



Água de Reúso:

Oportunidades e Riscos para
o Setor Empresarial.

25 de agosto de 2022

Água de Reúso de Estação de Tratamento de Efluentes: Oportunidades e Riscos para o Setor Empresarial.



SUMÁRIO

4

CAPÍTULO 1
Introdução

10

CAPÍTULO 2
Cenário do reúso de água
no brasil e no mundo

23

CAPÍTULO 3
O reúso de água discutido hoje no brasil

28

CAPÍTULO 4
Exemplos de projetos de reúso no Brasil

40

CAPÍTULO 5
Conclusão

41

CAPÍTULO 6
Anexos

1. Introdução

O Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) é uma associação civil sem fins lucrativos fundada em 1997 e que promove o desenvolvimento sustentável. Atualmente, representa cerca de 99 dos maiores grupos empresariais do país. Uma das formas de atuação do CEBDS ocorre por meio de suas Câmaras Temáticas, que têm como objetivo articular de forma estratégica os temas-chave para a sustentabilidade dos negócios, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país. Criada em 2007, a Câmara Temática de Água busca aprofundar o entendimento e as ações do papel do setor empresarial na dinâmica dos recursos hídricos, para melhorar a alocação dos recursos e assim reduzir riscos e impactos de crises hídricas e avançar na sustentabilidade de cada empresa.

Neste contexto, a ERM Brasil Ltda. (ERM) foi convidada pelo CEBDS a elaborar um estudo sobre "Água de Reúso de Estação de Tratamento de Efluentes: Oportunidades e Riscos para o Setor Empresarial". Com base no objetivo do CEBDS, a ERM compreende que a forma de atuação das empresas na gestão da água é ponto de partida para o gerenciamento dos impactos positivos de sustentabilidade e refletem as necessidades mais prioritárias das empresas associadas, alinhadas com a Visão 2050 para água e saneamento: alcançar a universalidade do acesso à água e ao esgoto tratados, por meio do uso responsável dos recursos naturais em benefício das pessoas e dos negócios.

Este estudo tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre a relevância do tema do reúso de água de Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) no Brasil. O estudo destina-se a agregar conhecimentos essenciais para o entendimento e aplicações do reúso¹ de água, mostrando um panorama geral sobre a atual situação regulatória brasileira, os avanços que vêm ocorrendo neste sentido, alguns casos de sucesso no Brasil e no âmbito global.

1.1 A CRISE HÍDRICA E A CONTRIBUIÇÃO DO REÚSO DE ÁGUA

Endereçar os desafios hídricos do planeta nunca foi tão urgente. O acelerado crescimento populacional, atrelado ao aumento da poluição dos corpos hídricos e à crise climática despertam incertezas cada vez mais frequentes vinculadas à escassez e à qualidade da água.

A escassez hídrica é hoje uma vulnerabilidade mundial, não apenas percebida em regiões áridas e desérticas, mas também em regiões onde os recursos hídricos, apesar de abundantes, são insuficientes para atender às demandas de consumo quando ultrapassam a capacidade instalada de produção desse recurso, alinhado ao nível de qualidade desejado.

De acordo com o relatório da CDP² de 2020, a escassez de água afeta atualmente mais de 3 bilhões de pessoas. Além disso, o relatório aponta também que a quantidade de água doce disponível por pessoa caiu em um quinto em duas décadas. No Brasil, de 2017 a 2020, aproximadamente 89 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens, o que corresponde a

¹ "A água de reúso é a água resultante de processos de reutilização de água (também conhecida como reciclagem de água ou recuperação de água), onde se recupera e trata a água de diversas fontes, dentro de padrões estabelecidos, para ser reutilizada com fins benéficos. Antes de retornar ao ciclo natural da água, a água de reúso é utilizada mais de uma vez. Geralmente a água de reúso é gerada dentro das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) ou Estação para Tratamento de Água para Reúso (ETAR)." <https://www.rebob.org.br/oquee>

² CDP, 2020. Global Water Report 2020. A wave of change - The role of companies in building a water-secure world. <https://www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2020>

cerca de 15 vezes mais comparando-se ao número de pessoas afetadas por cheias. Além disso, há 128,1 milhões de habitantes em cidades com risco hídrico. Segundo o ISH-Urbano³, há um total de 518,2 bilhões de reais da produção econômica agropecuária e industrial em risco hídrico, projeção para 2035 e 4,5% da extensão dos rios brasileiros encontram-se altamente poluídos (ANA, 2021)⁴.

Há ainda que se levar em conta o fator climático. O relatório da Agência Nacional das Águas (ANA)⁴ aponta que, dependendo da região, as alterações climáticas terão efeitos diferentes nas águas do país. A avaliação dos impactos climáticos na disponibilidade hídrica do Brasil deu-se por meio de resultados obtidos a partir de modelagens baseadas nos modelos climáticos globais (MCG) utilizados pelo IPCC⁵ e demonstraram uma preponderância de cenários de diminuição da disponibilidade hídrica, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

A Organização das Nações Unidas (ONU) declara segurança hídrica como a garantia de acesso sustentável à água de qualidade, em quantidade adequada à manutenção dos meios de vida, ao bem-estar humano e ao desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, o cenário de vulnerabilidade hídrica é reforçado em pesquisas e relatórios divulgados pela ANA, que aponta um agravamento do quadro nos últimos anos. De acordo

com a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, quando há escassez hídrica, a água deve ter prioritariamente dois fins: atender o consumo humano e saciar a sede de animais. Isso representa insegurança aos demais usuários do recurso, como as indústrias, que dependem substancialmente da água para suas operações.

De acordo com o 2030 WRG⁶, iniciativa global lançada no Fórum Econômico Mundial de 2008 com a missão de facilitar diálogos e ações intersetoriais acerca da segurança hídrica em países em desenvolvimento, o reúso de água tem sido uma das estratégias adotadas mundialmente para auxiliar no combate à escassez hídrica. O aumento do consenso mundial sobre a problemática da escassez hídrica surge essencialmente em meio aos eventos mundiais que vêm atribuindo relevância especial ao tema desde as décadas passadas, como a Eco 92 e Agenda 21. Eventos como estes vêm fomentando discussões cada vez mais frequentes que colocam em pauta a importância do incentivo à implementação de políticas públicas voltadas ao tratamento e reúso de efluentes. Ademais, é notório também o aumento da produção científica em torno do tema. A comunidade acadêmica tem apresentado cada vez mais análises de possibilidades tecnológicas e econômicas, e metodologias relevantes acerca da gestão dos recursos hídricos, destacando

principalmente a importância de integrar questões sociais de saúde e segurança pública a práticas apropriadas e eficazes, que sejam capazes de garantir a segurança hídrica.

Assim, a preocupação crescente e mundial sobre a água tem feito do seu reúso planejado um tema urgente. Essa prática tem como uma de suas premissas principais assegurar que a oferta de água potável seja destinada a fins essenciais, para que a água de reúso, após passar pelos tratamentos adequados, seja, num primeiro momento, destinada a atividades que não demandem tal nível de potabilidade e pureza. Neste cenário, as principais aplicações da água de reúso podem incluir irrigação paisagística, irrigação de campos para cultivos, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não-potáveis, finalidades ambientais e demais usos diversos: aquicultura, construções, controle de poeira, dessedentação de animais (CETESB, 2022)⁷.

De acordo com a CETESB⁷, ao liberar as fontes de água de qualidade superior para abastecimento público e demais usos prioritários, o uso das águas tratadas nas ETEs torna-se importante para a conservação dos recursos naturais e agrega uma dimensão econômica à gestão dos recursos hídricos, à medida em que reduz a demanda sobre os mananciais de água e ajuda a evitar a contaminação de um maior volume deste recurso.

³ Índice de Segurança Hídrica - ISH. Foi concebido no âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH para retratar as diferentes dimensões da segurança hídrica dentro do território brasileiro. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>

⁴ Agência Nacional das Águas (ANA), 2021. Relatório Pleno, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021. <https://relatorio-conjuntura-ana-2021>.

⁵ Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. webflow.io/

⁶ 2030 Water Resources Group, 2021. *Annual Report. From Dialogue to Action, the Road to 2030*.

⁷ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2022. [Reuso de água | Águas Interiores \(cetesb.sp.gov.br\)](https://reuso.de.água|Águas Interiores (cetesb.sp.gov.br))



O SUCESSO DA CONSTRUÇÃO DE UMA REAL E BEM-SUCEDIDA CULTURA DE REÚSO DE ÁGUA NO PAÍS PASSA PELA ADOÇÃO DE CONCEITOS TRANSPARENTES E CORRETO

Levando-se em conta os altos custos da água potável e, substituindo-se por água de reúso, os volumes de água geralmente usados, principalmente em casos em que a potabilidade não é necessária, pode-se reduzir o volume de consumo de água comprado das concessionárias de águas e esgotos e assegurar ao empreendedor/usuário, uma enorme economia financeira pela redução de sua conta de água. Nas indústrias, por exemplo, ao mesmo tempo em que o reúso pode agregar uma dimensão econômica ao planejamento econômico dentro da sua política de gestão dos recursos hídricos, acrescenta também a boa prática ambientalmente correta, valorizando os seus

produtos e marca junto aos seus consumidores.

1.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES NO ÂMBITO DO REÚSO DE ÁGUA

Para que a prática avance de maneira segura e responsável no contexto da gestão integrada de recursos hídricos e saneamento no Brasil, muitos são os desafios, que começam pelo entendimento dos conceitos corretos que envolvem a prática de reúso de água. O sucesso da construção de uma real e bem-sucedida cultura de reúso de água no país passa pela adoção de conceitos transparentes e corretos⁸. Nesse sentido, os conceitos gerais relevantes são apresentados a seguir no Quadro 1:

QUADRO 1 – CONCEITOS GERAIS SOBRE REÚSO DE ÁGUA

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	É uma instalação com um conjunto de diferentes operações e processos unitários para remoção de poluentes específicos presentes no esgoto. O nível de tratamento é condizente com o tipo de tecnologia adotada e a qualidade do efluente desejada. O tratamento a nível secundário reduz as concentrações de sólidos suspensos e dissolvidos, além de matéria orgânica. No entanto, não remove de maneira eficiente nutrientes e microrganismos patogênicos. A remoção de ambos está condicionada à modalidade de reúso.
Estação de Tratamento Avançado ou Estação Produtora de Água para Reúso (EPAR)	Uma “Estação de Tratamento Avançado” produz efluente tratado com qualidade superior ao tratamento a nível secundário. Caso a água tratada seja destinada ao reúso, a estação passa a ser considerada como uma “Estação Produtora de Água para Reúso (EPAR)”. Ressalta-se ainda que seu nível de tratamento é definido a partir da qualidade de água almejada para o uso pré-determinado, sendo inseridas as tecnologias no seu fluxograma, para se atingir a eficiência necessária.
Desinfecção	É uma etapa do tratamento avançado e visa eliminar ou reduzir a patogenicidade presente no esgoto. Seu desempenho pode ser modulado a diferentes níveis de eficiência, tendo em vista os objetivos do reúso de água. A cloração, a radiação UV e a ozonização são os processos mais utilizados, embora lagoas de maturação ou de polimento também sejam utilizadas em casos de reúso de água na agricultura. Também podem ser adotados processos em duplo estágio, considerando uma filtração terciária antecedente à unidade de desinfecção, com objetivo de redução da turbidez.
Água para Reúso (ApR)	Água produzida por uma EPAR com o objetivo de reinserção nos ciclos urbano ou rural da água. Sua qualidade deve ser compatível com o uso e oferecer os menores riscos possíveis à saúde humana e ao meio ambiente. No contexto internacional, os termos mais utilizados são “água reciclada” (recycled water) e “água recuperada” (reclaimed water). Conforme já mencionado, não se consideram adequados os termos “reúso de efluente” ou “reúso de efluente tratado”.

⁸ Santos, A. S. P.; Lima, M. A. M.; Silva Júnior, L. C. S.; Avelar, P. A.; Araujo, B. M.; Gonçalves, R. F.; Vieira, J. M. P. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 – Terminologia e conceitos de base. Revista Gesta, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

Reúso de água	Termo adotado para a utilização de águas residuárias na cidade ou no campo. Tem como requisito primordial a adequação da qualidade da água ao uso almejado, sempre com base na segurança sanitária e ambiental.
Reúso direto	Refere-se ao uso planejado da água produzida em uma EPAR, sem que haja lançamento prévio em corpos d'água superficiais ou subterrâneos. Neste caso, não há diluição em outras fontes de água, anteriormente ao uso.
Reuso indireto	Refere-se ao efluente de uma EPAR utilizado para qualquer fim após lançamento em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo. Neste caso, prevê-se uma diluição em outras fontes de água, anteriormente ao uso.
Reúso interno	Refere-se ao efluente tratado quando utilizado dentro das próprias instalações onde ele foi produzido, nomeadamente na própria ETE ou no mesmo estabelecimento.
Reúso externo	Refere-se ao efluente tratado quando encaminhado para reúso em ambientes externos àquele onde ele foi produzido. Ou seja, para usuários externos.
Sistema centralizado de esgotamento sanitário	Quando o esgoto sanitário de uma determinada bacia de esgotamento é coletado e transportado por um sistema coletivo para ser tratado em uma ETE única. Neste caso, o reúso de água pode ser do tipo interno ou externo.
Sistema descentralizado de esgotamento sanitário	Sistema que coleta e trata o esgoto sanitário produzido in loco, como condomínios residenciais e comerciais, empreendimentos empresariais e comerciais, loteamentos e edifícios singulares. Neste caso, em geral, a prática de reúso é do tipo interna, considerando inclusive a possibilidade de separação das diferentes águas provenientes de bacias sanitárias (águas negras) e dos demais acessórios hidráulicos, exceto de pia de cozinha e máquina de lavar louça (águas cinza).

