

# Reúso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidade no Brasil

---





ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

## REÚSO DE ÁGUA NAS CRISES HÍDRICAS E OPORTUNIDADES NO BRASIL

Outubro de 2015

Autores:

Helene Kubler, PE

Alex Fortin, PE

Lucas Molleta







## SUMÁRIO

1	Introdução.....	10
2	Reúso de Água no Mundo.....	11
2.1	Onde e Quanto se Faz no Mundo .....	11
2.2	Onde e Quanto se Faz nos EUA.....	12
2.3	Tipos de Reúso .....	14
2.4	Porque se Faz .....	19
2.5	Quais São as Tendências .....	22
3	Solução Estrutural ou Emergencial Às Crises Hídricas .....	26
3.1	Solução Estrutural .....	26
3.2	Solução Emergencial .....	31
3.3	Fatores de Sucesso.....	32
4	Oportunidades No Brasil .....	33
4.1	Oportunidades .....	33
4.2	Potenciais obstáculos e abordagens.....	39
5	Conclusões.....	41
	Referências .....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maiores Tipos de Reúso .....	11
Figura 2 – Volume de Reúso de Esgoto Tratado no Mundo (2008) .....	12
Figura 3 – Volume de Reúso de Esgoto Não Tratado no Mundo (2008) .....	12
Figura 4 – Reúso de Água no Estado da Flórida (2010) .....	13
Figura 5 – Reúso de Água no Estado da Califórnia (2009) .....	14
Figura 6 – Exemplos de Reúso Industrial nos EUA Xcel Energy Cherokee Station (Denver, CO) e Planta de Palo Verde (Phoenix, AZ) .....	16
Figura 7 – Exemplo de Reúso Municipal em Pittsburg, CA e Placa Obrigatória para Informação ao Público .....	17
Figura 8 – Exemplo de Reúso Potável Indireto Bacias de Infiltração em Orlando, FL para Reabastecimento do Aquífero .....	18
Figura 9 – Cidades com mais de 5 milhões de pessoas em 2015 .....	20
Figura 10 – Classificação de Recentes Períodos Chuvosos no Brasil .....	20
Figura 11 – Capacidade Total Estimada de Reúso Potável Instalada.....	23
Figura 12 – Sequências Típicas de Tratamento Avançado para Reúso Potável .....	24
Figura 13 – Ciclo Completo de Água Urbana a Considerar para Reúso Potável.....	25
Figura 14 – Reúso de Água Real e Antecipado na Califórnia e Principais Categorias de Ações que Levaram a Esse Resultado .....	27
Figura 15 – Evolução dos Tipos de Reúso de Água na Califórnia com Aceitação e Entendimento do Público.....	30
Figura 16 – Instalações Emergenciais em Wichita Falls, TX.....	31
Figura 17 – Vazão Total de Retirada pro Microbacias no Brasil.....	34
Figura 18 – Municípios Brasileiros com Maior Vulnerabilidade Hídrica .....	35
Figura 19 – Planta do Aquapolo.....	36
Figura 20 – Fluxograma de Processo da Unidade Piloto em Instalação na ETE Capivari II em Campinas, SP.....	37
Figura 21 – Sistemas de Esgotamento e Localização das Cinco Maiores ETES da RMSP e Capacidades Nominais.....	39



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos de Fontes Alternativas de Água na Califórnia .....	21
Tabela 2 – Pegada de Carbono de Fontes Alternativas de Água na Califórnia .....	22
Tabela 3 – Exemplos de Tempo de Implementação na Escala de Municípios .....	27
Tabela 4 – Planejamento Hídrico e Plano de Ações na Califórnia .....	28
Tabela 5 – Principais Opções de Financiamento de Projetos de Reúso para Agências Públicas na Califórnia.....	29
Tabela 6 – Estrutura Regulatória para Reúso de Água na Califórnia.....	30
Tabela 7 – Fatores de Sucesso de Casos de Reúso Potável na Califórnia e Namíbia.....	32
Tabela 8 – Destinos da Água de Reúso Produzida na ETE Capivari II.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

Esse documento é um documento informativo e de reflexão sobre reúso de água<sup>1</sup> nas crises hídricas e oportunidades no Brasil. Não tem como intuito ser um documento científico de referência.

O documento está dividido em quatro seções, além desta primeira seção de introdução.

A Seção 2 apresenta um breve diagnóstico do reúso de água no mundo, incluindo um resumo de onde, qual tipo e quanto se faz, uma discussão sobre o porquê se faz, e uma reflexão sobre as tendências que se observam. **O principal ponto da Seção 2 é que o papel de reúso como recurso hídrico sustentável está crescendo ao redor do mundo, incluindo o reúso potável.**

A Seção 3 apresenta uma discussão, através de exemplos de projetos que foram implementados ao redor do mundo, do potencial de reúso de água como solução emergencial versus estrutural. Além disso, também apresenta os principais fatores de sucesso dos projetos que foram implementados ao redor do mundo, particularmente projetos de reúso potável, seja em circunstâncias emergenciais ou estruturais. **Os principais pontos da Seção 3 são que (1) o reúso é geralmente uma solução estrutural nascida das crises hídricas, embora já foi uma solução emergencial em certas circunstâncias, e (2) os fatores de sucesso que se repetem inclui necessidade clara para água, comprometimento dos líderes do projeto e dos parceiros, qualidade e informação ao público.**

A Seção 4 trata das oportunidades para reúso no Brasil e dos potenciais obstáculos e abordagens no curto prazo, num quadro geral. **Os principais pontos da Seção 4 são que (1) o Brasil de hoje apresenta algumas das condições que fazem do reúso de água uma solução viável (como uma parte de um conjunto de soluções de gestão de recursos hídricos que deve ser aplicado), e (2) seria importante definir e apoiar os melhores próximos passos (incluindo do ponto de vista de políticas públicas, das regulamentações, e da informação ao público).**

Nos EUA, a Associação WaterReuse teve um papel importante no desenvolvimento do reúso de água que poderia ser o papel da ABES no Brasil.

Por fim, a Seção 5 sintetiza as principais conclusões do documento.

---

<sup>1</sup> O reúso de água é definido pela RESOLUÇÃO Nº 54, de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Art. 2º - Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

II - reúso de água: utilização de água residuária;

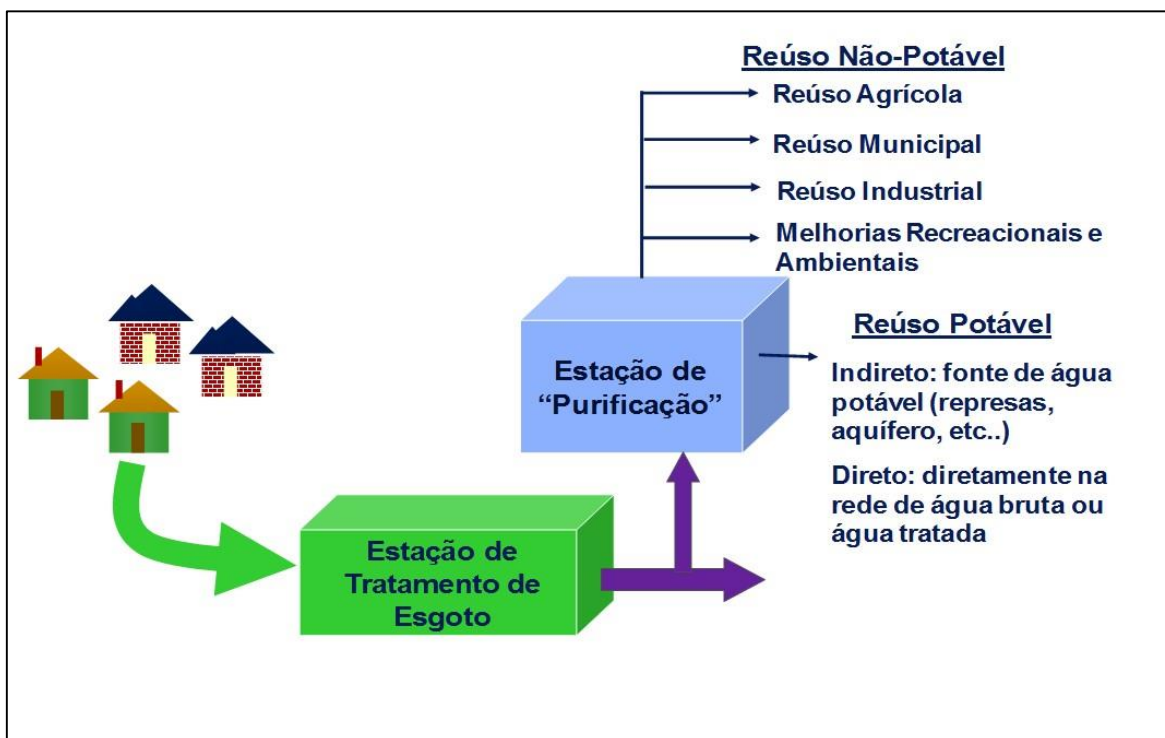
III - água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas; [...]

## 2 REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO

Essa seção apresenta um resumo sobre reúso de água no mundo, incluindo onde, quanto e qual tipo se faz, porquê se faz, e as tendências que se observam.

A Figura 1 ilustra os principais tipos de reúso que são geralmente considerados, os quais são discutidos nesta seção.

Figura 1 – Maiores Tipos de Reúso



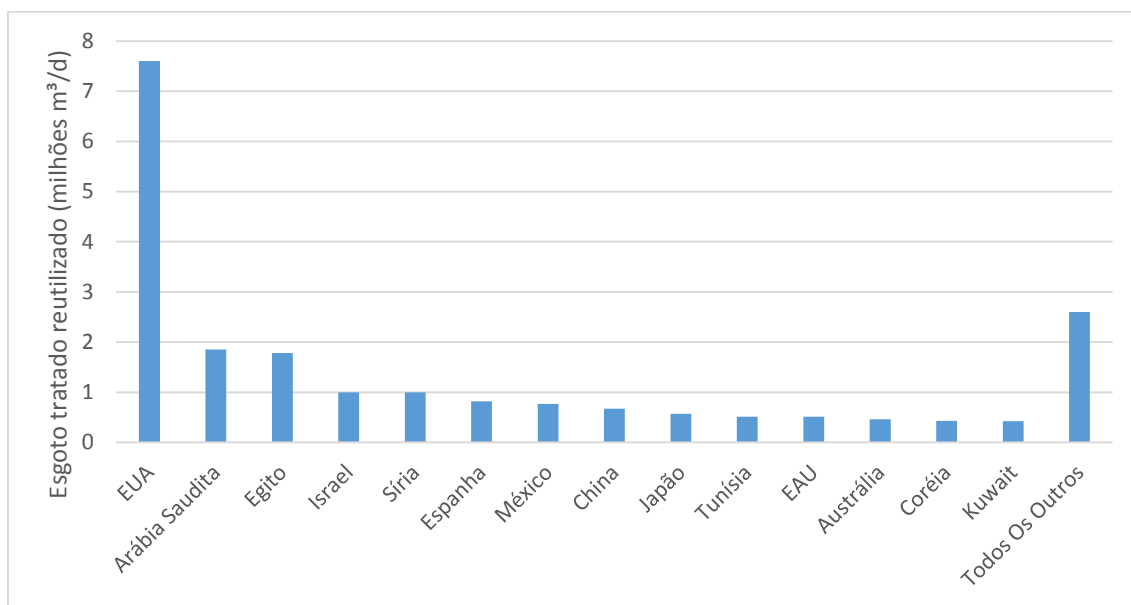
Nota: “Purificação” é a palavra que o público mais facilmente entende e apoia, particularmente para reúso potável (baseado em estudos sobre aceitação social feitos pela CH2M como parte de vários projetos, incluindo NEWater e o projeto de reúso potável indireto em Perth).

