) superiores às atualmente aplicadas para Lodo Ativado Convencional
- Possibilita redução dos problemas de intumescimento do lodo nos decantadores secundários
- Possibilita remoção de matéria orgânica e nutrientes em um mesmo reator

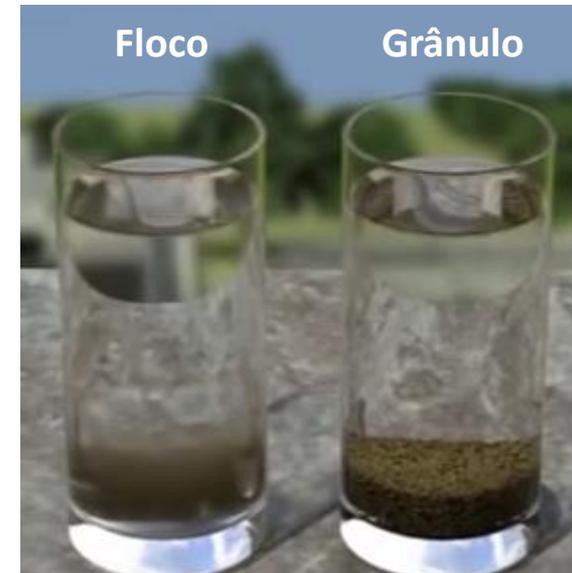
## Sistemas avançados Lodo Aeróbio Granular (Nereda<sup>®</sup>)



**T = 0**



**T = 20 s**

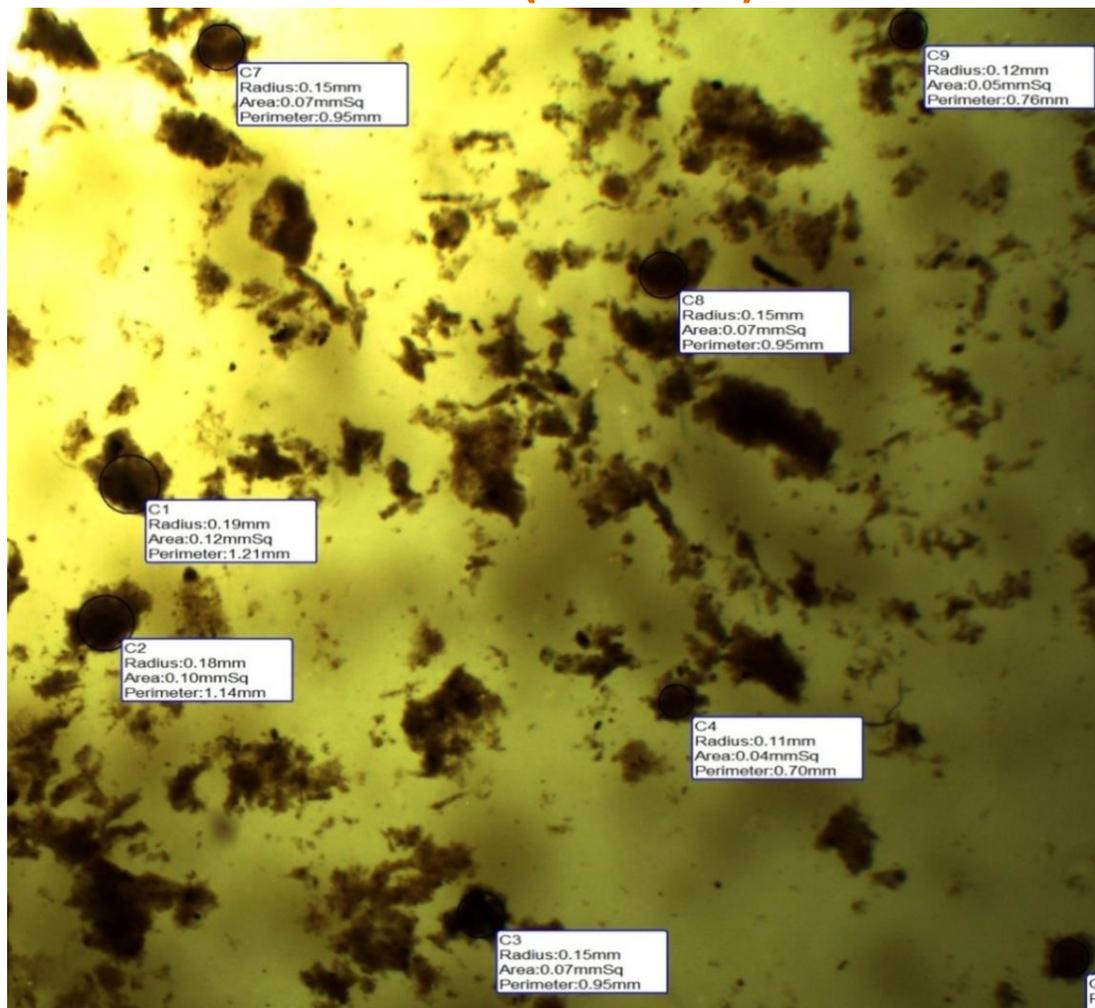


**T = 30 min**

Pesquisas realizadas por BASSIM et al (2011) demonstraram a sedimentabilidade do lodo granular em apenas 20 segundos, contra a sedimentabilidade do floco em 30 minutos nas mesmas condições

## Sistemas avançados

## Lodo Aeróbio Granular (Nereda®)



### DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO LODO GRANULAR AERÓBIO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA

### DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AEROBIC GRANULAR SLUDGE IN A SEQUENCING BATCH REACTOR

### DESAROLLO Y EVALUACIÓN DEL LODO GRANULAR AERÓBICO EN UN REACTOR SECUENCIAL EN BATELADA

#### Amanda Maia Pereira

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ  
Centro de Tecnologia, Av. Atílio da Silveira Ramos, 149, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
amanda.maia@engenharia.ufjf.br

#### Ana Silvia Pereira Santos

Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ  
Rua São Francisco Xavier, nº 524, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
anasilvia.lightner@gmail.com

#### Renata de Oliveira Pereira

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF  
Campus da UFJF, Faculdade de Engenharia, Martelos, Juiz de Fora, MG, Brasil.  
renata.pereira@ufjf.edu.br

Fonte: Pereira, Santos, Pereira (em fase de finalização)

## Considerações finais

- Otimização de sistemas existentes em função do tipo de reuso pretendido;
- Avaliação da desinfecção de efluente secundário com único ou duplo estágio;
- No caminho da universalização, novos projetos estratégicos já devem atender à expectativa do reuso quando for o caso;
- O fluxograma (1, 2 ou 3) deve ser definido em função da logística, do sistema existente, da qualidade requerida e dos objetivos pretendidos;
- Atenção com a manutenibilidade dos sistemas implantados. Aplicações temporárias devem ser avaliadas;
- Sistemas avançados apresentam operação complexa, com controle laboratorial e índices altos de mecanização e automação;
- Um bom planejamento, com concepção adequada levarão à maior chance de sucesso na implantação do projeto...



Estamos debatendo muito sobre o reuso de águas.

Precisamos praticar mais.

Precisamos ser mais arrojados.

Devemos planejar bem a prática.

Devemos combater o desperdício.

*“Toda gota conta”* (Slogan de Israel)

**Prof. Ana Silvia Santos**

Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

ana.pereira@uerj.br

**Obrigada!**