Destaca-se ainda, a importância do entendimento das diferentes **modalidades de uso previstas**, em função de diferentes qualidades alcançadas e de acordo com o planejamento estratégico da bacia, e/ou demandas prioritárias. Neste caso, definem as seguintes aplicações, como apresentado no Quadro 2⁹:

QUADRO 2 – DEFINIÇÕES DE REÚSO

Reúso agrícola	Aplicação da ApR em irrigação de diferentes tipos de cultura e a partir de diferentes tipos de equipamentos de irrigação. Ressalta-se que os diferentes tipos de cultura requerem águas de diferentes qualidades. Em geral, nesse processo incluem-se os seguintes aspectos relacionados às culturas: i) consumo cru ou após algum tipo de processamento; ii) desenvolvimento rente ou distante do solo; iii) consumo humano ou não; iv) que apresentem contato direto com a água de irrigação ou não; e outros.
Reúso urbano	Aplicação da ApR em ambientes urbanos para usos como: i) lavagem de pátios, estacionamentos, logradouros públicos e similares; ii) irrigação paisagística de canteiros, praças e parques; iii) lavagem de veículos comuns e especiais como trens, metrô, aviões, ônibus e caminhões de lixo; iv) desobstrução de galerias de águas pluviais e/ou tubulações de esgotos sanitários; v) diversas situações na construção civil, como cura de concreto, maquinário que utiliza água para o funcionamento, umectação de solo, abaixamento de poeira; vi) combate a incêndio (urbano ou florestal); vii) descarga de bacia sanitária em sistemas descentralizados.
Reúso industrial	Aplicação da ApR em ambientes industriais em dois diferentes contextos. No primeiro caso, trata-se da aplicação no parque industrial como água de processo e/ou em equipamentos como caldeiras e torres de resfriamento. O segundo, refere-se à aplicação da modalidade urbana, porém em ambiente industrial. Nesse caso, a ApR para atividades industriais pode ser proveniente de um reúso interno ou externo, bem como de um sistema centralizado ou descentralizado. Ao se considerar as particularidades e complexidades que envolvem do reúso de água no contexto industrial.

⁹ Santos, A. S. P.; Lima, M. A. M.; Silva Júnior, L. C. S.; Avelar, P. A.; Araujo, B. M.; Gonçalves, R. F.; Vieira, J. M. P. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 – Terminologia e conceitos de base. Revista Gesta, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

O **reúso de água no ambiente industrial** pode ser realizado a partir do efluente doméstico ou a partir do efluente industrial. No caso do efluente doméstico, pode ser proveniente da própria indústria, quando há separação das linhas de produção de efluentes, ou de uma ETE municipal, operada pela prestadora de serviço de saneamento regional. Este último, é o caso do Projeto Aquapolo, que se configura como uma EPAR, onde se produz ApR de alta qualidade para uso industrial, a partir do esgoto tratado da ETE ABC, operada pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Ainda é importante ressaltar que também o efluente industrial pode ser direcionado para outros usos fora do parque industrial, a depender da modalidade da indústria. Como exemplo, cita-se a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (CONSEMA) nº 419 de 2020, que estabelece critérios e procedimentos para o reúso de água de efluentes líquidos de origem industrial ou sanitária, no estado (Rio Grande do Sul, 2020). Também, cita-se a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 503, de 2021, que define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias¹⁰.

- **Reúso em aquicultura ou piscicultura:** Quando a ApR é direcionada aos tanques de criação de espécies

aquáticas, geralmente destinadas ao consumo humano. No caso de espécies aquáticas em geral, adota-se o termo "aquicultura"; no caso de criação específica de peixes, "piscicultura".

- **Reúso ambiental:** O reúso ambiental se caracteriza por aplicação em situações que consideram algum tipo de recuperação ambiental como a de áreas degradadas, em florestas plantadas, recarga de aquífero, aumento de vazão em lagos ornamentais, fixação de vazões ecológicas de cursos d'água e outros.
- **Reúso potável:** Reúso de água para fins de abastecimento humano, podendo ser dividido em reúso potável direto, reúso potável indireto e reúso potável indireto (RPI) não planejado, também conhecido como reúso potável *De Facto*. Em função da complexidade que envolve o reúso potável, outros conceitos são apresentados no destaque:

De acordo com Santos *et al.* (2022)¹¹, o **reúso potável** leva em consideração a sua disponibilização direta aos usuários para abastecimento doméstico, ou indireta, quando se adota uma diluição no manancial de captação superficial ou subterrâneo anteriormente ao tratamento. Assim, quando não há o amortecimento ambiental (diluição), previamente à captação e a água produzida na EPAR é encaminhada diretamente aos usuários ou misturada à água produzida na **Estação de Tratamento de Água (ETA)**, ou ainda encaminhada para a ETA juntamente com a água superficial ou subterrânea, para tratamento e posterior distribuição, denomina-se reúso potável direto (RPD). Nos casos em que há diluição no manancial, o tipo de **reúso é potável indireto (RPI)**. Ainda destaca-se o conceito do **RPI não planejado**, em que há **lançamento de esgoto tratado ou até bruto, anteriormente à captação para tratamento e posterior distribuição**. Este caso é bastante **comum** em regiões de mais baixo desenvolvimento socioeconômico, inclusive no **Brasil**.

Em relação aos aspectos legais, outros conceitos também são de grande relevância para o desenvolvimento da prática no Brasil e o entendimento das articulações que envolvem um quadro regulatório, conforme destacado por Santos *et al.*, (2021):

- **Nível de restrição:** Trata-se de uma classificação a partir do grau de restrição ao usuário. No **reúso restrito**, o acesso do público à ApR é restringido e, portanto, há maior flexibilidade em relação à qualidade exigida. De maneira análoga, no **reúso irrestrito**, o

¹⁰ BRASIL. Resolução CONAMA nº 503. Define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias. Diário Oficial da União. 2021.

¹¹ Santos, A. S. P.; Lima, M. A. M. Notá Técnica 2 – Aspectos legais relacionados ao reúso de água como diretriz de institucionalização da prática no Brasil. Cadernos Técnicos Eng Sanit Ambient, v. 2, n. 3, p. 15-27, 2022.

acesso do público à água de reúso é liberado e, portanto, deve haver maior rigor e exigência em relação à qualidade da água. No caso de irrigação agrícola, o nível de restrição está condicionado principalmente ao tipo de consumo da cultura.

- **Critérios, padrões e diretrizes de reúso de água:** Os *critérios* são desenvolvidos com base nas informações disponíveis e na opinião científica e oferecem restrições qualitativas (limites numéricos e narrativos) para a prática do reúso de água, servindo como base para o desenvolvimento dos padrões de qualidade. Em geral, por não considerarem a viabilidade técnica e econômica, não são mandatórios. Os padrões são restrições quantitativas (com limites numéricos) estabelecidas como regra, princípio ou medida, pela autoridade competente. São valores atribuídos a parâmetros de qualidade de água que se configuram como limites para o reúso de água em diferentes modalidades.

Por fim, as *diretrizes* são orientações, normalmente voluntárias, consultivas, não obrigatórias e servem como base para o desenvolvimento de um instrumento legal mandatório, envolvendo critérios e padrões de qualidade. Como exemplo do último caso, destaca-se o Projeto Interáguas (Interáguas, 2018), desenvolvido com financiamento do governo federal, que definiu diretrizes para o reúso de água a nível nacional no país, mas que segundo Santos *et al.* (2020), não resultou em regulamento.

- **Regulamento de reúso de água:** Documento com padrões, critérios ou diretrizes adotados oficialmente pelo órgão competente regional (municipal, estadual, federal).
- **Envolvidos diretamente com o reúso de água (Produtor, Distribuidor e Consumidor):** *Produtor e Distribuidor* são considerados agentes de pessoa física ou jurídica responsáveis pela produção e/ou distribuição da ApR em quantidade e

qualidade firmadas em contrato e compatíveis com os tipos de reúso acordados. Já o *consumidor*, que também pode ser um agente de pessoa física ou jurídica, é responsável por receber a ApR de acordo com as características firmadas em contrato e usá-la nas condições e nas modalidades especificadas no mesmo documento.

- **Licenciamento ou autorização:** São instrumentos legais, emitidos pelos órgãos competentes, onde são estabelecidas as condições de autorização da prática de reúso.

Avaliação de risco microbiológico: A avaliação (quantitativa, semiquantitativa ou qualitativa) de risco microbiológico estima os possíveis riscos associados à prática de reúso, com o objetivo de reduzi-los até um nível mínimo considerado aceitável. O reúso de água traz uma característica inerente à sua prática que é o risco microbiológico de contaminação (de seres humanos e meio ambiente), ao se tratar da reinserção de um efluente no meio, mesmo que tratado, para diferentes usos.



O **reúso de água no ambiente industrial** pode ser realizado a partir do efluente doméstico ou a partir do efluente industrial.

No caso do efluente doméstico, pode ser proveniente da própria indústria, ou de uma ETE municipal, operada pela prestadora de serviço de saneamento regional

2. Cenário do reúso de água no Brasil e no mundo

2.1. A QUESTÃO DO SANEAMENTO E DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL

No Brasil, o reúso planejado da água é ainda uma prática incipiente. Porém, há que se levar em conta a distribuição desigual da população e dos recursos hídricos, o que dificulta uma gestão homogênea e eficaz do uso natural da água. Apesar de o país possuir 12% das reservas de água doce do mundo, o cenário atual nacional do saneamento demonstra índices baixos de tratamento de efluentes. Segundo dados da ANA⁴ sobre o saneamento no Brasil, 55% da população são atendidos pelo sistema, sendo 43% com rede coletora e estação de tratamento de esgotos, e 12% atendidos por solução individual (fossa séptica). Os números revelam ainda que 18% dos esgotos são coletados e não tratados, o que resulta em desafios significativos de abastecimento, não apenas nas regiões áridas e semiáridas do Norte e Nordeste, que sofrem com os maiores indicadores de estresse hídrico do país, mas também nas atividades econômicas e industriais nas regiões Sul e Sudeste.

No Brasil, as dificuldades de acesso à água potável não são

uma particularidade do sertão nordestino. No interior da Amazônia, milhares de comunidades também sofrem com o problema. O motivo, entretanto, é paradoxalmente oposto ao principal problema enfrentado no semiárido, carente de fontes naturais de água. Em certas regiões do bioma amazônico afastadas dos grandes centros urbanos, a complicação é o excesso de água. Durante a época da seca, a água do rio vai para longe das casas e durante a cheia pode chegar a entrar nas mesmas, o que torna impossível qualquer método de captação de água fixo e dificulta a perfuração de poços. A qualidade também muda. Na seca, há maior concentração de sedimentos orgânicos, peixes e outros animais nos rios, o que pode tornar a água de aspecto esverdeado e com cheiro desagradável – imprópria para consumo humano e para banho.¹²

Torna-se urgente, portanto, avançar de forma incisiva e energética na questão da universalização do acesso à água e à coleta e tratamento de esgoto.

Distribuir de maneira eficiente e sustentável a água disponível ao longo do território brasileiro é um grande desafio a ser resolvido. O Brasil possui o semiárido

mais populoso do mundo. E mesmo em bacias situadas no bioma da Mata Atlântica, existe a questão do conflito pelo uso da água. A legislação¹³ orienta que em caso de conflito, a prioridade é o consumo humano e a des-sedentação animal. O desafio é pensar a segurança hídrica, o acesso com quantidade e qualidade necessários de água para viabilizar um processo de desenvolvimento sem impactos negativos de alta magnitude, e em escala crescente.

Neste sentido, o reúso pode se configurar numa prática associada ao saneamento e de gestão integrada das águas, em que se busca avançar na eficiência do uso da água, obtendo o máximo de valor possível desse escasso recurso natural que é a água.

Durante o encontro virtual realizado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em agosto de 2021¹⁴, ganharam ênfase os assuntos atrelados ao desafio de garantir a segurança alimentar e hídrica do mundo com sustentabilidade ambiental. Neste encontro, foi mencionado o alto potencial do Brasil para alavancar os números vinculados ao reúso da água, uma vez que a capacidade instalada para tratamento de esgoto é de 2 metros

¹² Andrade, L.C. *et al* (2019). Challenges for water supply and sanitation in riverine communities of central amazon floodplains. Instituto Mamirauá

¹³ Lei 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

¹⁴ Brasília (04/08/2021) – A Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) promoveu em 04/08/2021, uma conversa ao vivo pelas redes sociais para discutir o reúso de água no setor agropecuário como alternativa à escassez hídrica. <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-debate-reuso-da-agua-no-agro-como-alternativa-para-a-escassez-hidrica>

cúbicos por segundo, sendo que o potencial de projetos em até 10 anos é de 10 metros cúbicos por segundo, em contrapartida à existência de poucos projetos implementados.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) considera que os investimentos necessários para viabilizar essa prática possuem capacidade de gerar impactos positivos consideráveis na economia, podendo refletir no Produto Interno Bruto (PIB), na geração de empregos e na receita pública (CNI, 2020)¹⁵. Além disso, de acordo com o 2030 WRG¹⁶, o investimento no reúso planejado de água vem ganhando novo impulso com o aumento do conceito de economia circular, o qual dita essencialmente que se pode reduzir a utilização de recursos naturais e da geração de rejeitos.

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) (CNI, 2020)¹⁷, estima-se que, no curto e no médio prazo (entre 2023 e 2028), o potencial de reúso de água de efluentes urbanos no Brasil crescerá para um cenário intermediário de 12,81 m³/s, considerando que a capacidade atual é de cerca de 1 m³/s.

2.2. HIERARQUIZAÇÃO DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

Em geral, a adoção da modalidade de reúso de água em uma determinada região está diretamente relacionada com os aspectos gerais locais e com o planejamento estratégico do

setor. Porém, infelizmente, é sabido que o planejamento urbano no Brasil é privilégio somente das cidades de médio a grande porte e na maioria dos casos, ainda não há inter-relacionamento entre os diversos setores da infraestrutura. Para corroborar, em ambiente rural muitas vezes nem sequer há planejamento de uso da água, a não ser em casos específicos, como por exemplo a alocação de grandes perímetros de irrigação na bacia.

Sabe-se também que o **setor da irrigação demanda uma maior quantidade de água** no Brasil e no mundo. Assim, é comum se pensar que o reúso agrícola é sempre a melhor opção. Mas aqui, quatro situações merecem um debate mais aprofundado, na determinação da priorização da modalidade de reúso:

- **Aptidão da bacia:** Nem sempre, a bacia/região que sofre com a seca ou com a escassez hídrica demanda maior quantidade de água para a agricultura. Quando se trata de uma região com alto índice de industrialização, por exemplo, possivelmente a maior demanda pode ser o setor industrial, mesmo que este superlativo seja em relação ao planejamento estratégico e não, necessariamente, ao valor absoluto de volume requerido.
- **Localização (produção x uso):** O planejamento do uso da água deve ser preferencialmente desenhado para as soluções mais racionais. Assim sendo, a ApR é produ-

zida em uma ETE ou em uma EPAR, geralmente localizada no centro urbano e distante do ordenamento rural. Dessa forma, nas cidades de médio a grande porte, seu uso mais racional e estratégico pode ser para a aplicação urbana, mesmo que a maior demanda seja para irrigação agrícola.