### 2.1 Onde e Quanto se Faz no Mundo

Em 2008 havia cerca de 50 milhões m<sup>3</sup>/d de água de esgoto sendo reutilizados mundialmente (NRC, 2012), dos quais:

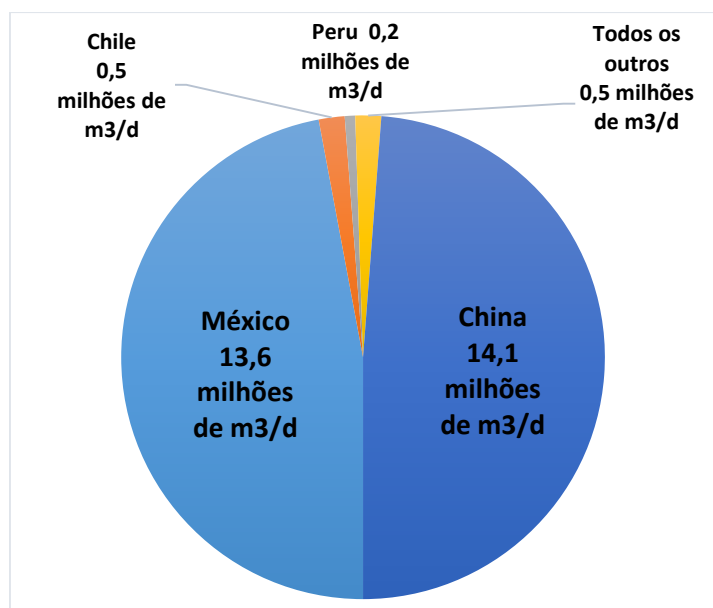
- 21 milhões m<sup>3</sup>/d eram de esgoto tratado. Utilizado em 43 países, sendo os EUA o maior utilizador em volume (vide Figura 2). Em países como Singapura ou Kuwait, a água de reúso representava mais de 10% da água utilizada. Em Israel, 75% dos efluentes eram reutilizados, principalmente para agricultura.
- 29 milhões m<sup>3</sup>/d (58%) eram de esgoto não tratado, sendo usados principalmente para irrigação no México e na China (vide
- Figura 3).

Figura 2 – Volume de Reúso de Esgoto Tratado no Mundo (2008)



Fonte: NRC, 2012.

Figura 3 – Volume de Reúso de Esgoto Não Tratado no Mundo (2008)



Fonte: NRC, 2012.

## 2.2 Onde e Quanto se Faz nos EUA

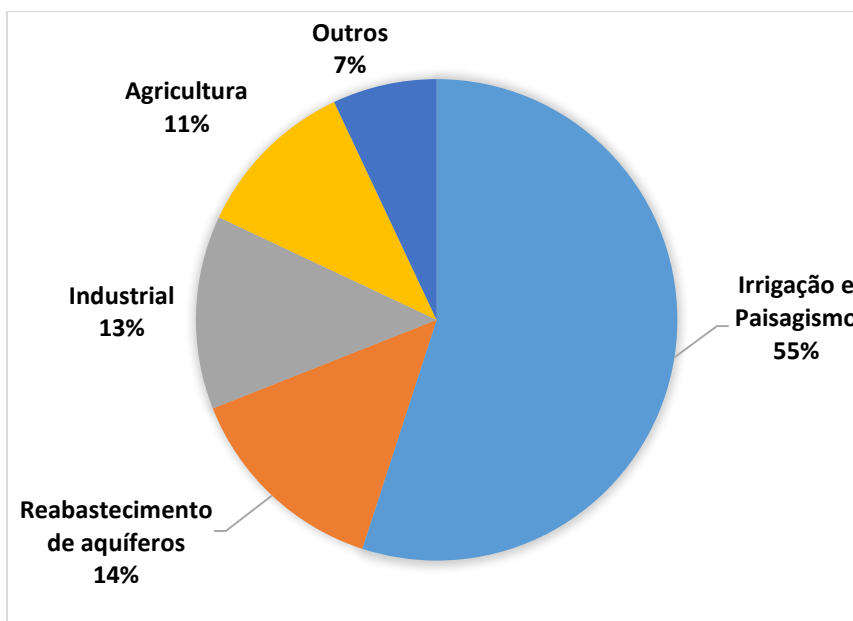
Os EUA é o país que em 2008 mais utilizava água de reúso no mundo, com 7,6 milhões m³/d (visto na Figura 2). Em 2009, os quatro estados que mais reutilizavam efluente tratado eram: Flórida, Califórnia, Arizona, e Texas (NRC, 2012).

Nos estados da Flórida e da Califórnia são realizados inventários dos projetos de reúso. Esses inventários incluem a quantidade de reúso por tipo de aplicação. Essa informação está apresentada abaixo.

### 2.2.1 Flórida

Aproximadamente 2,5 milhões m<sup>3</sup>/d de efluente tratado foram reutilizados em 2010. Mais da metade desse volume foi para irrigação e paisagismo, como ilustra a Figura 4.

**Figura 4 – Reúso de Água no Estado da Flórida (2010)**

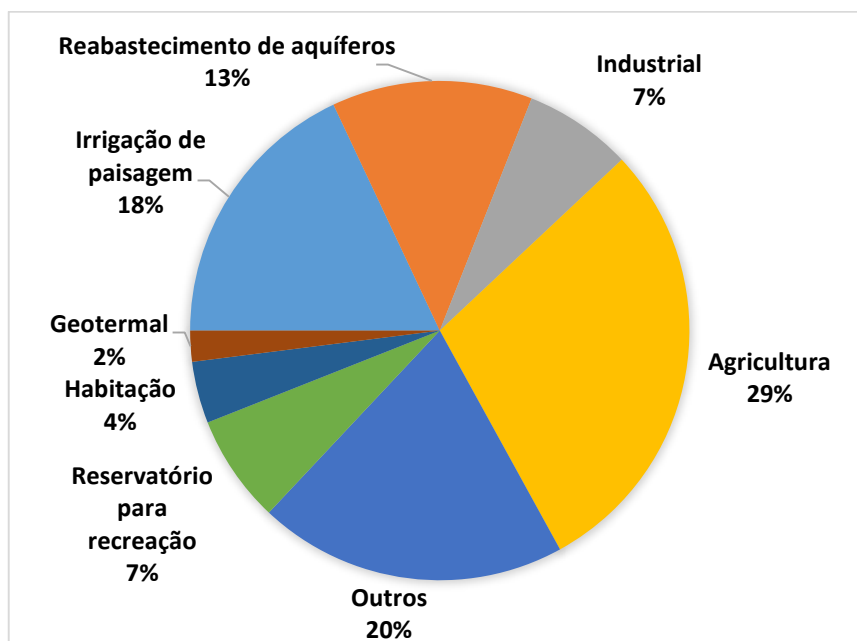


Fonte: NRC, 2012.

### 2.2.2 Califórnia

A Comissão Estadual de Recursos Hídricos da Califórnia (*California Department of Water Resources*) relata que foram reutilizados 2,44 milhões m<sup>3</sup>/d de efluente tratado em 2009. Os usos são mais diversificados que na Flórida, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 – Reúso de Água no Estado da Califórnia (2009)



Fonte: NRC, 2012.

## 2.3 Tipos de Reúso

Como ilustrado na Figura 1, as possibilidades de utilização de água de reúso de maneira planejada podem ser divididas em duas grandes categorias: não-potável e potável. As mais proeminentes na categoria de não-potável são reúso agrícola, industrial, municipal e recreacional/ambiental.

**Vale destacar que as normas e critérios de qualidade da água variam dependendo do tipo de reúso e, geralmente, dependendo do país e até dos estados.**

Nos EUA, por exemplo, a *United States Environmental Protection Agency* (US EPA) publicou em 2004 diretrizes para nível de tratamento e critérios de qualidade de água para vários tipos de reúso (US EPA, 2004); mas cada estado geralmente tem adotado normas e critérios de qualidade de água específicos. As normas e critérios de qualidade de água de reúso mais difundidos são os adotados na Califórnia e conhecidos como "Title 22" (*California Code of Regulations*, 2015). Adotar normas e critérios comuns a todos os estados está sendo considerado há alguns anos, mas ainda está sujeito a debate. A Organização Mundial pela Saúde também publicou diretrizes para nível de tratamento e critérios de qualidade de água para vários tipos de reúso (WHO, 2006).

Em geral, as normas vão de menos restritas para mais restritas para as seguintes aplicações, considerando as categorias principais listadas acima:

- Reúso agrícola para produtos não-comestíveis
- Reúso ambiental
- Reúso industrial

- Reúso recreacional com restrições
- Reúso municipal em áreas restritas
- Reúso municipal em áreas públicas
- Reúso recreacional sem restrições
- Reúso agrícola para produtos comestíveis
- Reúso potável, incluindo reabastecimento de aquíferos

Exemplos de reúso agrícola, industrial, municipal e potável são dados nessa seção.

### 2.3.1 Agrícola

Por se tratar de um método antigo de reúso de água, nos EUA e em outros países como Israel existem normas bem estabelecidas para reúso em irrigação. Essas normas definem o método de irrigação, qualidade que a água deve atingir, tipos de culturas que podem ser irrigadas, etc.

Nos EUA há vários exemplos de água de reúso sendo utilizada na irrigação. Em Bakersfield (CA), efluentes domésticos são utilizados na irrigação desde 1912, nas formas de esgoto bruto, efluente primário e agora efluente secundário. Desde 1938, uma fazenda de Lubbock (TX) utiliza efluentes secundário para irrigação. Um projeto denominado CONSERV II tem fornecido água de reúso para irrigação em Orange County (FL) desde 1986. Por fim, em Monterey County (CA), água que passa por filtração e desinfecção em uma estação com capacidade de 110 mil m<sup>3</sup>/d é usada para irrigar culturas que são comidas cruas (alface, brócolis, morangos), depois que sua segurança foi comprovada por estudos.

### 2.3.2 Industrial

As principais finalidades de água de reúso na indústria são para resfriamento, processos, alimentação de caldeiras, transporte de material, entre outros. A principal vantagem da utilização dessa fonte é segurança no fornecimento, principalmente quando as indústrias se localizam próximas a grandes centros urbanos onde grandes quantidades de efluentes são gerados.

Os requerimentos de qualidade de efluente tratado para reúso industrial, além das normas que garantem a proteção da saúde, tem de ser considerados em detalhes para garantir o sucesso do projeto. A seguir, são apresentados alguns exemplos de parâmetros a serem considerados.

Torre de resfriamento: maior aplicação de água de reúso na indústria.

- Importante que sais sejam removidos para não danificar as torres;
- No Brasil, a amônia deve ser removida, pois muitas torres são antigas (feitas de cobre) e podem ser danificadas por reações.

Água para caldeiras: pouco utilizada devido a qualidade necessária.

- Tanto água potável, quanto água de reúso devem passar por tratamento extensivo para remoção de sais, metais, alcalinidade, etc;

- Amônia deve ser removida no caso do Brasil, visto que várias torres são antigas (feitas de cobre) e a amônia pode danificá-las, como dito anteriormente;
- Quanto maior a pressão de operação da caldeira, mais restritivas são os requisitos de qualidade.

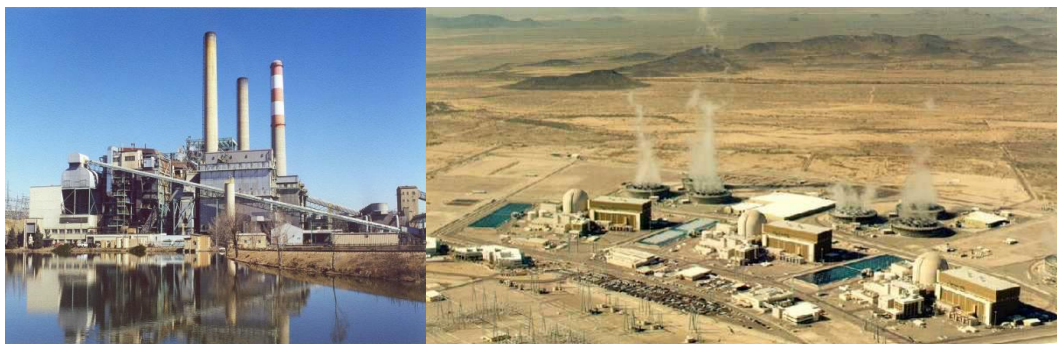
Água de processo: depende da aplicação.

- Para manufatura de concreto, por exemplo, a água pode ter qualidade de efluente secundário;
- Em indústrias químicas, uma água com pH neutro e baixa em dureza, em sais, em sólidos e cor pode ser utilizada para vários processos;
- Outros processos, como na indústria de papel e tintas, requerem água com qualidade muito superior, sem a presença de metais e sais, por exemplo.