- **Transporte:** Para qualquer que seja o uso priorizado no planejamento estratégico, há que se ter em conta a complexidade da logística de transporte da ApR ao ponto de aplicação, considerando os seguintes fatores: i) distância entre o ponto de produção e o ponto de aplicação da ApR; ii) grandes volumes de água requeridos para a irrigação que podem dificultar ou até inviabilizar o transporte por caminhão; e iii) contradição relacionada à distribuição da ApR por meio de caminhões pipa, com uso de combustível fóssil, que caminha exatamente no sentido oposto da sustentabilidade que está na origem do próprio reúso de água; e iv) no caso do transporte por adução, há que se destacar as incertezas quanto à aplicabilidade e à continuidade do projeto, que frequentemente limitam a construção de um sistema de distribuição mais robusto dedicado a este fim.
- **Qualidade da água:** A qualidade da ApR requerida para as diversas modalidades

¹⁵ <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/investimentos-em-reuso-da-agua-tratada-do-esgoto-podem-gerar-r-59-bilhoes-a-economia/>

¹⁶ 2030 Water Resources Group, 2021. Annual Report. *From Dialogue to Action, the Road to 2030*.

¹⁷ Confederação Nacional da Indústria (CNI), 2020. Estudo sobre o impacto econômico dos investimentos de reúso de efluentes tratados de esgoto para o setor industrial. <https://static.portaldaindustria.com.br/media/>

depende principalmente do nível de restrição. Em geral, no reúso agrícola, esta qualidade está intimamente relacionada ao binômio tipo de cultura x método de irrigação, que apresenta maior ou menor risco de contaminação microbiológica aos envolvidos. No caso do reúso urbano, usos que favorecem o contato com o público (como irrigação paisagística e lavagem de ruas) demandam qualidade superior àqueles que limitam o acesso do público e permitem somente o acesso de funcionários habilitados, como por

exemplo a desobstrução de galerias e o uso na construção civil. O setor industrial, na maioria das vezes, acaba por requerer uma qualidade de água superior, quando esta for destinada à produção.

Dessa forma, a hierarquização do planejamento para as principais aplicações de projetos de reúso, deve prever uma contextualização de usos previstos e diferentes variáveis de planejamento, conforme pode ser observado na **Figura 1**. Outras variáveis podem e devem ser analisadas, de acordo com as características específicas de cada bacia hidrográfica.

2.3. ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE REÚSO DE ÁGUA NO CENÁRIO NACIONAL

No Brasil, ainda não existe uma legislação específica para água de reúso que assegure qualidade sanitária a nível físico-químico-biológico para as diferentes possibilidades de destinação.¹⁸

No âmbito dos Estados, as regulamentações em vigência estabelecem o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos de sistemas públicos e privados¹⁹. Alguns municípios brasileiros também possuem re-

FIGURA 1 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE HIERARQUIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DO USO DA APR NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS. ELABORAÇÃO: ANA SILVIA SANTOS PARA ARCADIS, 2022.

	APTIDÃO DA BACIA	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE TRANSPORTE	QUALIDADE REQUERIDA
 REÚSO AGRÍCOLA	Em geral representa a principal aptidão em termos quantitativos. 	Normalmente distante do ponto de produção da ApR. 	Normalmente inviável por caminhão pipa. Melhor por tubulação. 	Depende da relação entre cultura e método de irrigação. 
 REÚSO URBANO	Em regiões urbanizadas pode representar grande demanda para serviços. 	Próximo ao gerador de ApR com maior facilidade de acesso. 	Normalmente recebe bem o transporte por caminhão pipa. 	Depende da restrição de acesso e contato do usuário com a ApR. 
 REÚSO INDUSTRIAL	Em polos industriais há grande demanda especializada. 	Localização intermediária a depender do uso e ocupação do solo. 	Para polos industriais, inviável por caminhão pipa. Para individual, sim. 	Normalmente requer alta qualidade para uso no processo industrial. 

LEGENDA:  Alta complexidade  Média complexidade  Baixa complexidade

¹⁸ Lei Federal No 14.026 de 15/07/2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento (...)

¹⁹ Lei Nº 17.383, de 05 de julho de 2021. Dispõe sobre a criação de unidades regionais de saneamento básico, com fundamento nos artigos 2º, inciso XIV, e 3º, inciso VI, alínea "b", da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e dá providências correlatas; Resolução Conjunta SES/SIMA Nº 01, de 13 de fevereiro de 2020. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.

Lei Estadual nº 7.424, de 24 de agosto de 2016, que obriga a utilização de água de reúso pelos órgãos integrantes da administração pública estadual direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo poder público, das empresas em cujo capital do Estado do Rio de Janeiro tenha participação.

Lei Nº 16.033, de 20 de junho de 2016. Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará.

Lei Nº 10.487, de 12 de janeiro de 2016. Dispõe sobre a prática do reúso de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs para fins industriais (Espírito Santo).

Deliberação Normativa CERH-MG Nº 65, de 18 de junho de 2020. Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências.

gulamentações de reúso, porém todas referem-se a fins de reúso de água não potável.

A norma da ABNT NBR 13969:1997²⁰ fornece instruções para o sistema de reúso, e define parâmetros de avaliação da qualidade da água de reúso de acordo com a classe de uso, seja para lavagem de carros, lavagem de pisos, uso em vaso sanitário e rega de hortaliças. Essa norma determina também como acondicionar e distribuir de forma segura, e alerta o risco à saúde pública provocado pelo contato direto do usuário com a água de reúso. Contudo, os parâmetros englobados pela referida norma não se encontram em concordância plena com as legislações vigentes para balneabilidade²¹.

Existe uma tendência crescente para a criação de uma legislação nacional e parâmetros para a utilização da água de reúso. Com a aprovação da Lei Nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, a relação regulatória entre a ANA e o setor de saneamento atingirá um novo patamar, já que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico passará a editar normas de referência. Estas regras de caráter geral deverão ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória. O reúso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública,

é um dos temas que a ANA terá o papel de emitir normas de referência.

Cabe mencionar o Programa Interáguas²², implementado entre 2012 e 2018, produto de um acordo do Brasil com o Banco Mundial, em parceria com a ANA, o Ministério do Meio Ambiente e o então Ministério da Integração Nacional, para articular e coordenar as ações nacionais enfocadas em melhorar a capacidade, gestão e planejamento dos órgãos e agentes públicos que atuam no setor de água, e assim garantir o acesso a esse direito humano básico. Um dos produtos do Programa (Produto VII) incluiu a elaboração de Proposta de um Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil, para o então Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – MCID / SNSA e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/13/005. Esta parte do programa foi iniciada em julho de 2016 e finalizada em janeiro de 2018, resultando em seis produtos, os quais estão disponíveis para consulta mediante solicitação ao Ministério do Desenvolvimento Regional (antigo Ministério das Cidades).

De acordo com a ANA, o maior trabalho realizado por meio do Interáguas foi o de juntar todas as iniciativas que antes estavam individualizadas nos diferentes órgãos em uma única ação articulada, para produzir conhe-

cimento necessário a transpor os desafios do setor. A partir disso, os grandes desafios são definir de que forma aplicar os estudos produzidos pelo Programa Interáguas, desenvolver um plano de ação a fim de garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos de forma intersetorial, e acessar aos recursos para a implementação destas ações e assim contribuir para construir o futuro do setor água no Brasil.

É notória a necessidade do arcabouço legal para a prática do reúso. Por mais que se necessitem de restrições de qualidade, deve-se ter cuidado na elaboração das legislações, pois não devem ser frágeis a ponto de permitir o uso indiscriminado da água de reúso, colocando em risco a saúde das pessoas e o meio ambiente, nem devem ser muito restritivas, tornando a prática do reúso inviável. Para que a prática do reúso de água seja ampliada no país, deve-se elaborar diretrizes e programas por meio de legislação de esfera federal, que deve conter as definições das origens da água de reúso, assim como as formas de utilização, os parâmetros de qualidade, os instrumentos que ajudem a melhorar a pesquisa e desenvolver o tema em todo o país (Moura *et al.*, 2020)¹⁴.

Mesmo a nível federal, ainda não há um alinhamento de critérios, diretrizes e padrões conduzidos a um regulamento mandatório (Santos *et al.*, 2020)²³. Em nível nacional, há a definição de padrões para diferentes usos,

²⁰ ABNT NBR 13969:1997. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

²¹ Moura, P.G. *et al.* Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. Eng. Sanit. Ambient, v.25 n.6, nov/dez 2020, 791-808.

²² Programa Interáguas. 2018. <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/reuso/1.1-Projeto-Reuso.pdf>

²³ Santos, A. S. P.; Gonçalves, R. F.; Melo, M. C.; Lima, M. A. M.; Araujo, B. M. Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil. *Sustinere: Revista de Saúde e Educação*, v. 8, n. 2, p. 437-482, 2020.

somente no documento Interáguas, mas que não ganhou força legal no país. No entanto, há resoluções tanto do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) como do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que abordam o tema de maneira transversal:

- A Resolução CNRH nº 54/2005 tem o objetivo de estabelecer modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável. No entanto, o documento somente dispõe sobre aspectos gerais e não indica padrões de qualidade para os diferentes usos (Brasil, 2005).
- A Resolução CNRH nº 121/2010 estabelece critérios somente para o reúso

agrícola e florestal, mas também não define padrões de qualidade de água (Brasil, 2010).

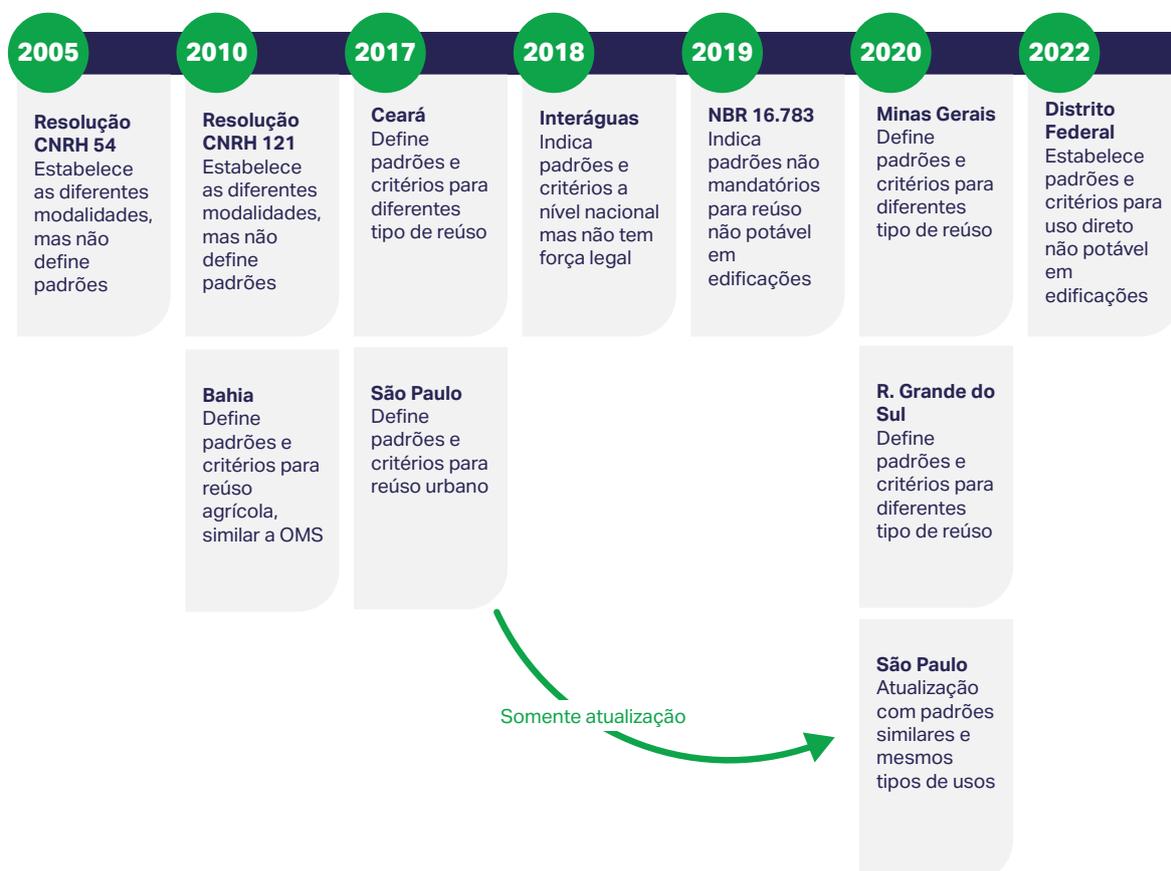
- A Resolução CONAMA nº 503/2021, embora bem mais recente do que as demais, apenas define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias (Brasil, 2021).

Todas elas juntas, ainda não foram capazes de orientar e estabelecer um alinhamento para a sistematização do reúso de água no Brasil.

Embora até os dias atuais não haja uma definição de padrões

de qualidade de água para o estabelecimento legal de reúso de água em nível nacional, alguns estados brasileiros (Bahia, São Paulo, Ceará, Minas Gerais e Rio Grande do Sul) e o Distrito Federal estabeleceram seus padrões legais para diferentes modalidades. Outros estados, como é o caso do Rio de Janeiro, publicaram legislações considerando a segurança jurídica da prática, mas não estabeleceram padrões. Na **Figura 2** pode ser observada uma linha do tempo em relação aos avanços legais relacionados ao reúso de água no Brasil. No caso dos estados e DF, somente são apresentadas as legislações que definem padrões de qualidade de água. Na sequência, uma breve explicação sobre cada uma delas.

FIGURA 2- LINHA DO TEMPO DOS ASPECTOS LEGAIS DE REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL COM A DEFINIÇÃO DE PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA.



Fonte: Brasil (2005), Brasil, (2010), Bahia (2010), Ceará (2017), São Paulo (2017), São Paulo (2020), Interáguas (2018), ABNT (2019), Minas Gerais (2020), Rio Grande do Sul (2020), São Paulo (2020), Distrito Federal (2022).

- A Resolução CONERH, do estado da Bahia, nº 75 de 2010, estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola com os mesmos padrões de qualidade de água indicados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2006).
- A Resolução COEMA, do estado do Ceará, nº 02 de 2017, dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, além de estabelecer diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reúso não potável de água, para fins urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e aquicultura.
- A Resolução conjunta SES/SIMA, do estado de São Paulo, nº 01 de 2020, disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.
- A Resolução CONSEMA, do estado do Rio Grande do Sul, nº 419 de 2020, estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais.
- A Deliberação Normativa CERH-MG, do estado de Minas Gerais, nº 65 de 2020, estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários de sistemas públicos e privados para os seguintes usos:

agrossilvipastoril, urbano, ambiental e industrial.

- A Resolução ADASA, do Distrito Federal, nº 05 de 2022, estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações. Destaca-se que este caso refere-se ao reúso de água descentralizado, permitindo não somente o uso de água residuária, como também de água de chuva, água clara e água cinza.

Os aspectos legais estaduais, atualmente em vigor no Brasil, apresentam alinhamentos distintos em função dos usos, demonstrando, aparentemente, o planejamento estratégico estadual em termos de sistematização da prática. O estado de São Paulo definiu padrões somente para os usos urbanos; o estado da Bahia, somente para uso agrícola; e o DF, somente para usos em edificações. Já os estados do Ceará, Rio Grande do Sul e Minas Gerais abrangeram mais modalidades. O documento Interáguas também abrange diferentes modalidades e até mesmo indica critérios (mas não padrões) para uso potável.

Um ponto que merece destaque nesta análise é que entre os documentos estaduais citados há grandes discrepâncias em termos de entendimento, o que dificulta os avanços da prática de forma segura e responsável. Além de diferenças entre definição de responsabilidades, necessidade de licenciamento, conceitos e indicação de tecnologias de tratamento para alcance da qualidade desejada, há ainda uma disparidade de entendimento entre os níveis e tipos de restrição e entre os

padrões de qualidade (Santos e Lima, 2022).

De maneira geral, os padrões estabelecidos no estado de São Paulo são bastante restritivos em comparação aos demais. Os níveis de restrição apresentam nomes diferentes como "restrito" e "irrestrito", "limitado" e "amplo", ou somente "a" e "b". Em todos os casos, para os usos entendidos como de maior risco ao meio ambiente e à saúde, são definidos padrões mais rigorosos; em caso contrário, são definidos padrões mais flexíveis.

O documento Interáguas e os dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul abordam padrões associados ao risco. No caso de produtos destinados à alimentação, os dois últimos ainda vetam a utilização da Água para Reuso associada à produção de frutos, hortaliças, raízes e tubérculos, quando estes forem consumidos crus e se houver contato direto do produto com o solo ou com a ApR. O



NO CENÁRIO NACIONAL, O REÚSO DE ÁGUA TEM SE TORNADO ESSENCIAL PARA ENFRENTAR OS EVENTOS DE SECA SEVERA QUE ACOMETEM DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS

estado da Bahia define padrões idênticos àqueles indicados pela OMS (que levam em consideração o risco) e ainda indica que a aplicação da Água para Reuso para fins agrícolas/florestais deve ser interrompida nas áreas que apresentam indícios de riscos e danos ambientais ou à saúde pública.

Outro aspecto que merece destaque é o caso do documento regulador do estado do Ceará, que não tem o objetivo inicial de definir critérios para o reúso de água. O documento dispõe sobre padrões e condições de lançamentos de efluentes líquidos e apresenta as condições e padrões para o reúso. Ou seja, o estado não apresenta um documento regulador específico para o reúso como os demais, mas envolve a Água para Reuso no contexto dos diferentes usos da água.

No cenário nacional, o reúso de água tem se tornado essencial para enfrentar os eventos de seca severa que acometem diferentes regiões do país. Lima et al. (2021) realizaram análise ampla do potencial de reúso para irrigação em todas as regiões hidrográficas brasileiras. Os autores concluíram que no país, seria possível suprir 9% da demanda total de irrigação com potencial parcialmente instalado de produção de Água para Reuso, e que a região hidrográfica do Paraná apresenta potencial instalado de atendimento, com Água para Reuso, de 40% da demanda para irrigação.

2.4. BREVE CENÁRIO DO REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO

Um dos principais desafios relacionados à sistematização da prática de reúso de água é o

delineamento de um quadro regulatório que garanta segurança técnica e jurídico-administrativa.

A nível mundial, a primeira legislação de reúso de água de que se tem conhecimento, é a do estado da Califórnia nos Estados Unidos, em 1918. De lá para cá, vários foram os países que intensificaram suas políticas de reúso de água, para fins de planejamento em relação à segurança hídrica (Santos e Lima, 2022). Observa-se na **Figura 3**, o desenvolvimento dos aspectos legais a nível mundial. Inicialmente os padrões eram mais flexíveis e para fins de irrigação agrícola. Posteriormente, em função da experiência acumulada, das inovações tecnológicas e das novas e maiores demandas de água, os aspectos legais sofreram atualizações para usos mais exigente e até mesmo potáveis.

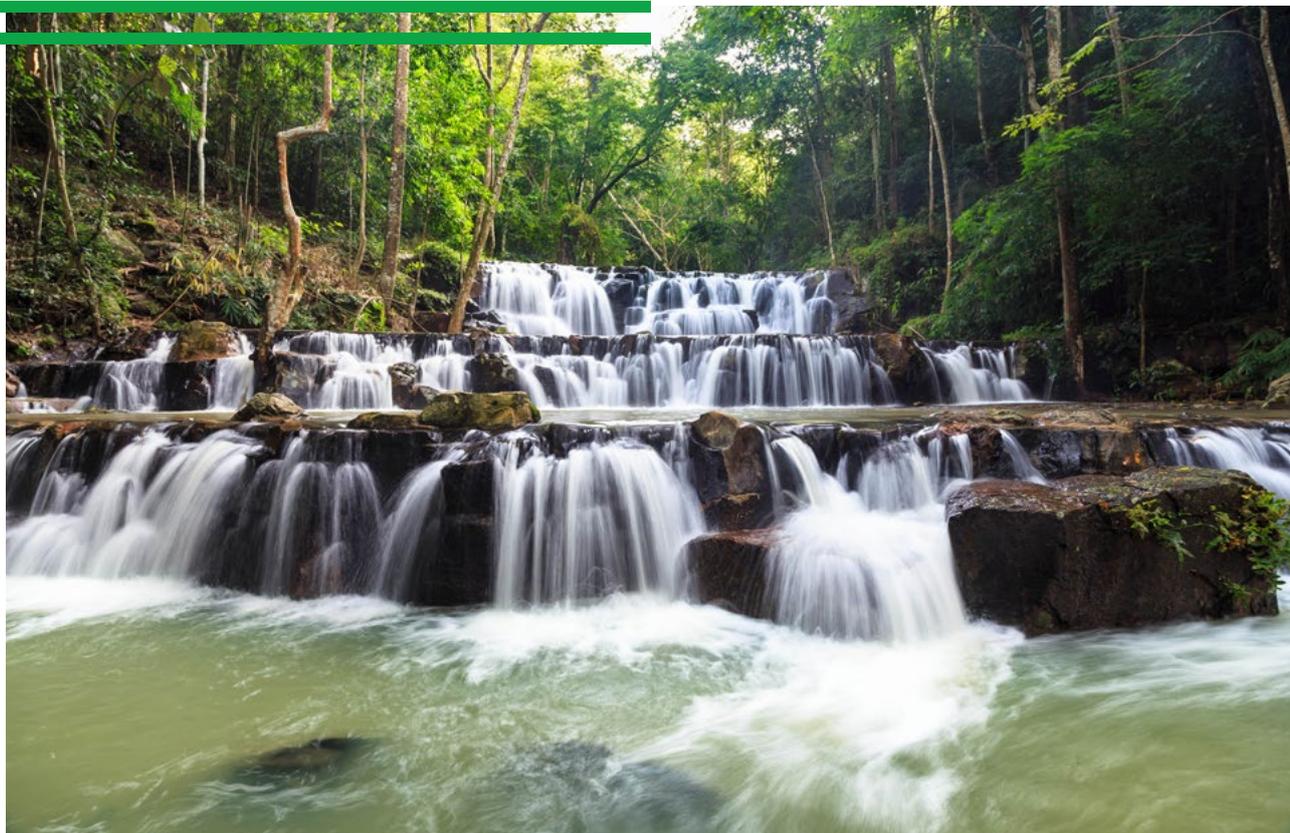
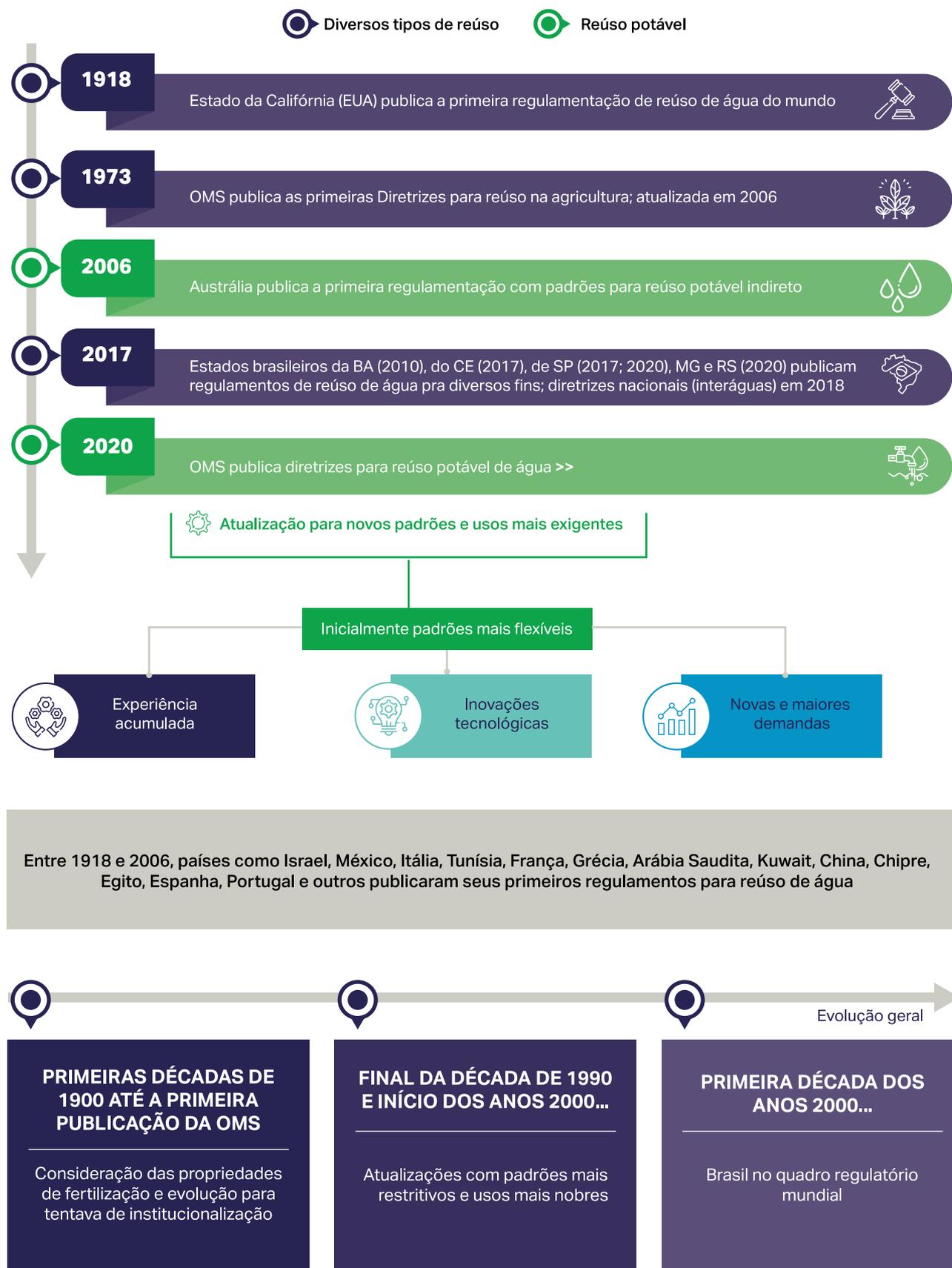


FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA EVOLUÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO DE REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO.²⁴



Fonte: Santos e Lima (2022)

²⁴Santos, A. S. P.; Lima, M. A. M. Notá Técnica 2 – Aspectos legais relacionados ao reúso de água como diretriz de institucionalização da prática no Brasil. Cadernos Técnicos Eng Sanit Ambient, v. 2, n. 3, p. 15-27, 2022.

Numa breve contextualização, em volume total, China, México e Estados Unidos são os países com maiores volumes de reúso de águas residuais²⁵, sendo que nos dois primeiros casos estão envolvidas águas residuais não tratadas. A China ocupa o primeiro lugar em reutilização total de água. Observa-se, como apresentado na **Figura 4**, que países em situações mais severas de estresse hídrico, como Israel, Singapura, Austrália, Chipre e Malta, apresentam índices percentuais elevados de reúso de água em relação ao esgoto tratado. Países como China e Estados Unidos, além da Europa, apresentam valores absolutos elevados, da ordem de 7,1, 6,4 e 1,0 bilhões de m³ de esgoto

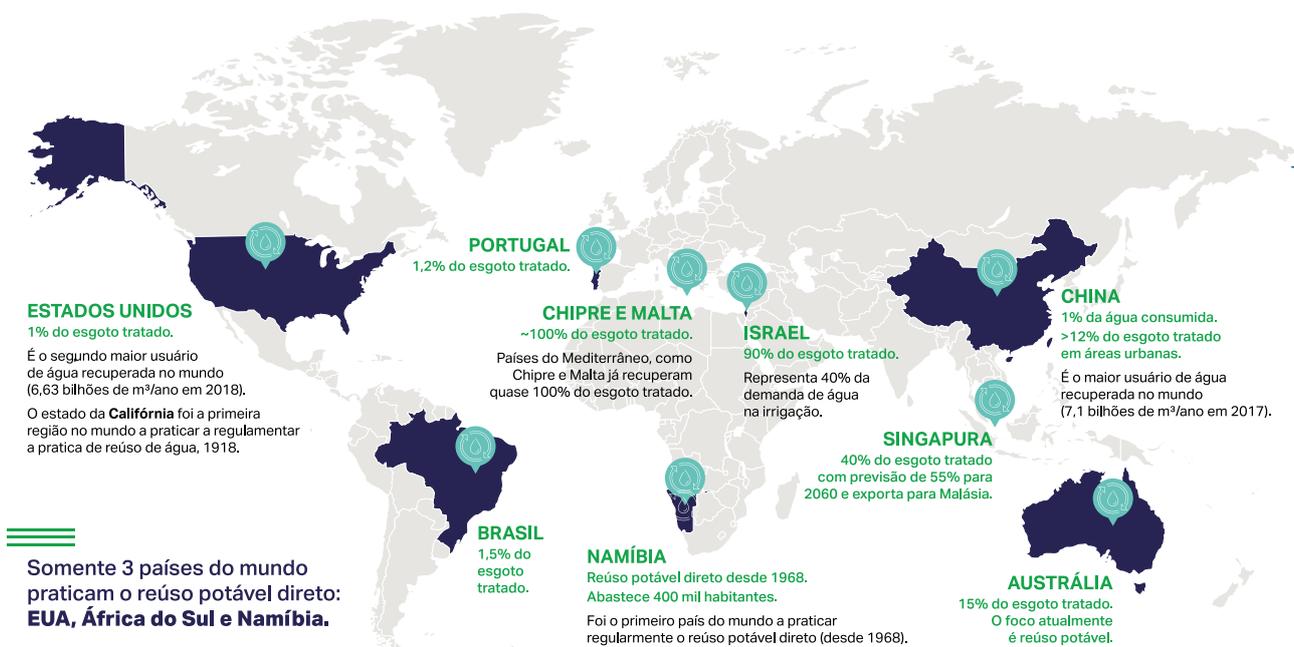
tratado usado por ano. Ainda é possível constatar, que até mesmo o reúso potável direto já é praticado na Namíbia, na África do Sul e nos Estados Unidos.