A Figura 6 mostra fotos de duas importantes estações de geração de energia nos EUA que usam água de reúso nas torres de resfriamento.

- A estação de energia Xcel Energy Cherokee Station em Denver, Colorado, utiliza até 18.000 m<sup>3</sup>/d de água reciclada em suas torres de resfriamento. A água é proveniente da maior estação de produção de água de reúso da cidade, com capacidade de produzir 110 mil m<sup>3</sup>/d de água, com planos de aumentar a produção para 170 mil m<sup>3</sup>/d. A água de reúso é misturada a água bruta para utilização nos processos de lavagem dos tanques e resfriamento.
- A maior estação de geração de energia nuclear dos EUA, a Planta de Palo Verde, localizada no deserto próximo a Phoenix, Arizona, usava cerca de 230 mil m<sup>3</sup>/d nas torres de resfriamento em 2008, provenientes de uma planta de geração de água de reúso com capacidade de tratar 340 mil m<sup>3</sup>/d de efluente secundário. Essa estação remove constituintes formadores de corrosão e deposição, amônia e sólidos suspensos, para que as torres não sejam danificadas.

**Figura 6 – Exemplos de Reúso Industrial nos EUA  
Xcel Energy Cherokee Station (Denver, CO) e Planta de Palo Verde (Phoenix, AZ)**



Fonte: NRC, 2012.



### 2.3.3 Municipal

Os usos principais incluem irrigação de áreas verdes, paisagismo (como em fontes), descargas, proteção contra incêndios, água para sistemas de ar condicionado, controle de poeira em estradas e lavagem de ruas, entre outros. Quanto à irrigação de áreas verdes, destaca-se que ela:

- Representa a maior parcela do reúso municipal;
- Inclui irrigação de parques, canteiros de estradas, gramados residenciais, campos de golfe;
- A água de reúso nesse caso é desinfetada com cloro ou via UV devido ao contato com o público, mas contaminantes em geral não são um grande problema para as pessoas ou plantas;
- Em áreas em que o público tem maior contato (como parques e gramados de escolas) os requisitos de qualidade em relação a microrganismos é maior, incluindo o método de irrigação para evitar formação de poças por escoamento e formação de aerossóis.

A Figura 7 mostra uma placa em um parque em Pittsburg, Califórnia, onde água de reúso é utilizada para irrigação. O uso desse tipo de placa faz parte das normas estabelecidas na Califórnia no “Title 22” para proteger a saúde do público.

**Figura 7 – Exemplo de Reúso Municipal em Pittsburg, CA e Placa Obrigatória para Informação ao Público**



Fonte: California Water Plan Update 2013, Highlights.

### 2.3.4 Reúso potável

Reúso potável é uma técnica em constante desenvolvimento e com crescente importância (veja Seção 2.5.1). Vem sendo aplicado nos EUA há quase 50 anos, e em 2010 aproximadamente 1.350 m<sup>3</sup>/d de água foram reutilizados em projetos de reúso potável planejado. Os projetos de reúso potável planejado são geralmente divididos em duas categorias: reúso potável indireto (RPI) e reúso potável direto (RPD), sendo RPI mais comum do que o RPD.

- **Reúso potável indireto:** A diferença básica entre RPI e RPD é a presença de um atenuador (“*buffer*”) entre a produção da água de reúso e a retirada para consumo. O atenuador é normalmente um aquífero, ou corpo hídrico como um rio ou uma lagoa, e tem a função de conectar a água a sua fonte natural, além de diminuir concentração de eventuais contaminantes através de diluição e aumentar o tempo entre a produção da água de reúso e seu consumo. Embora as primeiras dessas funções sejam importantes, o aumento do tempo entre a produção e consumo não foram comprovadas como benéficas, mas a passagem de água por um meio considerado natural pelo público aumenta sua aceitação. Isso se torna fundamental em alguns casos por diminuir a ligação entre a fonte da água (como esgoto) e a água de reúso.

Projetos de reúso potável indireto incluem:

- **Reabastecimento de aquífero por injeção** - como os projetos de Groundwater Replenishment System (Orange County, CA), West Basin (El Segundo, CA), Los Alamitos Barreiras (Long Beach, CA) ou Scottsdale Water Campus (AZ)
- **Reabastecimento de aquífero por infiltração** - como o projeto de Montebello Forebay (Los Angeles, CA), El Paso (Texas), Chino Basin (Chico, CA) ou Orlando (FL). A foto na Figura 8 mostra as bacias de infiltração do projeto CONSERV II em Orlando (FL) onde realizavam o reabastecimento de 120 mil m<sup>3</sup>/d em 2006.
- **Recarga de represa** como o projeto de NEWater em Singapura (maioria é reúso industrial mas uma pequena porção vai para uma represa que abastece o sistema de água potável) ou o projeto em fase de execução de San Diego (CA).

**Figura 8 – Exemplo de Reúso Potável Indireto**  
**Bacias de Infiltração em Orlando, FL para Reabastecimento do Aquífero**



Fonte: NRC, 2012.

- **Reúso potável direto:** Projetos de reúso potável direto no mundo são ainda raros. O mais conhecido é o projeto de Windhoek, na Namíbia. Windhoek é uma cidade de 250 mil habitantes, com evaporação anual de 345 cm e precipitação anual de 37 cm, que

usava como fonte principal de abastecimento de água três represas. Atualmente, uma planta de tratamento avançado de esgoto retorna água de reúso diretamente no sistema de água potável. Essa planta iniciou suas operações em 1968 e recebia efluente secundário de uma ETE. Sua capacidade atual de produção é de 21 mil m<sup>3</sup>/d. A água produzida é misturada com água superficial tratada em ETAs e representa cerca de 35% da água potável da cidade em períodos normais e até 50% em períodos com oferta limitada de recursos hídricos. Extensivos testes microbiológicos e toxicológicos foram realizados e comprovaram a segurança da água de reúso que é produzida em Windhoek.

Essa seção apresenta apenas exemplos de reúso potável, seja RPI ou RPD. Um estudo da *WateReuse Research Foundation* chamado “*Framework for direct potable reuse*” foi divulgado este mês e apresenta informações muito mais detalhadas sobre o assunto (WateReuse, 2015).

## 2.4 Porque se Faz

Dos motivos que levam a realizar reúso de água, destacam-se a falta de água doce limpa e/ou potável e o fato de que a água de reúso tornou-se uma solução sustentável (economicamente, socialmente e ambientalmente) à escassez em certos contextos. Esses dois motivos são discutidos nessa seção. Entretanto, vale ressaltar que existem outros motivos dependendo do contexto local, como a proteção do meio ambiente, o custo de lançamento de efluentes e o custo da água potável.

### 2.4.1 Falta de Água

O principal motivo que leva a realizar reúso de água é falta de água doce limpa e/ou potável para sustentar a população e/ou as atividades humanas.

As áreas no mundo onde ocorrem escassez hídrica estão crescendo devido ao crescimento da população mundial, particularmente nos grandes centros urbanos próximos a costa (vide Figura 9), e às mudanças climáticas que ocasionam secas cada vez mais severas em certas áreas, incluindo nas regiões mais populosas do Brasil. A Figura 10 ilustra que os períodos chuvosos de 2013 a 2015 foram entre 1 a 10% mais secos desde o início da coleta de dados de precipitação pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration*, especialmente na região sudeste.

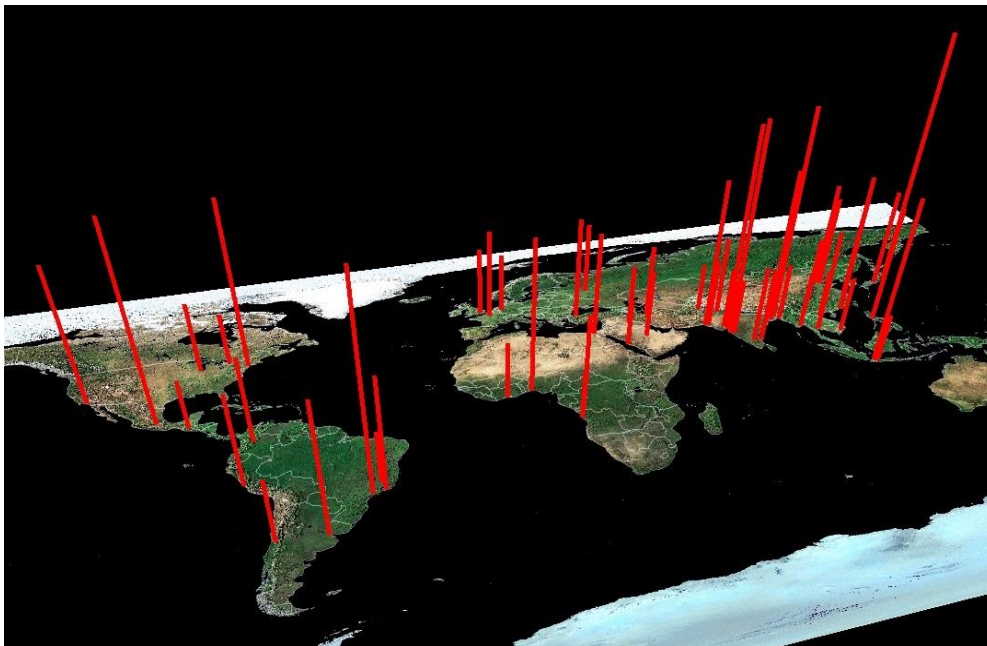
### 2.4.2 Solução Sustentável

O reúso de água vem provando ser uma solução sustentável, tanto em termos econômicos, como em questões sociais e ambientais, em certos contextos.

#### Economicamente

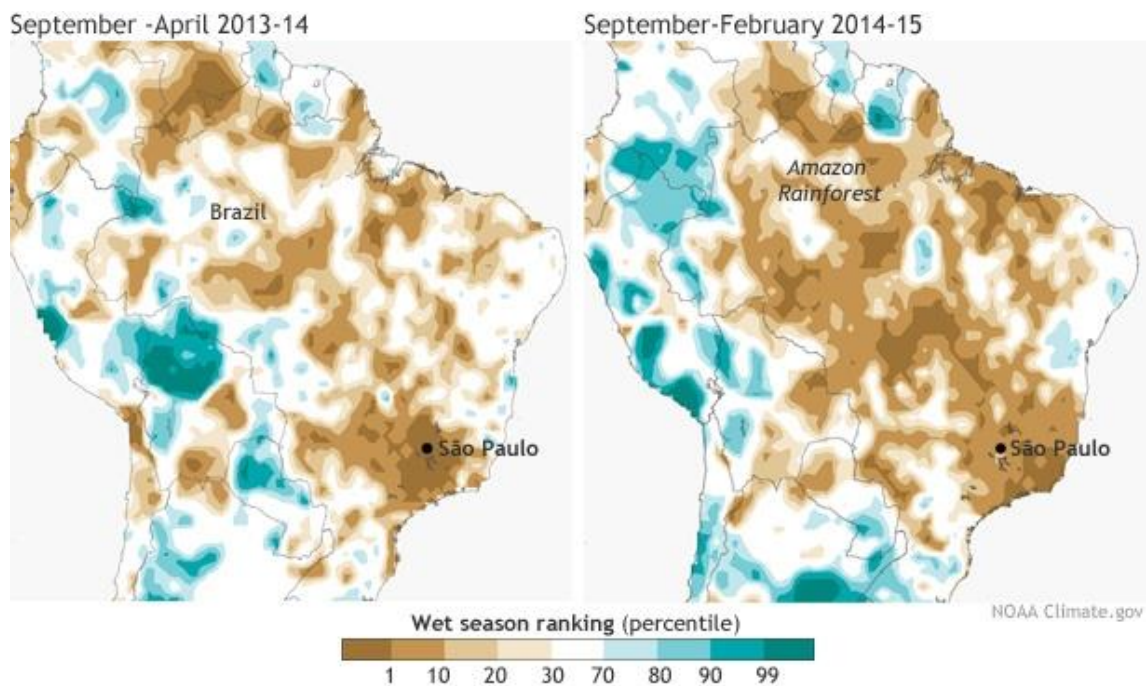
Com o avanço das tecnologias de reúso de água, o custo vem se tornando comparável ao de fontes alternativas de água em certos contextos. O exemplo da Califórnia está usado na Tabela 1. Esse tipo de análise tem que ser feito considerando os aspectos únicos do país ou da região, mas o exemplo da Califórnia mostra que é possível água de reúso ser economicamente superior a outras alternativas.

Figura 9 – Cidades com mais de 5 milhões de pessoas em 2015



Fonte: Divisão populacional das Nações Unidas.

Figura 10 – Classificação de Recentes Períodos Chuvosos no Brasil



Fonte: NOAA Climate (<https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/its-supposed-be-rainy-season-brazil-so-where-has-all-water-gone>)



**Tabela 1 – Custos de Fontes Alternativas de Água na Califórnia**

Alternativas	Custo (US\$/1000m <sup>3</sup> )
Reúso potável direto*	660 - 1.620
Reúso potável indireto*	660 - 1.620
Dessalinização de água do mar	1.220 - 1.890
Dessalinização de água subterrânea salobra	750 - 1.050
Importação de água	690 - 1.050
Reúso não-potável	250 - 1.590
Eficiência, conservação e restrição ao uso	380 - 790

\* Inclui adução

Fonte: *The Opportunities and Economics of Direct Potable Reuse*, WaterReuse (In Press, 2014)

### Socialmente

Com o melhor entendimento dos riscos associados ao reúso de água, incluindo reúso potável, e uma melhor aceitação popular do conceito de reúso em geral (veja Seção 2.5), o reúso de água está se tornando uma solução socialmente aceitável.

As principais conclusões de um trabalho de comparação entre os riscos de fontes convencionais de água potável e de água de reúso potável nos EUA foram as seguintes (NRC, 2012):

- Em relação aos patógenos, reúso potável apresenta riscos iguais ou potencialmente menores a de fontes comprovadas de água potável;
- Em relação a 24 contaminantes químicos selecionados pelo comitê de especialistas, o reúso potável não apresenta riscos maiores a de fontes convencionais de água potável.

Essas conclusões são baseadas na premissa de que o reúso de água seja feito conforme as regulamentações e boas práticas.

### Ambientalmente

Usando a pegada de carbono como um dos indicadores de desempenho ambiental, a Tabela 2 mostra que a pegada de carbono de água de reúso de várias qualidades na Califórnia é bem abaixo da pegada de dessalinização de água salobra ou oceânica e até de importação de água de outras partes do estado. Esse tipo de análise tem que ser feito considerando os aspectos únicos do país ou da região; mas o exemplo da Califórnia mostra que é possível água de reúso ser ambientalmente superior a outras alternativas.

Tabela 2 – Pegada de Carbono de Fontes Alternativas de Água na Califórnia

Tecnologia/Fonte de água	Pegada de Carbono, kgCO <sub>2</sub> /1000m <sup>3</sup>
Secundário sem remoção de nitrogênio	126
Terciário com remoção de nitrogênio e filtração	169
Tratamento avançado completo (TAC)	302
Dessalinização de água salobra	533
Dessalinização de água oceânica	1.094
Projeto hídrico do estado da Califórnia (importação)	926
Água do rio Colorado	561
Tratamento convencional de água potável	35
Tratamento de água baseado em membranas	41

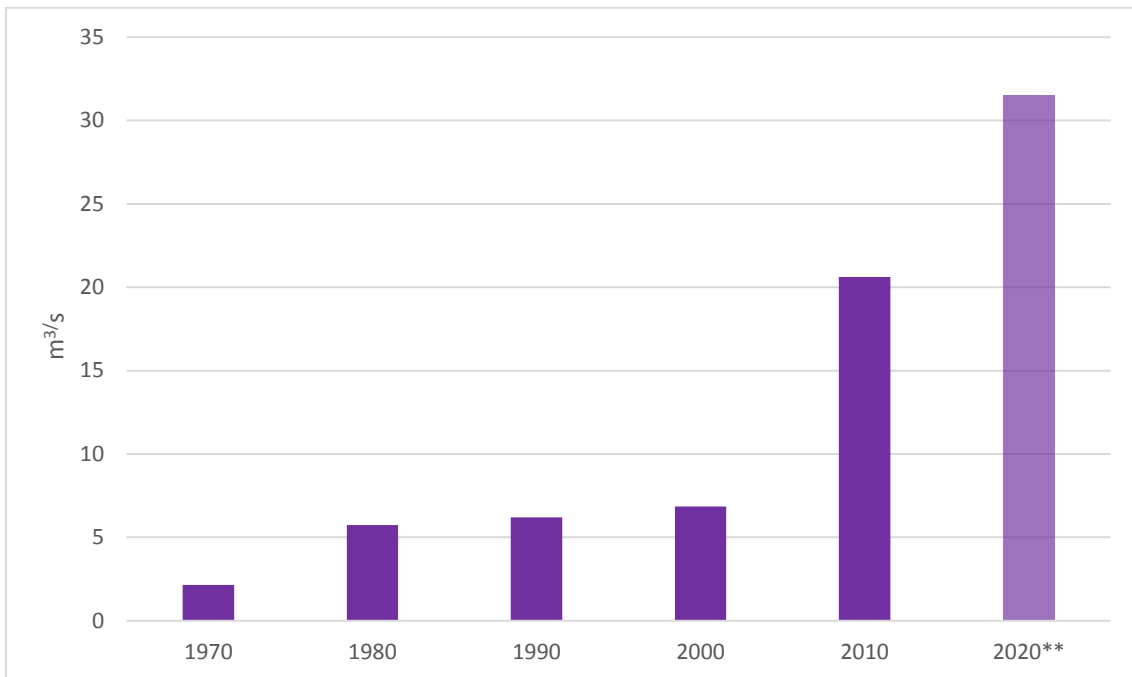
Fonte: *The Opportunities and Economics of Direct Potable Reuse*, WateReuse (In Press, 2014)

## 2.5 Quais São as Tendências

Observam-se as seguintes tendências ao redor do mundo referente ao reúso de água:

- **Aumento do Reúso Potável** – O reúso de água está crescendo, incluindo o reúso potável. A Figura 11 mostra o crescimento significativo no reúso potável que aconteceu entre 2000 e 2010 e o crescimento atual. Os dados até 2015 são baseados em informações disponíveis publicamente, enquanto a capacidade de 2020 é o valor potencial com base em projetos sendo ativamente considerados nos EUA e outros países, baseado em dados da CH2M.

Figura 11 – Capacidade Total Estimada de Reúso Potável Instalada

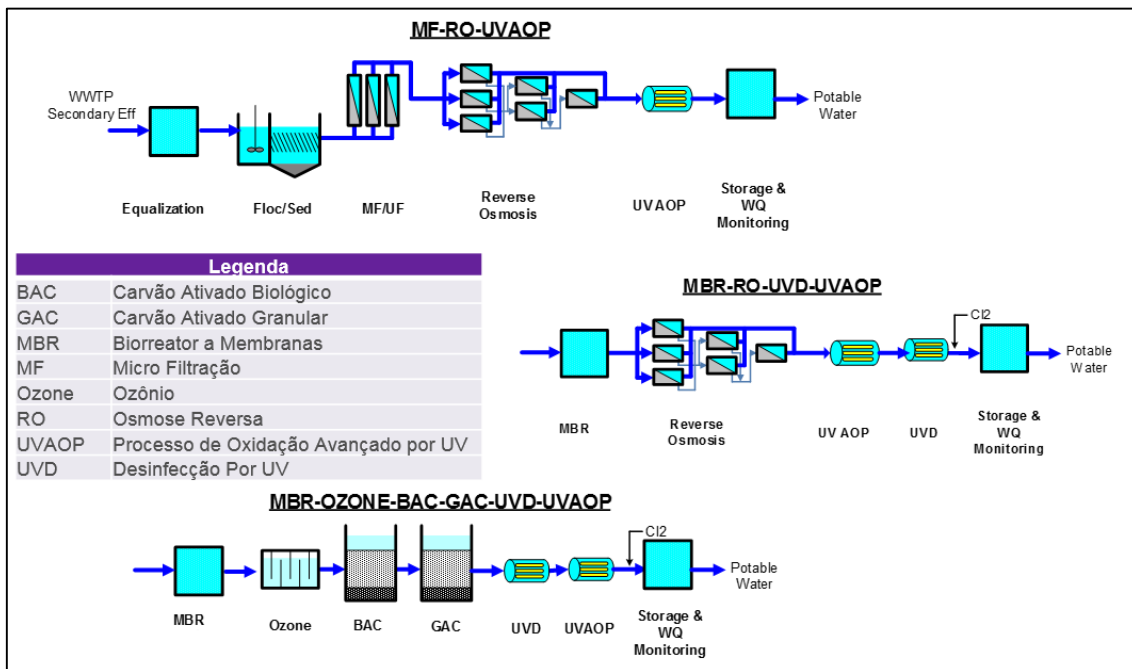


\*\* Estimativa

Fonte: Elaboração própria, CH2M.

- **Tratamento Avançado Continua a Evoluir em Torno de Membranas e/ou Carvão Ativado** – As sequências de tratamento avançado mais típicas para o tratamento avançado de esgoto são ilustradas na Figura 12. Essas sequências (ou variações delas) são geralmente consideradas para reúso potável. Muitas aplicações de reúso não precisam desse nível de tratamento.

Figura 12 – Sequências Típicas de Tratamento Avançado para Reúso Potável



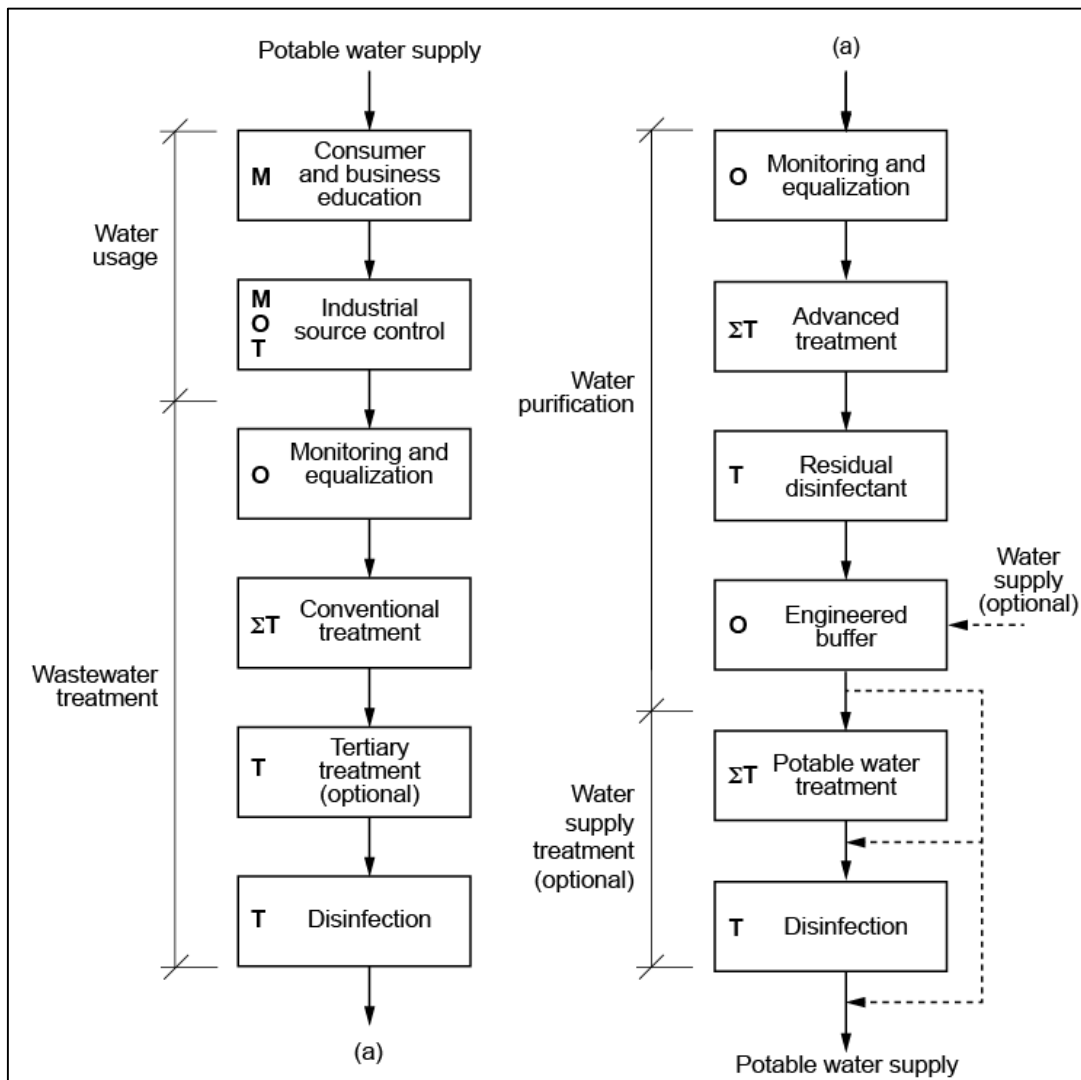
Fonte: CH2M.