Diante das incertezas e dificuldades relacionadas à gestão de recursos hídricos, impostas pelas alterações climáticas, aumento populacional, aumento da demanda por água para diversos fins e poluição generalizada de corpos hídricos, o reúso de água vem se tornando uma **prática promissora também no Brasil, que atualmente usa somente 1,5% do seu esgoto tratado (indicado na figura 4)**.

A agência ambiental norte-americana, EPA²⁷, não exige ou restringe qualquer tipo de reutilização

da água. Geralmente, os estados mantêm a autoridade reguladora primária na alocação e desenvolvimento de recursos hídricos. Alguns estados estabeleceram programas para tratar especificamente do reúso, e alguns incorporaram o reúso de água em seus programas existentes. A EPA, estados, tribos e governos locais implementam programas sob a Lei de Água Potável Segura e Lei de Água Limpa²⁸ para proteger a qualidade das fontes de água potável, água potável comunitária e corpos d'água como rios e lagos. Juntas, as duas leis fornecem uma base a partir da qual os estados podem habilitar, regular e supervisionar a reutilização de água conforme julgarem apropriado.

FIGURA 4 - MAPA ESQUEMÁTICO SOBRE OS ÍNDICES DE REÚSO DE ÁGUA NO MUNDO A PARTIR DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS.²⁶



²⁵ Águas residuais ou residuárias são todas as águas descartadas que resultam da utilização para diversos processos. Exemplos destas águas são: águas residuais domésticas (provenientes de banhos; de cozinhas; de lavagens de pavimentos domésticos); águas residuais industriais (resultantes de processos de fabricação). CETESB.

²⁶ RdA – Reúso de Água. Mapa esquemático do percentual de reúso de água em diferentes regiões do mundo. Disponível em: <https://reusodeagua.org/producao-de-dados/>. Acesso em: abr. de 2022.

²⁷ United States Environmental Protection Agency. Basic Information about Water Reuse | US EPA. <https://www.epa.gov/waterreuse/basic-information-about-water-reuse>

²⁸ Safe Drinking Water Act (SDWA) and Clean Water Act (CWA). <https://www.epa.gov/sdwa> e <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act>

Na União Europeia²⁹, o Regulamento da UE 2020/741³⁰ do Parlamento Europeu e do Conselho sobre requisitos mínimos para reutilização de água entrou em vigor em 26 de junho de 2020 e sua disposição será aplicável em todos os estados membros da UE a partir de 26 de junho de 2023.

O regulamento visa aliviar a escassez de água relacionada às mudanças climáticas, promovendo a irrigação agrícola de reutilização de água na União Europeia. As normas de qualidade comuns agora estabelecidas devem facilitar a reutilização da água, garantindo a segurança da saúde humana e do ambiente e promovendo a economia circular.

O regulamento da UE sobre a reutilização de água concentra-se na irrigação agrícola devido à alta importância em vários estados membros. Espanha, Itália, Grécia, Chipre, França e Portugal já usam água recuperada para irrigação e estabeleceram um conjunto de regras e regulamentos muito diferentes (Moura *et al.*, 2020)³¹. De acordo com a Comissão Europeia, essas diferenças regulatórias também levaram a diferentes condições de mercado.

Além dos requisitos mínimos comuns para a qualidade da água recuperada e seu monitoramento, o novo regulamento da

UE também estipula uma abordagem de gerenciamento de risco e estabelece padrões para transparência de dados. A qualidade da água e os requisitos de monitoramento são endereçados ao operador da instalação de recuperação de água. A recuperação de água pode ser integrada a uma ETE urbana ou a uma estação de recuperação dedicada.

A reutilização de água para irrigação agrícola pode ser uma medida potencial para lidar com a escassez de água quando outras medidas (por exemplo, adaptar a seleção de culturas, reduzir as perdas de água, melhorar a eficiência do uso da água) não são suficientes para reduzir a demanda de água. No entanto, dependendo de condições geográficas e climáticas específicas, estado e pressões sobre os recursos hídricos, custos ambientais e de recursos³².

Apesar de parecer um cenário utópico para a realidade brasileira, destaca-se que em Israel, segundo Marin *et al.* (2017)³³, 87% do esgoto tratado no país é direcionado à agricultura, representando 40% da demanda total de irrigação.

Outros países que deram passos largos em direção à institucionalização do reúso de água no mundo foram Chipre e Malta

(com índice de reutilização de quase 100% do esgoto tratado), Singapura (40%), Austrália (15%) e China (12%). Segundo Santos *et al.* (2022)³⁴, Chipre definiu sua regulamentação de reúso em 2005, Austrália em 2006 e China em 2008. Isso demonstra que as ações assertivas em termos de legalização e incentivo à prática podem induzir os avanços. Embora os números relativos dos Estados Unidos pareçam baixos, o país reutiliza mais de 6 bilhões de m³/ano. Shoushtarian e Negahban-Azar (2020)³⁵ afirmam que até 2017, dos 47 estados norte-americanos, 28 tinham definido seus regulamentos para o reúso de água. No mesmo país, em nível nacional, as primeiras diretrizes foram publicadas em 1980 (com atualizações em 1992, 2004 e 2012) pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) (Santos *et al.*, 2022)³⁶.

2.4.1 O caso de Israel

Vale mencionar o caso de Israel, país que utiliza quase 90% de seus efluentes gerados tratados para fins de reutilização, sendo a maior parte na irrigação agrícola. Isso representa cerca de quatro vezes mais do que qualquer outro país do mundo pratica para o mesmo fim. O restante dos efluentes (cerca

²⁹ New EU Regulation on Minimum Requirements for Water Reuse | Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/water-resource-management/water-reuse/new-eu-regulation-on-minimum-requirements-for-water#objectives-and-core-elements-of-the-eu-regulation>

³⁰ O regulamento acrescenta à legislação ambiental da UE já existente como a Diretiva de Tratamento de Águas Residuais Urbanas (91/271/EWG), a Diretiva-Quadro da Água (2000/60/EG), a Diretiva de Águas Subterrâneas (2006/118/EG alterada por 2014/80/UE), a Diretiva Nitratos (91/676/EWG), bem como a legislação relativa à segurança alimentar (CE) n.º 178/2002, (CE) n.º 852/2004, (CE) n.º 2073/2005 e (CE) n.º 1881/2006.

³¹ Moura, P.G. *et al.* Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. Eng. Sanit. Ambient, v.25 n.6, nov/dez 2020, 791-808.

³² New EU Regulation on Minimum Requirements for Water Reuse | Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/water-resource-management/water-reuse/new-eu-regulation-on-minimum-requirements-for-water#objectives-and-core-elements-of-the-eu-regulation>

³³ World Bank Group. *Water Management in Israel: Key Innovations and Lessons Learned for Water-Scarce Countries*. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/657531504204943236/pdf/Water-management-in-Israel-key-innovations-and-lessons-learned-for-water-scarce-countries.pdf>. Acesso: 09 ago. 2022.

³⁴ Santos, A. S., Pachawo, V., Melo, M., Vieira, J. M. Progress on legal and practical aspects on water reuse with emphasis on drinking water – an overview. *Water Supply*, 22(3): 3000-3014, 2022.

³⁵ Shoushtarian, F.; Negahban-Azar, M. Worldwide Regulations and Guidelines for Agricultural Water Reuse: A Critical Review. *Water*, v. 12, n. 4, p. 971, 2020.

³⁶ Santos, A. S., Pachawo, V., Melo, M., Vieira, J. M. Progress on legal and practical aspects on water reuse with emphasis on drinking water – an overview. *Water Supply*, 22(3): 3000-3014, 2022.

de 10%) é utilizado para fins ambientais, como incremento do volume de vazão do rio e combate a incêndios. Apenas 5% é descarregado no mar³⁷.

O árido país sofreu historicamente com a escassez de água, mas agora alcançou a segurança hídrica. Além do conhecido uso de dessalinização de Israel, o país também revolucionou seu sistema de reciclagem de água, o que corresponde a 25% do fornecimento de sua água.

A peça central da recuperação de água de Israel é sua maior instalação, a ETE de Shafdan. Citada como planta modelo pelas Nações Unidas, trata cerca de 5.100 litros por segundo de efluentes sanitários municipais da área de Tel Aviv. O efluente recebe tratamento secundário biológico e terciário do aquífero do solo e, em seguida, é transportado por dutos para irrigar 60% da agricultura no deserto de Negev²².

O país mantém 67 grandes ETEs. A rede de tubulação é nacional, conectando diferentes regiões e permitindo a distribuição rápida de água excedente quando necessário. Os regulamentos de 2010 também, pela primeira vez, incluíram padrões para limitar a salinidade e o teor de metais tóxicos. Atualmente a água recuperada apoia o crescimento econômico e torna mais fácil enfrentar secas cada vez mais longas em Israel²².

O excedente nacional de água de Israel vem sendo exportado para seus vizinhos. Pesquisadores e *startups* israelenses ainda estão trabalhando para aumentar a eficiência²². Além da

adoção do reúso da água, as políticas nacionais apoiam a gestão inteligente da água, e a pesquisa e o desenvolvimento no setor de água continuam em áreas como detecção de vazamentos e irrigação por gotejamento.

Israel vem também estudando alternativas de saneamento descentralizado, pois embora grandes plantas centralizadas possam tirar proveito de economias de escala, usinas menores e descentralizadas podem evitar riscos significativos de construção excessiva²². A localização das ETEs perto do ponto de uso pode solucionar muitos problemas de infraestrutura, incluindo a construção de adutoras extensas e onerosas.

Em contraste com a taxa de reutilização de água de quase 90% de Israel, a taxa dos Estados Unidos é inferior a 10%. À luz da reutilização de água de alta qualidade e distribuição eficiente cuidadosamente planejada de Israel, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) buscou uma estreita colaboração de Israel na formação de seu Plano de Ação Nacional de Reutilização de Água 2020²².

2.5. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA REUSO: ABORDAGEM CONCEITUAL

Diversas são as operações unitárias e os processos envolvidos nas tecnologias de tratamento de diferentes tipos de água, entre elas as águas residuárias. Assim, os processos podem ser combinados entre si, em função dos objetivos de qualidade de água a serem alcançados.

As operações unitárias envolvidas no tratamento de águas, resumem-se a: troca de gás, gradeamento, sedimentação, flotação, coagulação química, precipitação química, filtração, desinfecção e oxidação biológica. Já os processos, em geral são classificados em físicos, químicos e biológicos, que para o alcance das diferentes qualidades requeridas, não atuam isoladamente. Ainda, processos específicos como adsorção, eletrodialise, troca iônica, membranas, *stripping* (arraste) e os oxidativos avançados, constituem-se variantes dos gêneros anteriormente descritos.

Os processos ainda podem ser classificados em função dos poluentes a serem removidos ou em função dos desempenhos esperados. No primeiro caso, adotam-se processos para remoção de sólidos grosseiros, finamente particulados, sólidos suspensos, organismos patogênicos, nutrientes e outros. No segundo caso, de maneira mais didática, são classificados em etapa preliminar (remoção de sólidos grosseiros e areia), primária (remoção de sólidos suspensos), secundária (remoção de sólidos dissolvidos) e terciária (remoção de nutrientes e/ou patogênicos).

Em geral, a desinfecção é requerida após a etapa secundária, para fins de redução da carga patogênica dos efluentes. Normalmente, efluentes com densidades de coliformes termotolerantes da ordem de 10^6 - 10^7 org/100mL, ainda apresentam risco elevado de contaminação.