- **Consideração do Ciclo Completo de Água Urbana** – Quando se considera a implantação de reúso de água, principalmente o reúso potável, é importante considerar todas as potenciais barreiras que permitem a proteção do consumidor, como visto na Figura 13, e não se limitar ao tratamento avançado/purificação do efluente em si.
- **Aceitação do Conceito de Reúso pelo Público está Crescendo** – Projetos que foram bem sucedidos realizaram a conscientização da população com ênfase, aumentando a confiança e conhecimento em água de reúso e processos de tratamento. Em Singapura, o projeto NEWater possui um centro de visitantes para esse fim, o que também ocorreu em Perth no projeto de reúso potável indireto da cidade, e também em Denver, onde são realizados passeios públicos em uma planta de demonstração.

Essas iniciativas reduziram a parcela da população que era contra o reúso de água para fins potáveis, mostrando a importância desses projetos e provando que barreiras sociais podem ser superadas.



Figura 13 – Ciclo Completo de Água Urbana a Considerar para Reúso Potável



**Legenda**

- M** = Barreira gerencial
- O** = Barreira operacional
- T** = Barreira tecnológica
- ΣT** = Soma de múltiplas barreiras tecnológicas

Fonte: WaterReuse (2011)

### 3 SOLUÇÃO ESTRUTURAL OU EMERGENCIAL ÀS CRISES HÍDRICAS

Esta seção apresenta uma discussão, através de exemplos de projetos que foram implementados ao redor do mundo, do potencial do reúso de água como solução emergencial versus estrutural às crises hídricas.

Além disso, apresenta os principais fatores de sucesso dos projetos que foram implementados ao redor do mundo, particularmente projetos de reúso potável, seja em circunstâncias emergenciais ou estruturais.

Os principais pontos aqui destacados são que (1) o reúso é geralmente uma solução estrutural nascida das crises hídricas, embora já foi uma solução emergencial em certas circunstâncias, e (2) os fatores de sucesso que se repetem incluem necessidade clara de água, comprometimento dos líderes do projeto e dos parceiros, qualidade e informação ao público.

#### 3.1 Solução Estrutural

Na maioria dos casos no mundo, projetos de reúso de grande porte foram desenvolvidos como solução estrutural às crises hídricas, ou seja, uma crise hídrica cria a necessidade de soluções a médio e longo prazo e reúso de água é desenvolvido durante e/ou depois da crise como uma das soluções estruturais para aliviar as crises futuras.

A razão principal dessa abordagem é que planejamento e implementação de projeto(s) de reúso com a capacidade e desempenho suficientes, especialmente reúso potável, tendem a demorar; não tanto pelo lado técnico, mas pelo lado institucional.

##### 3.1.1 Tempo de Implementação em Escala Municipal

A Tabela 2 dá exemplos de tempo de implementação (incluindo estudos técnicos, licenciamento, financiamento, contratos entre agências, construção, comissionamento) de alguns projetos de grande porte que foram implantados na escala de municípios.

##### 3.1.2 Tempo de Implementação em Escala Estadual

Considerando a escala dos estados, o desenvolvimento de reúso é ainda mais demorado. O exemplo da Califórnia, o estado dos EUA com o maior reúso, está apresentado abaixo.

A Figura 14 ilustra a evolução do reúso na Califórnia e as principais categorias de ações que levaram a esse aumento.

Em 2009, a capacidade instalada de água de reúso de 26 m<sup>3</sup>/s ainda representava menos de 5% das fontes de água do estado, embora representava mais de 10% em alguns municípios do estado.

**Tabela 3 – Exemplos de Tempo de Implementação na Escala de Municípios**

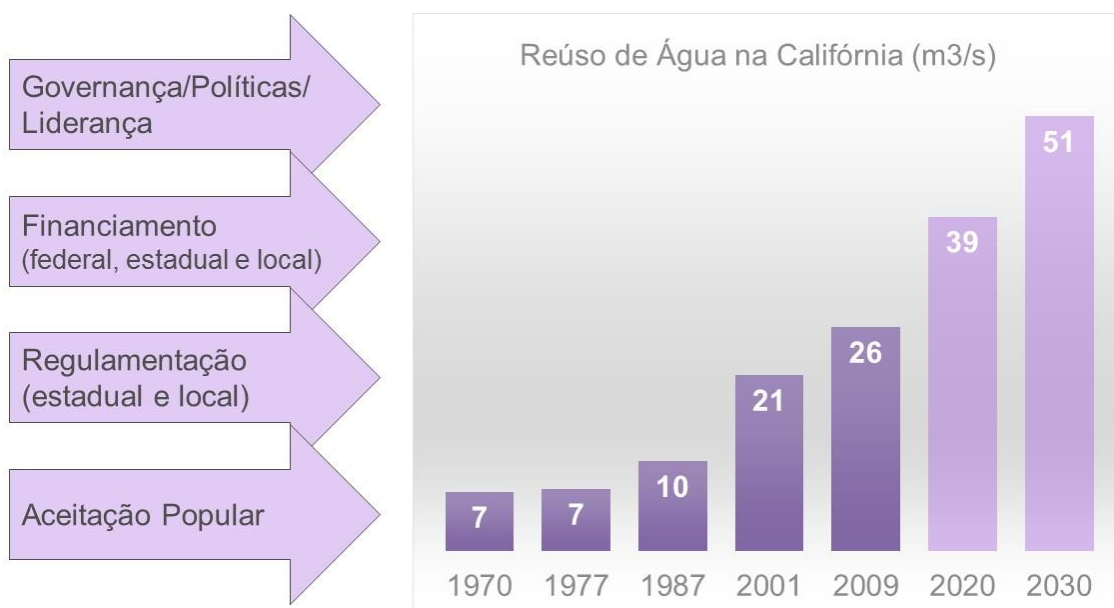
Projeto de Grande Porte	Principal (ais) Tipo(s) de Reúso	Capacidade Instalada (m <sup>3</sup> /s)	Tempo de Implementação*
Watsonville, EUA	Agrícola	0,3	8 anos
Delta Diablo Sanitation District-Calpine, EUA	Industrial	0,2	2 anos
Praire Waters, EUA	Potável Direto	2,2	5 anos
Sistema de Reabastecimento de Aquífero de OCWD, EUA	Potável Indireto	3,1	4 anos**
NEWater, Singapura	Potável Indireto e Industrial	2,0	9 anos

\* Incluindo estudos técnicos, licenciamento, financiamento, construção, comissionamento.

\*\* Depois de 29 anos operando a Water Factory 21 (planta de purificação de efluentes com OR)

Fonte: CH2M.

**Figura 14 – Reúso de Água Real e Antecipado na Califórnia e Principais Categorias de Ações que Levaram a Esse Resultado**



Fonte: Modificado de California Water Plan, Update 2013, DWR.

Para conseguir capacidade instalada de reúso de 26 m<sup>3</sup>/s em 2009 e para continuar incentivar o aumento do reúso de água no futuro, várias ações foram tomadas ao longo do tempo nas quatro categorias seguintes:

- **Governança, Políticas e Liderança** – Nessa categoria, é importante destacar dois documentos que influenciam as políticas e ações do governo na Califórnia:
  - **O Plano Hídrico do Estado** – O estado da Califórnia realiza a cada 5 anos a atualização do seu Plano Hídrico. A última atualização foi realizada em 2013 (*California Water Plan Update 2013*) e contém os planos estratégico e estratégias de gestão dos recursos hídricos para os oficiais eleitos, negócios, acadêmicos, agências de água e o público em geral. Os estudos e informações relatadas tem como objetivo disseminar dados sobre novas tecnologias e o status hídrico do estado e planos estratégicos que atendem ao código hídrico do estado de maneira sustentável. Na Tabela 4 estão alguns trechos dos 17 objetivos da atualização de 2013 do Plano.
  - **O Plano de Ações de Água do Governador** – Além do Plano Hídrico, existe o plano de ações do governador. O plano tem duração de 5 anos e lista os desafios relacionados à água, incluindo gestão de reservatórios, qualidade, secas e enchentes e identifica as ações prioritárias. Trechos das 10 ações prioritárias publicadas em Janeiro 2014 são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Planejamento Hídrico e Plano de Ações na Califórnia**

Trechos dos 17 Objetivos do Plano Hídrico da Califórnia (Atualização de 2013)	Trechos das 10 Ações Prioritárias do Plano de Ações de Água do Governador (01/2014)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fortalecer o gerenciamento regional integrado de águas</li><li>• <b>Usar e reusar água mais eficientemente</b></li><li>• Expandir o gerenciamento conjuntivo de múltiplas fontes</li><li>• Proteger e restaurar a qualidade de águas superficiais e subterrâneas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fazer da conservação um “modo de ser” californiano</li><li>• Aumentar a autoconfiança regional e gerenciamento integrado de água através de todas as esferas de governo, incluindo <b>aumentar o reúso</b></li><li>• Proteger e restaurar importantes ecossistemas</li><li>• Expandir a capacidade das represas e melhorar o gerenciamento de aquíferos</li></ul>

Importante destacar também que, no caso da Califórnia, a liderança em termo de desenvolvimento do reúso de água veio tanto do governo estadual quanto das municipalidades/agências de água e esgoto, algumas das quais se organizaram através da Califórnia WaterReuse Association para trabalhar com o governo nos assuntos de políticas, financiamento, e regulamentações.

- **Financiamento** – Programas de subsídios e empréstimos oferecidos pelo governo do estado - que visam a apoiar as políticas identificadas no Plano Hídrico e Plano de Ações

de Água do Governador - e também pelo governo federal foram um fator importante para estimular o aumento do reúso na Califórnia.

Na Tabela 5 são listados alguns desses programas e outras opções principais de financiamento de projetos de reúso para agências públicas na Califórnia.

**Tabela 5 – Principais Opções de Financiamento de Projetos de Reúso para Agências Públicas na Califórnia**

<b>Local</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarifas, obrigações e outras opções locais</li></ul>
<b>Estadual</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subsídio a Planos de Gestão Integrada de Água pelo Departamento de Recursos Hídricos</li><li>• Programa de Financiamento de Água de Reúso (subsídios e empréstimos) administrado pelo Comitê Estadual de Controle de Recursos Hídricos</li><li>• Fundo Rotativo Estadual de Água (empréstimos a juros baixos) administrado pelo Comitê Estadual de Controle de Recursos Hídricos</li></ul>
<b>Federal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Título XVI administrado pelo <i>US Bureau of Reclamation</i> (subsídios)</li></ul>

- **Regulação/Regulamentações** – Na Tabela 6 são listadas as principais agências que regulam e fiscalizam os sistemas de reúso na Califórnia. Também são notados o papel de cada agência e as regulamentações ou “*Titles*” da legislação estadual que eles aplicam. O *Title* que defini os padrões de reúso de água para as diferentes modalidades é o *Title 22*.

Essas regulamentações são modificadas a medida que as políticas do estado sobre reúso são promulgadas. Por exemplo, em 2010 e 2013, *Senate Bills* 918 e 322 requereram que a Divisão de Água Potável do Departamento de Saúde Pública adotasse critérios para reúso indireto via abastecimento de aquífero até 2013, adotasse critérios para reúso indireto via recarga de represa até 2016 e avaliasse a possibilidade de desenvolver critérios para reúso direto potável até Dezembro de 2016.

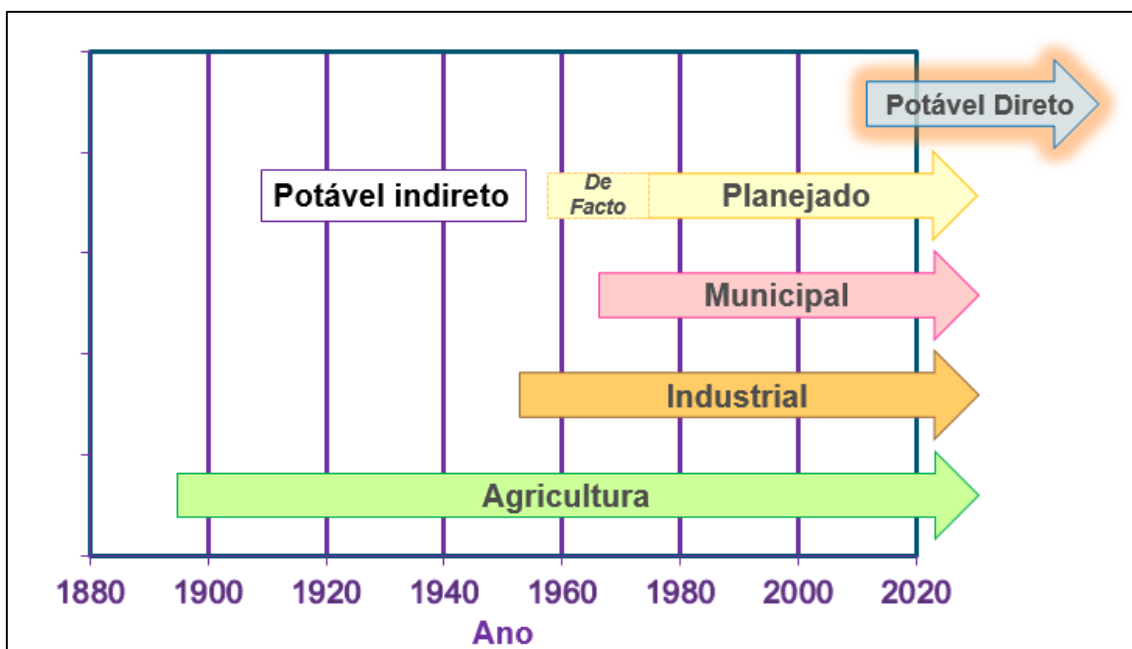
- **Aceitação Popular** – Com o aumento da aceitação popular em relação ao reúso de água no decorrer dos anos, a prática começou a ser aplicada em outros ramos. Na Figura 15 pode-se ver que o tipo de reúso foi passando para utilizações com mais contato com a população no decorrer dos anos, e apenas recentemente, com maior entendimento por parte da população (e tecnologia suficiente) o reúso potável vem sendo implantado.

**Tabela 6 – Estrutura Regulatória para Reúso de Água na Califórnia**

Agência	Papel	Código de Regulamentação para Reúso de Água
Divisão de Água Potável do Departamento de Saúde Pública e departamento de saúde local	Protege a saúde pública e faz cumprir os padrões	Títulos 17 & 22
Comitê Estadual de Controle de Recursos Hídricos & RWQCBs*	Protege a qualidade e os direitos hídricos	Título 23
Departamento de Recursos Hídricos	Gerencia fornecimento de água em todo o estado	Título 24
Comissão de Serviços Públicos	Supervisiona as taxas e receitas por serviços públicos de propriedade de investidores	Título 20
Departamento de Habitação, Comissão de Padrões de Construção e agentes de construção locais	Supervisiona padrões de construção e faz cumprir padrões	Título 24

\* RWQCB: Comissão Regional de Controle de Qualidade de Água

**Figura 15 – Evolução dos Tipos de Reúso de Água na Califórnia com Aceitação e Entendimento do Público**



Fonte: CH2M.

### 3.2 Solução Emergencial

Projetos de reúso de grande porte como solução emergencial às crises hídricas são mais raros, particularmente projetos de reúso potável. Até hoje apenas dois projetos de reúso potável elaborados pela CH2M podem ser considerados “emergenciais”:

- O projeto de reúso potável indireto do Western Corridor, Queensland, Austrália. Esse projeto de mais de 2,0 m<sup>3</sup>/s foi desativado logo depois do comissionamento.
- O projeto de reúso potável direto de Wichita Falls, Texas, EUA de 0,2 m<sup>3</sup>/s o qual foi implementado em 2014 por causa da seca excepcional de 2011-2014 e desativado em setembro de 2015 como projeto de reúso direto. Atualmente, um projeto de reúso indireto de 0,5 m<sup>3</sup>/s está sendo considerado como solução estrutural, com comissionamento previsto em 2017. Mais detalhes abaixo.

**Wichita Falls** – Wichita Falls, é um município de 104.000 habitantes a duas horas de Dallas, capital do Texas. A cidade é abastecida por 3 lagos, e durante um caso de seca excepcional entre 2011 e 2014, o volume dos reservatórios caiu drasticamente. Em 15 de setembro de 2014, a capacidade combinada dos lagos estava em estado considerado “catastrófico”, com apenas 22,5% de sua capacidade máxima.

Mesmo com projetos de redução de consumo de água por parte da população, foram necessárias medidas adicionais. Um projeto emergencial de 0,2 m<sup>3</sup>/s de água de reúso potável direto foi implantado no início de 2014. Esse projeto contou com unidades existentes de MF/OR para tratar efluente da ETE da cidade, o permeado da OR era recalcado por 20 km até um lago, onde era misturado 50/50 com água bruta. A água misturada era então tratada na ETA convencional de Cypress. A tubulação que levava água da ETE até o lago era superficial e feita de HDPE (polietileno de alta densidade) e pode ser visto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 16 – Instalações Emergenciais em Wichita Falls, TX



Fonte: <http://keranews.org/post/wichita-falls-drops-wastewater-reuse-project>

Fonte: <http://www.waterworld.com/articles/print/volume-30/issue-4/editorial-features/no-rain-no-problem-emergency-water-reuse-pipeline-helps-mitigate-drought-related-disasters-in-wichita-falls.html>

Linha do tempo da implantação do projeto: (1) Construção concluída em abril de 2014, (2) Testes em abril e junho de 2014, (3) Início de operação em julho de 2014, (4) Desativada em setembro de 2015 como um projeto de reúso direto, e (5) Projeto de reúso indireto planejado para 2017 (0,5 m<sup>3</sup>/s).



### 3.3 Fatores de Sucesso

Seja como solução estrutural ou emergencial, os projetos de reúso de água de grande porte possuem fatores de sucesso comuns entre si. Esses fatores incluem:

- **Necessidade Clara** – A necessidade para novas fontes de água e para reúso como uma dessas fontes deve estar clara para o público. Uma maneira de estabelecer claramente a necessidade para reúso é através um plano estratégico de gestão de recursos hídricos que iria avaliar as demandas de água a curto, médio e longo prazo e avaliar as fontes alternativas.
- **Comprometimento** – Incluindo comprometimento de políticos eleitos e líderes de comunidade, durante e depois da implementação.
- **Qualidade** – Deve-se sempre procurar utilizar tecnologias comprovadas tanto em desempenho e qualidade de efluente, para garantir fornecimento seguro. Operação e manutenção e o controle de qualidade de água devem ser de alto padrão.
- **Informação** – Todas as partes interessadas devem ser mantidas informadas sobre o reúso, tanto sobre qualidade, quanto quantidade e métodos de tratamento. A aceitação do consumidor é uma importante barreira que deve ser vencida a fim de se instalar com sucesso o reúso, e manter as partes interessadas continuamente bem informadas faz parte da manutenção dessa aceitação.

A Tabela 7 resume fatores de sucesso para dois projetos de água de reúso potável bem sucedidos: o projeto de reúso potável indireto in Orange County, Califórnia, e o projeto de reúso potável direto em Windhoek, Namíbia.

**Tabela 7 – Fatores de Sucesso de Casos de Reúso Potável na Califórnia e Namíbia**

Orange County Water District, CA (OCWD, Evento Reúso, São Paulo, 10/2014)	Windhoek, Namíbia (WABAG, Evento Reúso, São Paulo, 10/2014)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessidade é clara</li><li>• Divulgação é efetiva e contínua</li><li>• Oficiais eleitos e líderes de comunidade se comprometem</li><li>• Qualidade é melhor que a das alternativas</li><li>• Fiscalização dos reguladores</li><li>• Revisão científica independente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessidade clara/não há opção</li><li>• Histórico de segurança/confiança do público por mais de 40 anos</li><li>• Confiança em:<ul style="list-style-type: none"><li>• Tecnologia utilizada</li><li>• Operação e manutenção</li><li>• Controle de qualidade de água</li></ul></li><li>• Excelente política de informação</li><li>• Problemas de água possuem a maior atenção</li></ul>



## 4 OPORTUNIDADES NO BRASIL

Essa seção trata das oportunidades para reúso no Brasil e dos potenciais obstáculos e abordagens no curto prazo em um quadro geral.

Os principais pontos desta seção são que: (1) o Brasil hoje apresenta algumas das condições que fazem do reúso de água uma solução viável (como uma parte de um conjunto de soluções de gestão de recursos hídricos que deve ser aplicado), e (2) seria importante definir e apoiar os melhores próximos passos (incluindo do ponto de vista das políticas públicas, das regulamentações, e da informação ao público).

Nos EUA, a Associação WaterReuse teve um papel importante no desenvolvimento do reúso de água que poderia ser o papel da ABES no Brasil.

### 4.1 Oportunidades

O Brasil atualmente apresenta algumas das condições que podem fazer do reúso de água uma solução viável:

#### Necessidade/Crise de Água

Na Figura 17 e Figura 18 vemos as regiões que mais demandam água e as regiões com maior vulnerabilidade hídrica, baseado nas demandas atuais e futuras. Dessas regiões há algumas que tem uma grande demanda de água para fins agrícolas e outras para fins urbanos/industriais. Percebe-se que há oportunidades no Brasil para muitas das modalidades de reúso de água, incluindo reúso agrícola, industrial, municipal e potável; mas não existe ainda um documento considerando o potencial para reúso em cada região.