Nas figuras 3 e 4 podem ser observados fluxogramas usuais adotados no Brasil, para o

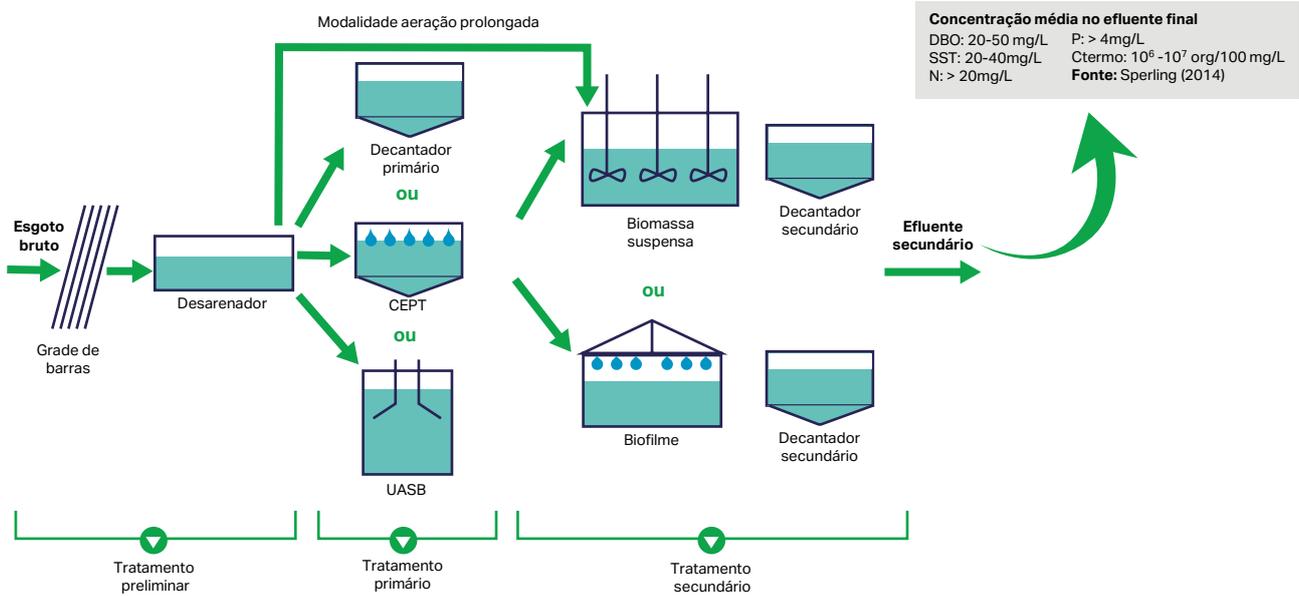
³⁷ Fluence, 2020. Israel Leads World in Water Recycling. <https://www.fluencecorp.com/>

tratamento de esgotos, mas que não necessariamente produzem águas aptas para a prática segura de reúso. Na **Figura 5**, apresenta-se um desenho esquemático de tecnologias compactas de tratamento de esgotos, que quando adequadamente combinadas perfazem um fluxograma a nível secundário, com objetivo prin-

cipal de lançamento de efluente tratado em corpos d'água. Na **Figura 6**, observam-se fluxogramas que adotam lagoas de estabilização, também bastante usuais no país. Neste caso, quando há uma combinação de lagoas de maturação ou de polimento em série, há uma maior eficiência teórica de redução de indicado-

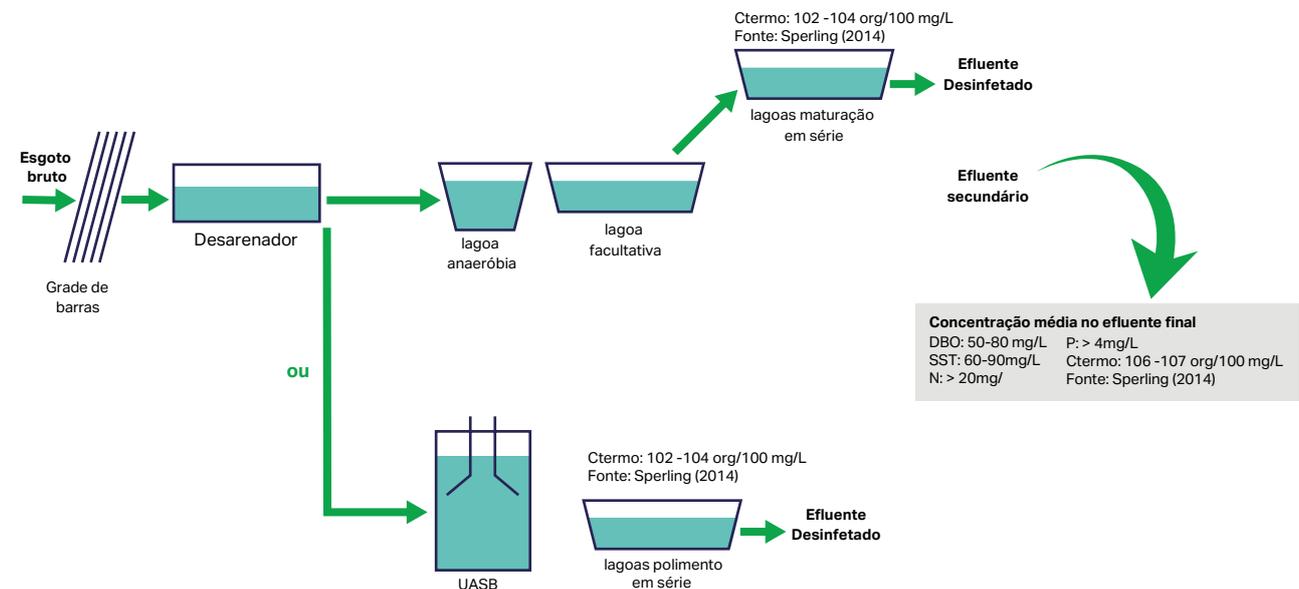
res de contaminação fecal. Em ambas as figuras, são adotadas as seguintes siglas: CEPT – *Chemical Enhanced Primary Treatment*; UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; SST – Sólidos Suspensos Totais; N – Nitrogênio; P – Fósforo; CTermo – Coliformes termotolerantes.

FIGURA 5 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE FLUXOGRAMAS COMPACTOS PARA ETE.



Fonte: autoria própria.

FIGURA 6 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE FLUXOGRAMAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO PARA ETE.



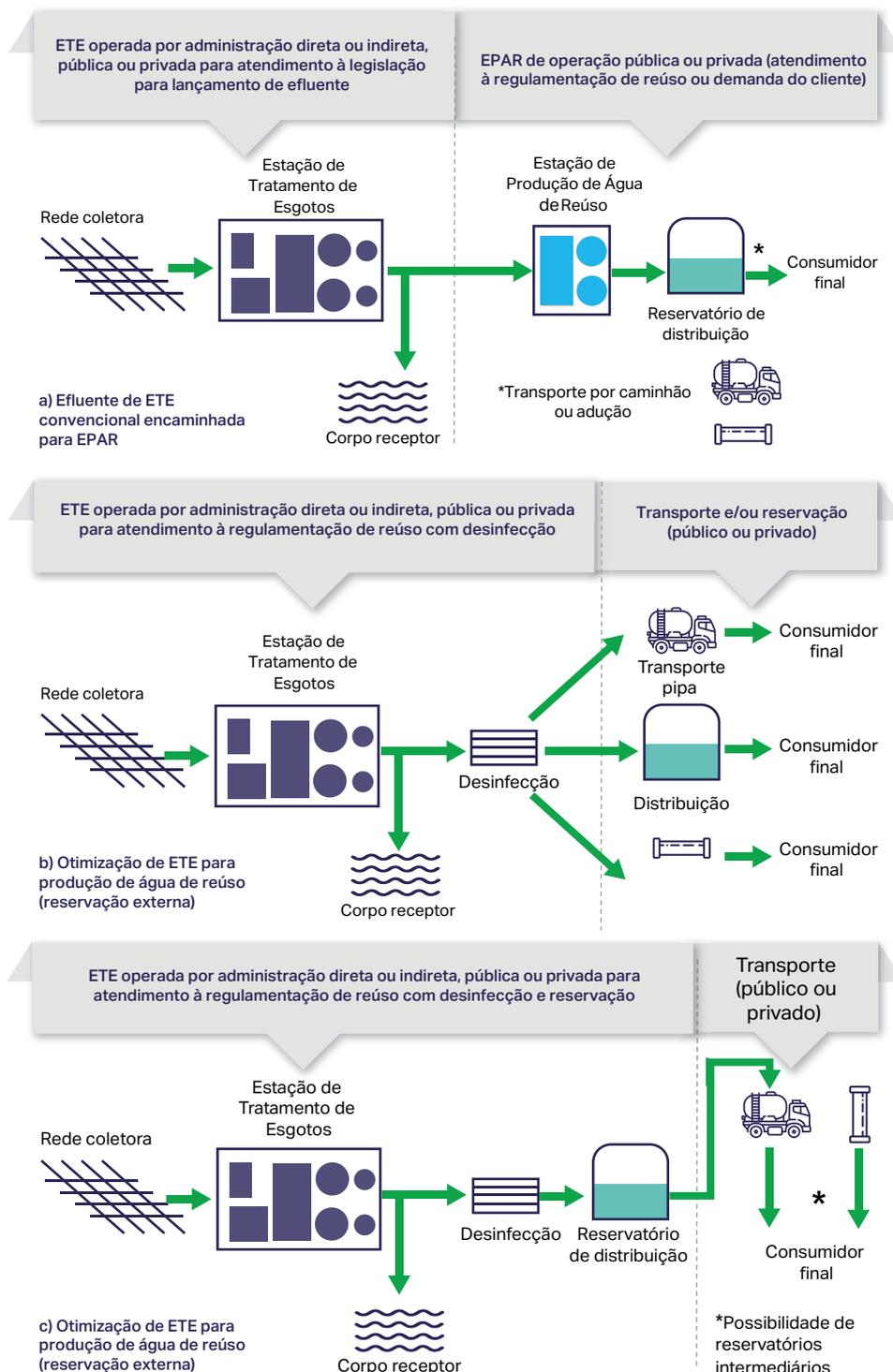
Fonte: Ana Sílvia Santos para Arcadis, 2022.

Conforme mencionado no item anterior, o transporte da ApR é uma variável de destaque na hierarquização do planejamento. E a qualidade requerida pode demandar uma otimização da ETE para uma EPAR. Essa otimização pode ser realizada com

a inclusão de um processo de desinfecção nas instalações da própria ETE, ou pode-se prever o encaminhamento do efluente para uma EPAR em área (especial e/ou administrativa) fora dos limites da ETE. Na **Figura 7**, são apresentados 3 arranjos possí-

veis que levam em consideração essa contextualização: a) efluente da ETE encaminhado para a EPAR, b) otimização da ETE para produção de ApR com reservação externa; c) otimização da ETE para produção de ApR com reservação interna.

FIGURA 7 - ARRANJOS DE OTIMIZAÇÃO DA ETE COM RESERVAÇÃO E TRANSPORTE PARA ATENDIMENTO AOS DIFERENTES TIPOS DE REÚSO PRETENDIDOS³⁸.



³⁸ Santos, A. S. P.; Lima, M. A. M.; Silva Júnior, L. C. S.; Avelar, P. A.; Araujo, B. M.; Gonçalves, R. F.; Vieira, J. M. P. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 – Terminologia e conceitos de base. Revista Gesta, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021.

3. O reúso de água discutido hoje no Brasil

Desde dezembro de 2020, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) vem apresentando o Programa Águas Brasileiras³⁹ com o objetivo de mobilizar e engajar as empresas que têm compromissos com a agenda da sustentabilidade, possibilitando que elas possam agregar valor às suas atividades por meio do apoio a práticas sustentáveis em prol da proteção das águas brasileiras. As empresas que firmaram a parceria com o Governo Federal irão patrocinar ações do Programa Águas Brasileiras no que tange ao aporte de recursos em projetos de revitalização das principais bacias hidrográficas do País.

O programa reúne, além do MDR, os ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Meio Ambiente (MMA), da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), a Controladoria-Geral da União (CGU), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), estados e municípios.

Os eixos temáticos contemplados pelo Programa vinculado ao tema do reúso (entre outros) incluem: soluções sustentáveis de saneamento no meio rural e reúso de água no meio urbano; técnicas de engenharia natural para infiltração da água com comprovados benefícios ambientais; ações que levem à redução da criticidade hídrica; e economia circular da água.

No que tange ao reúso de água, uma das missões atuais do MDR é criar um Plano de Ação Nacional de Reúso que possa ser aplicável em todo o território nacional, porém sem que haja conflito com os planos estaduais e municipais e legislações já existentes. Neste sentido, o MDR vem avançando nos diálogos com as várias esferas de interesse, de forma a alavancar a questão para um patamar mais executivo.

Em 02 de setembro de 2021, uma parte da equipe do MDR realizou com o CEBDS e suas empresas associadas uma reunião para escuta de propostas e preocupações das empresas em relação ao tema do reúso de água.

Os principais pontos discutidos nesta reunião são abordados na sequência. De forma a facilitar a

organização dos assuntos debatidos, estes foram agrupados em temas (Regulamentações; Governança; Concessionárias e outorgas; Distância do produtor ao consumidor e Tecnologias e custos de tratamento). Para cada tema, as discussões foram divididas em duas partes. A primeira discorre sobre a visão geral do tema no momento atual e a segunda apresenta as sugestões apresentadas na reunião para endereçamento do tema.

3.1 REGULAMENTAÇÕES

3.1.1 Visão geral do momento atual

Hoje a legislação existente no Brasil é focada para o reúso de água de ETE aplicada a fins não potáveis. Falta uma legislação que dê segurança para que os usuários possam utilizar a água de reúso, sem comprometer seus processos, seus negócios e reputação. A legislação existente reflete uma realidade que hoje carece de adequações frente a essas crises hídricas recorrentes. Atualmente, a água de reúso não é contabilizada na gestão dos recursos hídricos, pois não está contemplada na política de recursos hídricos.

³⁹ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-03/governo-federal-lanca-o-programa-aguas-brasileiras>; <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/inscricoes-para-o-segundo-edital-de-selecao-do-programa-aguas-brasileiras>

A legislação vigente orienta que em caso de conflito, a prioridade é o consumo humano e a dessedentação animal. Desta forma, o desafio do MDR é pensar a segurança hídrica, o acesso com quantidade e qualidade necessários de água para viabilizar um processo de desenvolvimento sem impactos, e em escala crescente. Esse é um dos grandes desafios.

Outro desafio que o MDR vem enfrentando é o de trabalhar numa proposição nacional que dialogue, apoie e alavanque as iniciativas estaduais e municipais, quando é o caso. A ideia é criar algo em nível nacional sem inviabilizar as boas iniciativas de algo que está ocorrendo em nível local. O Plano de Ação Nacional de Reúso deve ser desenvolvido de forma a não entrar em criticidade com os planos e legislações já existentes. Isso é fundamental para avançar na agenda do Plano.

Neste sentido, uma série de diálogos vem ocorrendo entre as áreas de recursos hídricos e saneamento do MMA, ANA, infraestrutura hídrica, governos, prefeituras, secretarias e academia. A ANA, responsável por editar as normas de referência (Lei nº 14.026/2020), vem desenvolvendo uma série de normativas, com previsão de lançamento ainda em 2022, com foco no reúso não potável de esgoto tratado.

Ainda existe um tabu sobre a discussão do reúso para fins potáveis. As discussões se mesclam entre o potável, o não-potável, uso direto ou indireto, uso agrícola ou industrial, entre outros. Porém, importante ter parâmetros nacionais de qualidade para evitar a insegurança jurídica.

A avaliação de risco vem sendo discutida com o pessoal da academia (por exemplo, PROSAB), que defende que determinados parâmetros em situações específicas podem ser comprovados, a partir de uma avaliação de risco, e as barreiras existentes são suficientes para garantir proteção ao meio ambiente e à saúde humana.

O reúso pode se configurar numa margem de segurança na questão do próprio setor produtivo. Uma vez que organiza uma etapa de reúso nos processos industriais, esses processos se tornam menos suscetíveis à previsão de alocação de água quando se tem um contexto de crise hídrica. Pois, se a prioridade é o consumo humano e dessedentação animal, quem utiliza mais água de reúso em seus processos produtivos e agrícolas reduz o risco de cortes na produção, pela falta de água tratada, porque vai gerar um negócio para a água de reúso e isso é importante para as empresas, inclusive para o setor agrícola no Brasil (entre outros) e para a geração de empregos e renda. É uma agenda que **converge com a agenda de universalização do saneamento** no sentido mais extenso, na questão da agenda das parcerias público-privadas com empresas ou na questão da revisita dos contratos já firmados com companhias estaduais ou municipais, para avançar nesta universalização.

3.1.2. Sugestões

Começar a praticar o reúso onde for viável, e não de forma obrigatória. Inserir a água de reúso na gestão dos recursos hídricos estaduais e municipais, considerando as particularidades de

cada região, sobretudo as regiões de escassez hídrica e trazer o reúso para dentro da lógica de gestão das bacias hidrográficas;

As regras para reúso devem ser simples e claras para alavancar a prática, de forma a não dificultar o processo de licenciamento ambiental dos projetos;

- Ter como foco, primeiramente, no reúso não potável, para já propiciar a aplicação da água de reúso em algumas atividades, como na agricultura e na indústria;
- Estabelecer parâmetros gerais de qualidade para águas de reúso, por atividade. Para usos específicos, outros parâmetros poderão estabelecidos;
- A proposta de criação de regulamentação deve organizar as modalidades de reúso e considerar uma calibragem de análise de risco conforme a modalidade;
- Agregar essa discussão mais estratégica aos novos contratos (empresas e companhias estaduais ou municipais) ou melhoria dos existentes, de forma a começar a abarcar a questão do reúso;
- Viabilizar mecanismos mais transparentes e mais organizados para que se tenha um estudo terceirizado (se for o caso) de implantação de infraestrutura para viabilizar a produção e distribuição de águas de reúso; e
- Investir em comunicação e divulgação sobre o tema, para redução de "preconceito" ou restrição em adotar sistemas de reúso como solução.

3.2. GOVERNANÇA

3.2.1. Visão geral do momento atual

Ainda não se tem uma visão geral do que é o reúso, como parte da gestão integrada e estratégica das águas no Brasil. É imprescindível para este momento, organizar os conceitos e terminologias de reúso, além de definir quais os principais responsáveis e atribuições de cada um nesta questão da regulamentação e da regulação do reúso (governança). Questões sobre se o efluente é um bem de domínio público, ou sobre como podemos assegurar o uso desta fonte vem sendo levantadas nas diversas discussões sobre o tema de reúso.

3.2.2. Sugestões

- As discussões precisam ser fatiadas e organizadas nas várias frentes de trabalho, que precisam estar com a estratégia de concatenação, para que a agenda deslanche efetivamente; e
- A questão do investimento, dos incentivos econômicos precisam estar claros e definidos na agenda do reúso, com contratos mais de médio e longo prazo que assegurem o investimento.

3.3. CONCESSIONÁRIAS E OUTORGAS

3.3.1. Visão geral do momento atual

Atualmente tem-se a percepção de que as concessionárias possuem interesse em fazer projetos de reúso. Possibilidades crescentes de parcerias entre as concessionárias (públicas e privadas) também vêm ganhando terreno no campo do reúso.

A outorga dá o direito ao empreendedor de captar e usar água para determinado fim. Este direito de uso traz alguma segurança e previsibilidade, ainda que as licenças ambientais estejam sujeitas a renovações, alterações e até mesmo reduções conforme processo junto à esfera administradora e o poder público. Essa migração desse "direito adquirido" por uma lógica pura e simples de compra de água é algo que, se não estiver muito bem integrado na gestão da bacia hidrográfica, causa ainda uma insegurança por parte de quem vai fazer esse movimento. Como concatenar a vazão de esgoto disponível para

o reúso com a lógica de distribuição de água da bacia é uma questão importante para que as empresas possam encarar o reúso como uma ferramenta do seu planejamento. Este é um tópico que ainda precisa ser mais trabalhado e a governança pode ajudar muito na solução.

Ainda não se tem consolidado um modelo de negócios para exportar a água de reúso para a indústria. Predominam os usos para fins urbanos, que dependem de caminhões para transporte da água. Precitaria de um grande sistema adutor, para levar a água de reúso para as indústrias, o que pode ser bastante oneroso e, portanto, viabilizar o transporte da água de reúso é um grande gargalo.

O que muitas empresas levam em conta, ainda, é a questão da segurança. No caso de uma falha nesse fornecimento de água de reúso, como essa empresa ficaria? Qual seria sua segurança?

Hoje, a outorga ainda representa um custo baixo para a indústria e isso acaba por enfraquecer o incentivo ao reúso. Porém, é importante haver um estímulo ao reúso, sem que este seja pautado na elevação do valor da outorga, mas de forma a deixar a água in natura mais disponível para abastecer os usos prioritários, como consumo humano e dessedentação de animais a população. Há empresas que têm mais demanda por água do que os próprios municípios, que as próprias concessionárias teriam, juntando o esgoto todo do município.

O Projeto Aquapolo⁴⁰ (apresentado mais adiante neste estudo)

⁴⁰ O Projeto Aquapolo, cujas obras tiveram início em 2010, é o maior empreendimento para a produção de água de reúso na América do Sul e é resultado de parceria entre a GS Inima Industrial e a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Fornece água de reúso para o Polo Petroquímico de Capuava e indústrias da Região do ABC Paulista.

representa um marco importante na utilização da água de reúso de ETE na indústria. Porém, teve condições muito especiais para ser viabilizado. As discussões preliminares que deram origem ao Aquapolo, é que o polo petroquímico a ser beneficiado pela água de reúso, queria uma garantia de 365 dias, 24 horas por dia de recebimento de água e, caso houvesse uma falha no fornecimento, utilizaria prontamente a água da concessionária. A indústria necessita de garantia perene e não pode correr risco. Quando se fala em efluente tratado, especialmente o doméstico, que utiliza tratamento biológico, se surgir uma toxina qualquer, e houver necessidade de parar a ETE, dificilmente esta volta a funcionar em menos de 48 horas. Então, essa questão do reúso estar associado a uma fonte alternativa potável, ou outra que garanta, dentro dos parâmetros desejados, a água para a indústria, deve ser colocada nas primeiras discussões, porque isso pode inviabilizar o projeto, como demonstrado pelo Projeto Aquapolo.

3.3.2. Sugestões

- Como medida de incentivo, no caso de se pleitear nova outorga ou renovação, o solicitante das outorgas deveria consultar as concessionárias locais sobre a disponibilidade e interesse em fornecer água de reúso, priorizando esta fonte sempre que possível e adequada ao uso necessário. Para os casos em que não seja possível atender a demanda de

vazão como um todo com o efluente tratado, sugere-se como benefício a redução do pagamento da outorga de captação da parte que não foi consumida por aquele usuário;

- Criar condições para o aumento da oferta hídrica, através de iniciativas dos próprios consumidores. Empresas que de alguma forma contribuam no aumento hídrico da região, poderiam ter um desconto na parcela da água outorgada e seu processo de liberação de outorga seria sumarizado;
- Possibilidade de reversão de ICMS para obras que contribuam com sustentabilidade e segurança hídrica para apoiar as empresas a investirem em projetos de reúso interno e externo;
- Desoneração do produtor de água de reúso por meio da não-cobrança pelo uso (captação) em volume correspondente ao volume de água de reúso comercializado;
- Criar mecanismos de governança e gestão para que a água de reúso fique disponibilizada, gerando incentivo para a companhia de saneamento disponibilizá-la tanto como produtor como distribuidora de água para uma empresa, ou ainda para uma empresa que tenha interesse em ser a distribuidora da água de reúso e fazer todo o processo de contratação; e
- Discutir um modelo de negócio entre produtor, distribuidor e usuário de água de

reúso é uma questão crucial e que deve ser feita com as empresas. A discussão tem que sempre estar atrelada à questão de gestão de recursos hídricos que deve dialogar com os mecanismos de gestão de outorgas, cobrança etc.

3.4. DISTÂNCIA DO PRODUTOR AO CONSUMIDOR

3.4.1. Visão geral do momento atual

Como visto anteriormente, um sistema de adução de água de reúso, desde a fonte geradora até o consumidor tem valor elevado, podendo representar 2/3 do custo de todo o sistema de tratamento. Quando a tubulação é exposta, corre-se, ainda, risco de roubo, a depender da localização das instalações. A tubulação enterrada oferece vantagens sob este ponto de vista, mas pode onerar ainda mais o projeto, pois exige instalação e manutenção mais complexas.

3.4.2. Sugestões

- Estudar a possibilidade, para o caso de algumas cidades, de implantação de reúso direto potável, possibilitando a utilização do próprio sistema de distribuição existente, sem ter a necessidade de se instalarem grandes adutoras⁴¹. Mas, para tal é preciso que se faça um gerenciamento dos riscos, para se ter segurança na água que vai ser distribuída; e

⁴¹ Projeto piloto em estudo na EPAR Capivari II, apresentado mais adiante neste estudo.

- Considerar o uso potável direto como possibilidade de viabilização econômica em que as indústrias/potenciais consumidores estão distantes da fonte geradora, e o custo de adução para levar a água de reúso até eles seja inviável.

5.1. TECNOLOGIAS E CUSTOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA REÚSO

3.5.1 Visão geral do momento atual

O custo para se obter uma água de reúso é maior do que o custo para se obter água potável. Para se produzir água de reúso a partir do esgoto doméstico, tem-se que fazer uso de processos de tratamento avançados e mais sofisticados, em geral. As ETEs brasileiras não foram preparadas para produzir água de reúso.

No entanto, a expectativa por parte dos clientes, é que a água de reúso custe menos que a água potável. A sensibilidade que o mercado tem para uma água de reúso é vista como uma água "barata". A maior parte do mercado vinha entendendo que se é possível captar água (setor agrícola, industrial etc.) de um rio a custo mais baixo, como no caso das outorgas, uma tarifa para reúso seria inviável. Essa visão tem inviabilizado os projetos de reúso até os dias de hoje.

Todavia, nota-se que já houve uma evolução neste tipo de análise. As empresas vêm considerando o risco hídrico nas suas equações cada vez mais. Hoje é mais palpável saber o custo da não-captação e comparar esse custo com o da captação, o que

pode mostrar que o reúso é um meio termo que torna a alternativa mais factível e atraente.

Obviamente alguns setores necessitam de regulamentação específica em relação à qualidade de água a ser utilizada. No caso do setor industrial, cada indústria tem uma necessidade diferente da outra e isso pode onerar desnecessariamente a água de reúso para um determinado fim, caso haja uma universalização da parametrização. Diferente da população que tem que ter um determinado padrão de qualidade garantido e precisa ser protegida.

A experiência obtida no Projeto Aquapolo é que se entrega a água para a indústria, num patamar mínimo que se define, e se há necessidade, a própria indústria faz a complementação. Adequar uma estação de tratamento para reúso hoje, é praticamente inviável. Implantar uma estação como foi feito no Aquapolo, com tratamento secundário e o polimento da água com um sistema complexo e caro de operação, só se justifica se houver um horizonte claro, definido e seguro de reúso.

3.5.2. Sugestões

- Uma vez que o custo da água potável no Brasil é mais baixo do que investir em infraestrutura de projetos de reúso e que os altos custos de compra de equipamentos dificultam a implementação destes sistemas ou até os tornam inviáveis, torna-se importante a previsão na regulamentação de redução ou isenção de impostos para projetos de reúso;

- Estudar forma de promover incentivo às indústrias, uma vez que estas compram água potável, que deveria ser levada à população, em detrimento à água de reúso, que ainda não possui incentivos palpáveis para ser comprada;
- Investir nas ETEs brasileiras existentes para produzir água de reúso e para as futuras ETEs, incentivar que sejam projetadas com esta possibilidade de Economia Circular;
- Rever o modelo de ETEs centralizadas no Brasil, pois a demanda pode estar longe, impossibilitando o negócio;
- Promover a discussão sobre as ETEs descentralizadas quanto a financiamento, políticas de financiamento público-privadas, para incentivar o investimento em infraestrutura, adequar as estruturas existentes ou implantar novas estruturas para dar conta do desafio do reúso;
- Disponibilizar financiamentos específicos para projetos de implantação e alterações das estações de tratamento de esgoto convencionais para as gestoras das estações de água de reúso e também para os usuários; e
- Focar no reúso não potável primeiramente, com redução das captações primárias e reservando a água da bacia para os usos prioritários (consumo humano e dessedentação de animais).