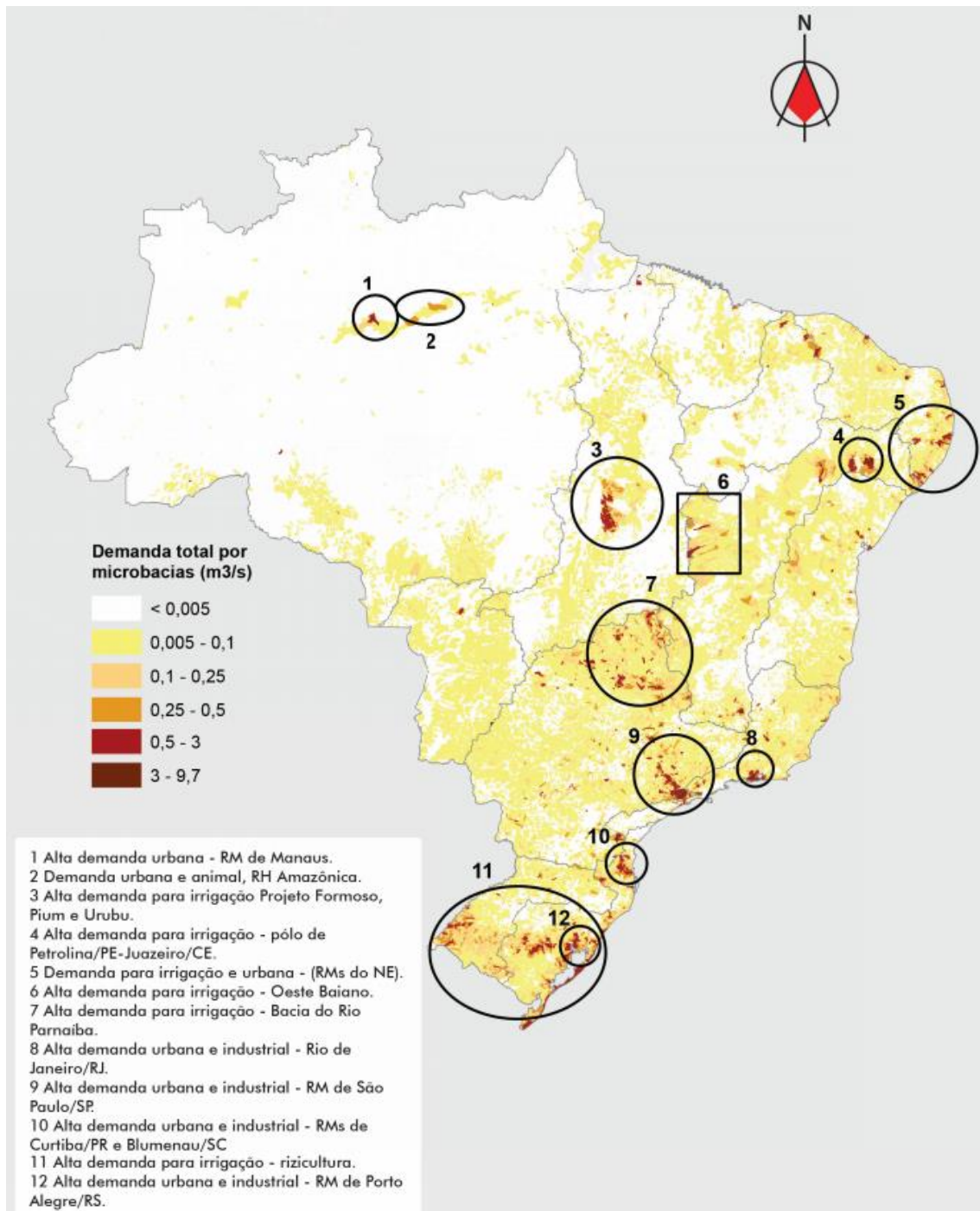
Na categoria de região com vulnerabilidade hídrica e grande demanda para fins urbanos/industriais, destaca-se a RMSP. A RMSP está entre as 10 maiores regiões metropolitanas do mundo, com cerca de 20 milhões de habitantes, e vem enfrentando desde meados de 2014 uma crise de abastecimento hídrico. Essa crise aliou problemas de infraestrutura e de gestão com escassez de chuvas na região sudeste, especialmente na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e seus reservatórios principais de água.

#### Sucesso Histórico e Projetos em Andamento

Em diversos locais já ocorre reúso não potável planejado no Brasil. Alguns exemplos incluem:

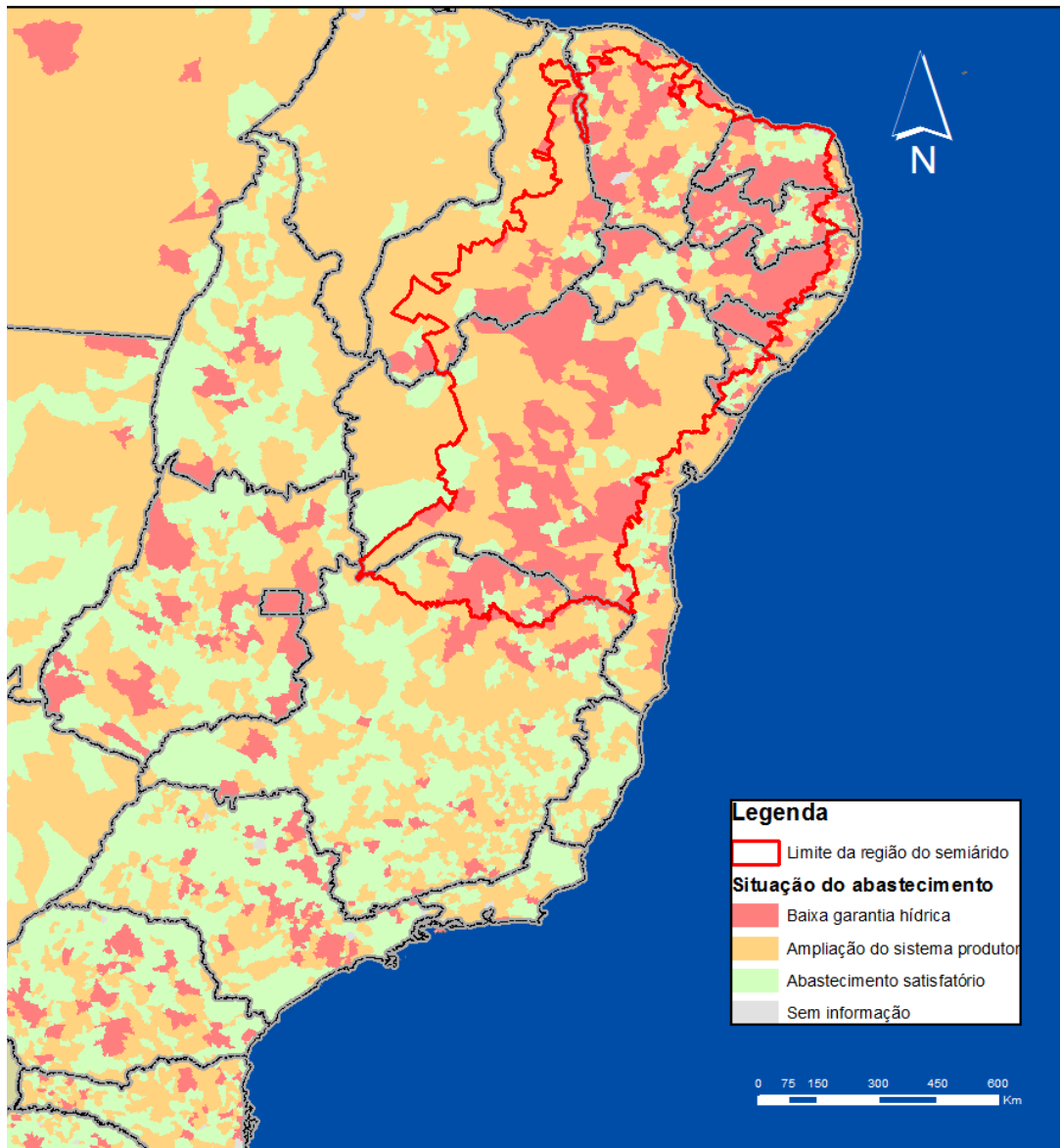
- Postos de combustível e empresas de transporte que coletam e tratam água utilizada para lavagem de carros; prédios e shoppings como o Jardim do WTC em São Paulo que tratam o esgoto produzido no local para utilização em descargas de sanitários e irrigação de jardins.
- Em Itu, SP, a Elma Chips conseguiu reduzir 85% do seu consumo original de 65 m<sup>3</sup>/h de água limpa, com mudanças no seu processo e reutilização de água já utilizada nos processos de fabricação e lavagem de produtos.

Figura 17 – Vazão Total de Retirada pro Microbacias no Brasil



Fonte: ANA, 2014a.

Figura 18 – Municípios Brasileiros com Maior Vulnerabilidade Hídrica



Fonte: ANA, 2014b.

- A Petrobras afirma realizar reúso de água de 23 bilhões de litros de água no ano de 2014 (~ 740 L/s)
- Em quatro ETEs da Região Metropolitana de São Paulo há produção de água de reúso, sendo elas a ETE Barueri, ETE Jesus Neto, ETE Parque Novo Mundo e ETE ABC, com capacidade combinada de aproximadamente 830 L/s, para usos industriais e municipais (FAPESP, 2015). Na ETE ABC existe o projeto Aquapolo (vide Figura 19), que tem capacidade de produzir 1,0 m<sup>3</sup>/s de água de reúso para o Polo Petroquímico de Capuava, e produz 650 L/s. O Projeto é uma parceria entre a Odebrecht Ambiental e a SABESP que iniciou em 2012 e tem contrato de 41 anos. A maior parte da água produzida é transportada por uma adutora de 17 km de extensão até o polo consumidor, mas uma parte é transportada por caminhões pipa.

Figura 19 – Planta do Aquapolo



Fonte: Divulgação, CH2M.

- Em Campinas, interior de São Paulo, a ETE Capivari II da Sanasa (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A) tem capacidade de produção de 360 L/s (2ª etapa) de água de reúso não potável, utilizando tecnologia MBR, que fornece 10% de sua produção para o aeroporto de Viracopos e despeja o restante no rio Capivari, e a montante do ponto de captação de uma ETA. Os destinos da água de reúso comercializados no ano de 2014 estão na Tabela 8 – Destinos da Água de Reúso Produzida na ETE Capivari II

**Tabela 8 – Destinos da Água de Réuso Produzida na ETE Capivari II**

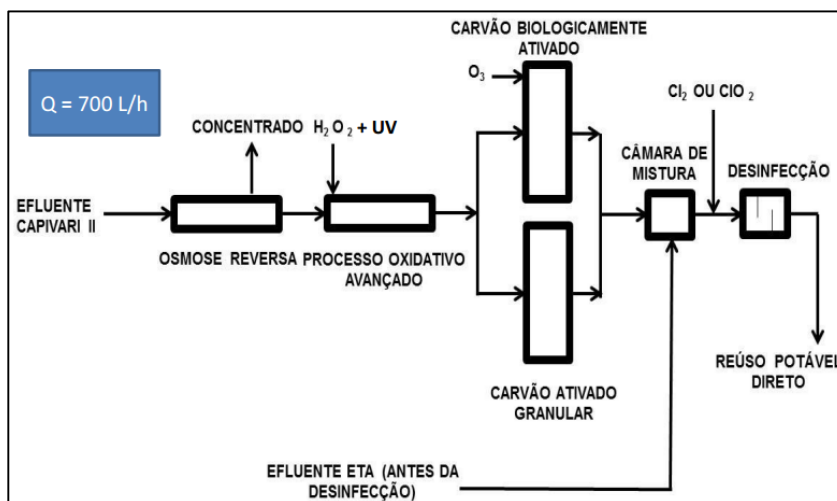
Usos predominantes em 2014	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Construção civil	68%	45%	29%	7%
Irrigação Paisagística	27%	46%	39%	68%
Lavagem de espaços públicos	4%	7%	21%	17%
Desobstrução de redes e galerias	1%	1%	11%	3%
Corpo de Bombeiros	-	1%	-	-
Lavagem de veículos	-	-	-	5%

Fonte: Sanasa, 2014.

Também há projetos em andamento ou sendo considerados, incluindo:

- Instalação em curso de uma planta piloto na ETE Capivari II com capacidade de produzir 700 L/h de água, utilizando o efluente da ETE e com qualidade suficiente para atender aos padrões de potabilidade e realizar reúso potável direto (FAPESP, 2015). O projeto da Sanasa, liderado pelo Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA) da Universidade de São Paulo (USP), tem a intenção de mostrar que esse tipo de prática é viável no Brasil, fornecendo água potável com qualidade e segurança.

**Figura 20 – Fluxograma de Processo da Unidade Piloto em Instalação na ETE Capivari II em Campinas, SP**



Fonte: CIRRA, 2015.

### Regulações/Regulamentações

Atualmente, existem no Brasil as seguintes leis e resoluções pertinentes:

- Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 1997): institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Lei 9.034 de 27 de dezembro de 1994 que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos



- A Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): Resolução nº 54 de 24 de novembro de 2005 que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso não potável de água;
- CNRH: Resolução nº 121 de 16 de dezembro de 2010 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal
- Existem também várias leis e resoluções municipais. No município de Campinas por exemplo, a água de reúso poderá ser utilizada desde que atenda aos requisitos da Resolução Municipal conjunta SVDS/SMS nº09/2014 de 04/08/2014;

Manuais criados por iniciativas de órgão públicos e privados servem para orientar, sem o caráter legal, a prática de reúso. Tais manuais foram criados por: CREA (PR), Fundespa, FIESP, CIRRA, entre outras. Merece menção o Manual de Conservação e Reúso da Água em 2004, elaborado pela ANA e FIESP, com foco industrial. Outro é o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações promovido pela SINDUSCON, ANA e FIESP em 2005. Estes estabelecem padrões de qualidade para diferentes atividades consumidoras de água não potável.

Não há legislação específica sobre reúso direto potável atualmente vigente no Brasil.

A Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH foi para consulta pública em 2013 e trata dos padrões de água proveniente de ETEs para reúso não potável. Ela foi criticada por possuir padrões muito restritivos, tais como sódio máximo de 69 mg/L, sendo que para água potável o limite é 200 mg/L, e ovos de helmintos, que por não estarem presentes nos países das literaturas base, possuem regulamentação muito restritiva e não se tornam relevantes no Brasil. Alguns desses parâmetros são baseados nos padrões da OMS de 2006, e da US EPA.

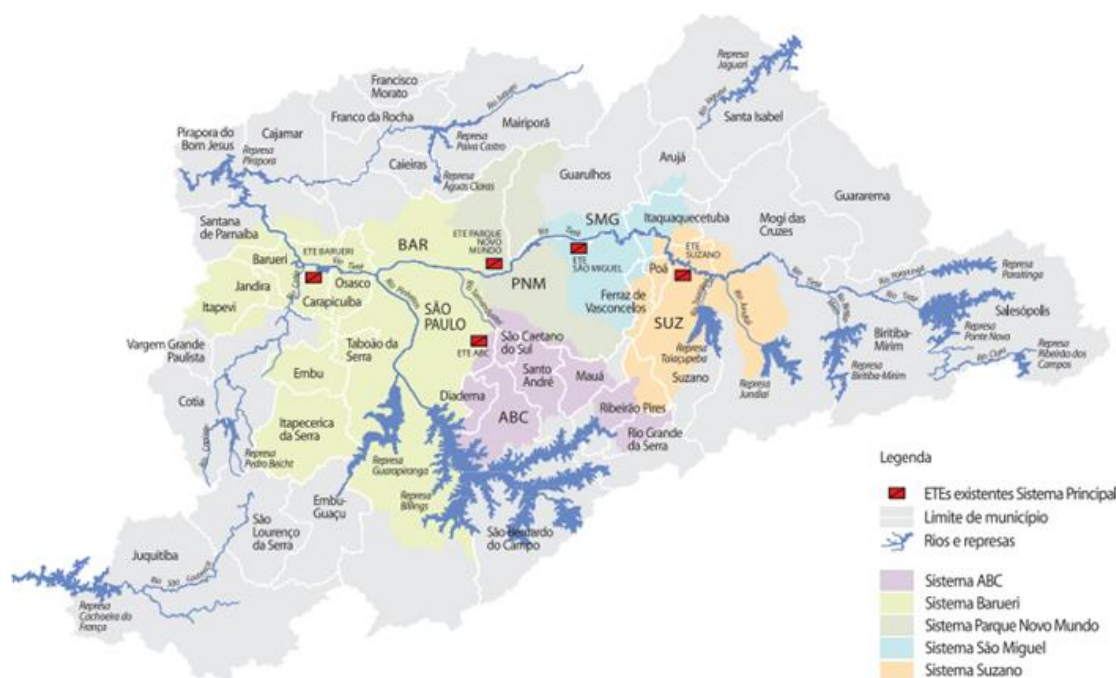
A falta de regulamentações completas e/ou critérios de qualidade para todas as modalidades de reúso de água no Brasil pode ser vista como uma oportunidade: a de participação na definição desses critérios.

### **Melhorias nas ETEs**

Algumas das grandes cidades estão (ou estarão logo) considerando upgrades nas ETEs existentes, incluindo SABESP/São Paulo. Essas melhorias são boas oportunidades para considerar reúso.

Na Figura 21 observa-se as cinco principais ETEs da RMPS e suas capacidades nominais. Exemplos das ideais atualmente consideradas pela SABESP incluem adequação da estação ETE ABC, que já possui o Aquapolo, para aumentar a sua capacidade e melhorar a qualidade do efluente, e reforma completa nas ETEs menores, como a ETE Parque Novo Mundo, a fim de se produzir várias qualidades de água de reúso.

**Figura 21 – Sistemas de Esgotamento e Localização das Cinco Maiores ETEs da RMSP e Capacidades Nominais**



Sistema/ETE	ABC	Barueri	PNM	SMG	Suzano	Total
Capacidade Nominal (m <sup>3</sup> /s)	3,0	9,5	2,5	1,5	1,5	18
Capacidade Futura (m <sup>3</sup> /s)	8,6	25	7,0	4,9	2,8	48,3

Fonte: PDE-10, COBRAPE/CONCREMAT, 2010

### Experiências no mundo

O reúso foi implantado com sucesso ao redor do mundo, o que permite reduzir o “*learning curve*.” Uma excelente fonte de referências sobre reúso é a associação WaterReuse, fundada em 1990 e internacionalmente reconhecida como referência, fornecendo pesquisas, direcionando políticas e formando opinião. Com uma missão de educar o público sobre a importância do reúso e aumentar a prática nos EUA, o website da associação ([watereuse.org](http://watereuse.org)) possui muitas informações úteis.

### 4.2 Potenciais obstáculos e abordagens

Nessa última seção são descritos potenciais obstáculos para a implantação de projetos de reúso e possíveis abordagens no curto prazo que podem ser utilizadas para contorná-los.

#### Custo/Financiamento

Comparado a outras alternativas, como conservação, redução de perdas reais e importação de água, o reúso pode não ser a alternativa de fonte de água mais atraente em todas as circunstâncias. Deveriam ser realizadas análises para identificar os projetos de reúso mais

vantajosos economicamente, seja na escala dos grandes consumidores de água, dos municípios ou dos estados.

Isso é importante devido à falta de opções de financiamento no curto prazo e também porque é uma boa prática.

### **Regulações/Regulamentações/Políticas**

A falta de regulamentações e/ou critérios de qualidade poder apresentar risco para quem desenvolve um projeto e/ou o consumidor. Para aliviar esse risco no curto prazo, os líderes de projetos em andamento poderiam trabalhar juntamente aos órgãos reguladores para o licenciamento de projetos. Enquanto não existem critérios de qualidade, seria recomendável adotar o princípio de cautela para os projetos em andamento, particularmente para projetos de reúso potável.

Quando forem criados critérios de qualidade no Brasil, as leis e normas estrangeiras como o *Title 22* da Califórnia (ver Tabela 6) poderão ser utilizadas como base, mas deverão passar por testes de aplicabilidade levando em conta a realidade da região e/ou do país.

Atualmente, observa-se algum movimento para criação de políticas de reúso de água como, por exemplo, a iniciativa do Ministério das Cidades através do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura para desenvolver um plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil. Segundo o Ministério, algumas das questões a serem tratadas no plano serão:

- Quem será responsável pelos riscos de saúde pública associados ao reúso? Como será a divisão das responsabilidades?
- O reúso indireto necessita de padrões específicos? Ou os padrões de lançamento são suficientes?
- Quando praticado o reúso indireto, quem paga pelos custos do tratamento? O consumidor ou o Comitê de Bacias?
- Qual é o papel dos entes federados quanto à regulação e fiscalização do reúso?
- Qual é o cenário internacional em relação ao reúso?
- Quais semelhanças e diferenças esses países resguardam com o Brasil (sistema político, economia, rede de drenagem, modelo de urbanização)?
- Quais são os potenciais e limitações do reúso para cada modalidade?
- Quais são os pressupostos e metodologia a adotar para analisar a viabilidade financeira e econômica dos sistemas de reúso?

### **Aceitação Popular**

Reúso de água é geralmente desconhecido no Brasil, particularmente para reúso potável. Não é um conceito muito divulgado/discutido, mesmo que veículos de comunicação tenham recentemente publicado alguns artigos sobre o tema (Revista Veja/16 de setembro, 2015).

No curto prazo, transparência e disseminação de informação seria a melhor forma de ação.

### **Tecnologia**

---



Entre os potenciais desafios técnicos de reúso potável, temos:

- Programas de pré-tratamento/controle de poluição industrial
- Desempenho no tratamento convencional
- Monitoramento da qualidade de água
- Manejo de salmoura (se o tratamento for baseado em OR)

No curto prazo, pode-se aproveitar a experiência de outros países que já realizam com sucesso a prática, implementar projetos pilotos quando necessário, e utilizar recursos disponíveis em plataformas como a US EPA e a WateReuse.

## 5 CONCLUSÕES

O papel do reúso de água como recurso hídrico sustentável está crescendo ao redor do mundo, incluindo o reúso potável. Essa prática é geralmente uma solução estrutural ao gerenciamento dos recursos hídricos, nascida das crises hídricas, embora já tenha sido uma solução emergencial em certas circunstâncias

Os fatores de sucesso de projetos de reúso de grande porte, particularmente reúso potável, incluem necessidade clara para água, comprometimento dos líderes do projeto e dos parceiros, qualidade e informação ao público.

O Brasil atualmente apresenta algumas das condições que fazem do reúso de água uma solução viável, como uma parte de um conjunto de soluções de gestão de recursos hídricos que devem ser aplicadas, e seria importante definir e apoiar os melhores próximos passos, incluindo do ponto de vista das políticas públicas, das regulamentações, e de informação ao público.

Nos EUA, a Associação WateReuse teve um papel importante no desenvolvimento do reúso de água que poderia ser o papel da ABES no Brasil.

## Referências

- ANA, **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**, 2014a, Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 16 set. 2015.
- ANA, **Encarte Especial Sobre a Crise Hídrica**, 2014b. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 16 set. 2015.
- CALIFORNIA CODE OF REGULATIONS, **Title 22**, 2015. Disponível em: <[https://govt.westlaw.com/calregs/index?\\_\\_lrguid=ieab12f9a290a4398a222a2f922036688&transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)>](https://govt.westlaw.com/calregs/index?__lrguid=ieab12f9a290a4398a222a2f922036688&transitionType=Default&contextData=(sc.Default)>)>. Acesso em: 24 set. 2015.
- CALIFORNIA NATURAL RESOURCES AGENCY, **California Water Action Plan**, 2014. Disponível em: <[http://resources.ca.gov/docs/california\\_water\\_action\\_plan/Final\\_California\\_Water\\_Action\\_Plan.pdf](http://resources.ca.gov/docs/california_water_action_plan/Final_California_Water_Action_Plan.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2015.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES, **California Water Plan Update, DWR**, 2013. Disponível em: <http://www.waterplan.water.ca.gov/cwpu2013/>. Acesso em: 24 set. 2015.
- CH2M/JNS, **Apresentações Workshop: Reúso na ETE Parque Novo Mundo**, para SABESP; Projeto PLAMTE; 2015.
- CH2M, **Programa de ação para implementação de sistema de água de reúso na RMSP**, São Paulo SP; 2002.
- CHESS: Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da SABESP para a RMSP, SABESP, 2015
- CIRRA, **Conservação e Reúso de Água como Instrumentos de Gestão**, 2015.
- COBRAPE/CONCREMAT. **Plano Diretor de Esgotos da RMSP (PDE-10)**, 2010.
- Estudos da ABES sobre assuntos diversos. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/Apoio/EstudosGO.html>>. Acesso em: 17 set. 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES (NRC), **Water Reuse: potential for expanding the nation's water supply through reuse of municipal wastewater**; Washington D.C.; The National Academy Press; 2012.
- PETROBRAS, 2015, **Fatos e dados**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/elevamos-reuso-de-agua-em-3-bilhoes-de-litros-em-nossas-refinarias-no-brasil.htm>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- PETROBRAS, **Comperj Informa**, nº 43, Dezembro 2013, Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A158398442291EE0144230BB665322E>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- SANASA, **Relatório de Sustentabilidade 2014**, Sanasa, 2014. Disponível em: <<http://www.sanasa.com.br/document/noticias/2024.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2015.

Revista Pesquisa FAPESP, ed. 235, Setembro 2015, **Água reciclada**, São Paulo. Disponível em: <  
<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/09/15/agua-reciclada/>>. Acesso em: 23 set. 2015.

TREVISANI, D. M.; BRESSIANI, P.; BARROS, V. N.; FOLGOSI, F.; PEREIRA, P. **Reúso de Água**. GT-  
Tecnologia para ABES-São Paulo.

USEPA. Unites States Environmental Protection Agency. **Guidelines for Water Reuse**.  
Washington, DC, USA. 2004.

WateReuse Research Foundation, **Framework for Direct Potable Reuse**,  
<http://www.watereuse.org>, 2015

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for the safe use of wastewater, **excreta and  
greywater**. Geneva, Switzerland. 2006.