4. Exemplos de projetos de reúso no Brasil

4.1 ETE JESUS NETO

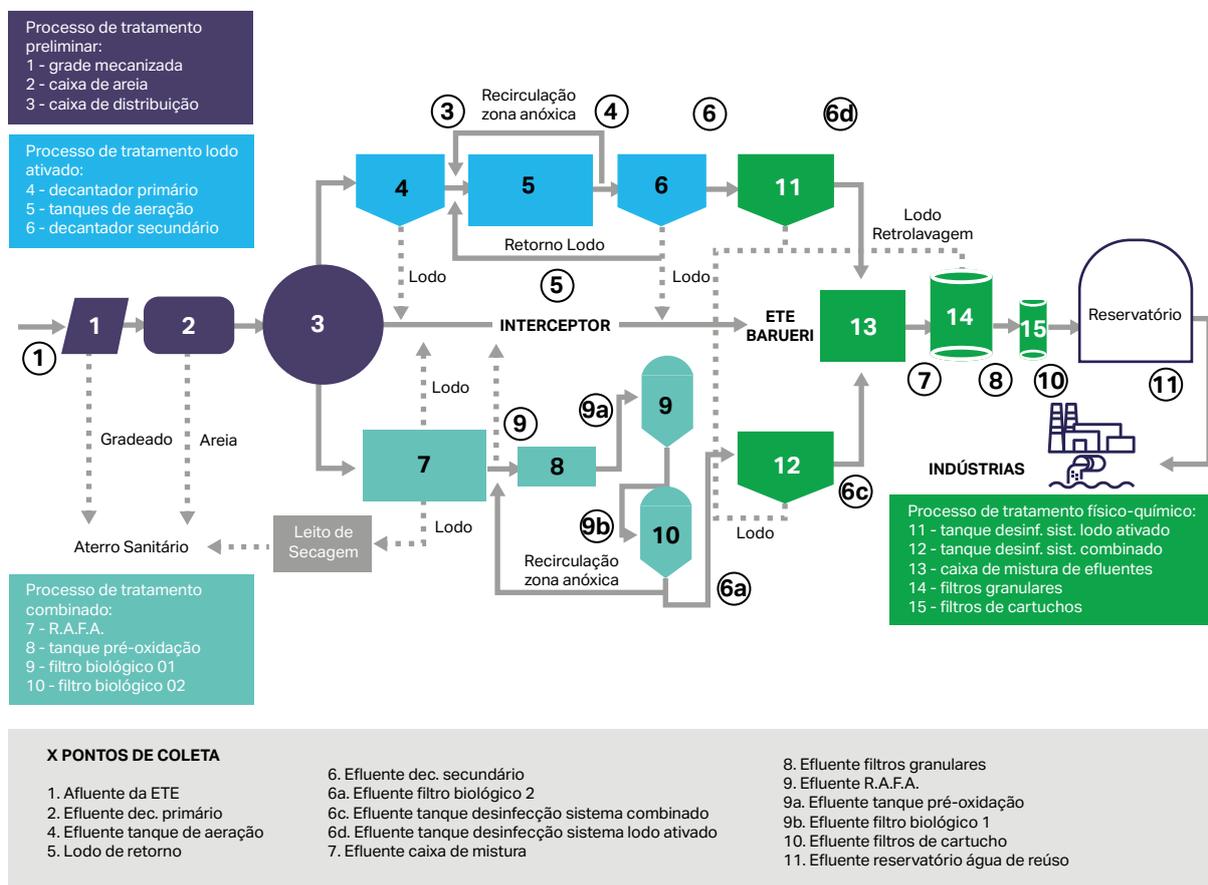
A estação de tratamento de esgotos (ETE) Jesus Netto, localizada no Ipiranga, é a mais antiga da Sabesp (inaugurada em 1935) e a primeira a aplicar o processo biológico de lodo ativado na América Latina. A técnica, desenvolvida na Inglaterra em 1914, consiste em um sistema em que o esgoto e o lodo ativado são misturados, agitados e

aerados (tanque de aeração) para que ocorra a decomposição da matéria orgânica pelo metabolismo das bactérias presentes. Além disso, a estação também é pioneira na produção de água de reúso para fins industriais.

A ETE de Reuso Jesus Netto recebe uma vazão de esgoto de parte do bairro do Ipiranga, em São Paulo, de 58,7 L/s e produz uma vazão de 29,5 L/s de água

de reúso destinada à utilização industrial (dados médios de vazão de 2014). A ETE possui dois processos de tratamento que operam em paralelo: a) sistema de lodos ativados (LA) ($Q_{méd}=20,9$ L/s em 2014); b) sistema combinado UASB e Filtros Biológicos (UASB+FB) ($Q_{méd}=8,6$ L/s em 2014). A **Figura 8** apresenta o fluxograma de todo o processo de tratamento da ETE.

FIGURA 8 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DA ETE REUSO JESUS NETTO. FONTE: SABESP.



A ETE Jesus Netto tem **capacidade de produzir mais de 116 milhões de litros de água de reúso por mês** e uma média de fornecimento, em 2016, de mais de 38 milhões de litros mensais por meio de rede e caminhões. Hoje, além de estar totalmente automatizada em seus processos, permitindo o monitoramento a distância pela Internet, a ETE também vem pesquisando e desenvolvendo, com outras unidades da Sabesp, novas e atuais técnicas nos processos de tratamento e produção.

4.2. AQUAPOLO

Algumas iniciativas e projetos no setor privado e em instituições públicas fomentam a prática do reúso por meio de projetos implementados em algumas regiões do país, tais quais o conhecido Projeto AQUAPOLO⁴², um dos exemplos pioneiros de produção de água de reúso destinada a fins industriais em proporções relevantes no país.

O Projeto AQUAPOLO, cujas obras tiveram início em 2010, é o maior empreendimento para a produção de água de reúso na América do Sul e é resultado de parceria entre a GS Inima Industrial e a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Desenvolvido como uma solução para gestão hídrica das mudanças climáticas, o AQUAPOLO fornece água de reúso para o Polo Petroquímico de Capuava e indústrias da Região do ABC Paulista.

Com capacidade de produzir até 1.000 litros de água de reúso por segundo, volume equivalente ao do abastecimento de uma

cidade de 500 mil habitantes. A cada litro de água produzida em suas instalações, outro litro de água potável é economizado. Altamente automatizado, o AQUAPOLO utiliza o esgoto tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto ABC da Sabesp (ETE-ABC) como seu principal insumo. Após o processo de tratamento do esgoto, parte da vazão que seria destinada ao Córrego dos Meninos (curso d'água para onde é enviada a água após o tratamento na ETE-ABC) é desviada para a operação do Projeto.

Os parâmetros de qualidade da água que devem ser alcançados ao final de todo o processo foram determinados em conjunto com os clientes, que utilizam a água em diversos processos industriais como torres de resfriamento e caldeiras. Para condução e distribuição da água produzida, foi construída uma adutora de 17 km, saindo de sua sede em São Paulo, passando pelos municípios de São Caetano do Sul e Santo André, até chegar a uma torre de distribuição em Capuava, município de Mauá, onde está estabelecido o Polo Petroquímico de Capuava. A partir dela, uma rede de distribuição de 3,6 km entrega a água para cada um dos clientes do Polo. A adutora foi projetada para permitir derivações, viabilizando o atendimento de possíveis clientes ao longo de seu percurso.

4.2.1. O Processo

O grande diferencial do AQUAPOLO é a utilização de efluentes secundários oriundos

da Estação de Tratamento de Esgotos do ABC da SABESP como insumo para produção contínua de água industrial de alta qualidade para seus clientes.

Parte dos efluentes secundários que seriam lançados no Córrego dos Meninos é captada para tratamento terciário nas unidades de produção do AQUAPOLO e utilizada em vários processos evitando assim o uso de água potável em aplicações industriais. Essa maneira inovadora contribui para a sustentabilidade ambiental na Região Metropolitana de São Paulo.

Com capacidade atual instalada de produção de 2.340 m³/h, o AQUAPOLO lança mão de tecnologias que representam o estado da arte de tratamento terciário de efluentes sanitários (sistemas de membranas de ultrafiltração (UF) e de osmose reversa).

O processo começa quando a planta recebe o efluente secundário da SABESP a uma taxa de capacidade nominal de bombeamento de 750 L/s. O efluente passa pela primeira operação unitária de filtração, por meio de uma bateria de filtros tipo disco, com taxa de filtração da ordem de 400 micras.

Segue para a Estação de Produção de Água Industrial (EPAI) na qual são utilizados os processos biológicos anóxico e aeróbio por meio de reator biológico tipo carrossel. Uma inovação tecnológica em termos de reatores biológicos, o carrossel proporciona alta eficiência na remoção de sólidos. O objetivo do sistema de aeração é manter o perfil de oxigênio dissolvido ao longo de todo o sistema - o aspecto mais

⁴² <http://www.aquapolo.com.br>

interessante desse tipo de reator é o perfil de OD (Oxigênio Dissolvido) dentro do tanque devido à criação de zonas de aeração com diferentes concentrações de O_2 . Isso garante que a DQO e amônia sejam eficientemente tratados.

Na sequência, é feita a separação física do lodo ativado com membranas de ultrafiltração (TMBR – Tertiary Membrane Biological Reactor), o que há de mais moderno no tratamento terciário de efluentes sanitários, resultando em qualidade superior da água filtrada em uma planta com menor área construída e excepcional eficiência energética. No AQUAPOLO, a capacidade instalada de ultrafiltração de 650 L/s pode chegar a 1000 L/s com as adaptações já implementadas.

A qualidade da água proveniente do processo de UF é tão boa que ela tem condições de uso direto em processos industriais e de reúso, de acordo com a legislação existente. Mas devido à restrição do parâmetro de condutividade exigido pelos clientes é feito procedimento adicional, que consiste em um blend na água proveniente do processo de UF. Parte da água produzida pela bateria de TMBR é desviada para um polimento final por meio da tecnologia de osmose reversa. O AQUAPOLO tem capacidade para produção de 225 L/s (810 m³/h) de água desmineralizada através de três baterias de Osmose Reversa (75 L/s, 60 L/s e 90 L/s). A condutividade final é de até 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 23°C; com recuperação do sistema da ordem de 75%.

A mistura das duas tecnologias e os mais modernos processos propicia a produção de água de reúso de altíssima qualidade. A distribuição da produção para os clientes é feita por uma adutora – de 17 km de extensão, com 900 mm de diâmetro (com vazão média de 350 L/s e pressão média de 9,5 Bar) – que atravessa três municípios (São Paulo, São Caetano do Sul e Santo André) às margens do Rio Tamandateí e da Avenida do Estado, uma das mais movimentadas no eixo São Paulo - ABC Paulista.

Com histórico de alta confiabilidade operacional (acima de 99,9%) e qualidade superior em água de reúso, o AQUAPOLO é pioneiro no aproveitamento de efluentes sanitários para a indústria.

FIGURA 9 – AQUAPOLO – ESQUEMÁTICO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO



Fonte: Aquapolo

FIGURA 10 – FOTOS 1 E 2 – SISTEMA AQUAPOLO



(fonte: <http://www.aquapolo.com.br/aguas-industriais/>).



(fonte: <http://www.aquapolo.com.br/aguas-industriais/>).

FIGURA 11 – FOTOS 3 E 4 – SISTEMA AQUAPOLO



(fonte: <http://www.aquapolo.com.br/aguas-industriais/>).



(fonte: <http://www.aquapolo.com.br/aguas-industriais/>).

4.3. AQUAPOLO - BRASKEM

Desde 2012, a Braskem utiliza água de reúso do projeto Aquapolo, que transforma águas de esgoto em água de qualidade industrial, e é a maior iniciativa do gênero na América do Sul.

Como resultado, entre 2012 e 2021, mais de 60 milhões de metros cúbicos de água de reúso foram consumidos pela empresa em seus processos. As operações no ABC paulista praticamente consomem 100% da água desse tipo de fonte, mitigando os riscos de escassez na região.

Em 2014, em meio à crise da seca do Sudeste, as operações do ABC continuaram normalmente devido ao projeto.

Com a utilização da água de reúso em seus processos, a Braskem reduz o consumo de 212 milhões de litros/mês de água doce (equivalente a 35 mil pessoas) reduzindo potencial conflito de uso e aumentando a segurança hídrica da empresa.

Os benefícios para as indústrias consumidoras não ficam somente no âmbito socioambiental. Com a utilização da água de reúso, houve uma **economia superior a uma dezena de milhões de dólares devido ao aumento do ciclo em torres de resfriamento, recirculação, redução de manutenção e equipamentos de comutação.**

Há ainda os **benefícios que não são contabilizados tais como: maior disponibilidade para comunidade e sociedade de água para consumo na região, melhoria da eficiência do processo de resfriamento de água, melhoria dos custos**

de manutenção e a geração de mais empregos.

Com base nessa boa experiência a empresa tem em seus planos realizar projetos similares em outras regiões onde opera, e que o risco da bacia hidrográfica seja alto. Para isto, já está avaliando esta possibilidade em duas regiões, Rio de Janeiro/ Duque de Caxias e Maceió / AL. Claro que haverá uma avaliação em relação a outras fontes de captação, porém seguindo os critérios de sustentabilidade definidos pela empresa.

4.4. AMBEV

A AMBEV⁴¹ é uma empresa brasileira de capital aberto, criada em 1999, dedicada à produção de bebidas, entre as quais cervejas, refrigerantes, energéticos, sucos, chás e água. Atualmente possui mais de 30 cervejarias, maltarias, refrigeranteiras, fábrica de rótulos, rolha e vidro, além de seis centros de excelência espalhados pelo Brasil.

Com vistas a aperfeiçoar continuamente seus índices de

ecoeficiência e aumentar, cada vez mais, o impacto positivo na sociedade, em 2017, a AMBEV estipulou metas públicas atuais de sustentabilidade a serem conquistadas até 2025⁴², sendo estas o terceiro ciclo de metas de sustentabilidade públicas e abertas. No que tange à gestão da água, a meta da empresa é a de melhorar de forma mensurável a disponibilidade e a qualidade da água para 100% de suas comunidades em áreas de alto estresse hídrico.

Hoje 100% destas áreas já possuem projetos em andamento de preservação e restauração das bacias hidrográficas e/ou de acesso à água.

A empresa trabalha fortemente na redução do consumo de água dentro de suas operações, tendo reduzido 37% nas operações do Brasil nos últimos 11 anos.

A seguir são apresentados três casos de sucesso de implementação de projeto de reúso pela AMBEV nas suas unidades dos Estados do Maranhão, Ceará e Sergipe.

4.4.1. Cervejaria Equatorial – São Luís, Maranhão (MA)

A Cervejaria Equatorial de São Luís (MA)⁴³ (Foto 5) foi a unidade pioneira de implantação de projeto de reúso da AMBEV no Brasil. Foi o primeiro projeto globalmente na ABI⁴⁴ de exportação de efluente tratado para uso em indústria na região, com benefícios para a bacia hidrográfica, preservando as fontes de captação superficial e subterrânea para outros usos e comunidades.

Em janeiro de 2013, a AMBEV assinou um acordo com o Consórcio de Alumínio do Maranhão (Alumar), um dos maiores complexos de produção de alumínio primário e alumina do mundo, localizada a aproximadamente 2 km, para reaproveitamento do efluente tratado pela cervejaria nos processos da refinaria. Até então, este efluente era lançado no rio Pedrinhas após passar por tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) da unidade da AMBEV (Fotos 6 a 8).



O reúso de água **traz benefícios para maior disponibilidade para comunidade e sociedade de água para consumo na região, melhoria da eficiência do processo, melhoria dos custos de manutenção e a geração de mais empregos**

⁴¹ <https://www.ambev.com.br>

⁴² Relatório Anual e de ESG AMBEV, 2020.

⁴³ Localizada na Rodovia Barão 135, Km 16.5, s/n - Zona Rural, São Luís-MA.

⁴⁴ ABI: AB InBev - sigla de Anheuser-Busch InBev. A companhia foi criada em 2004, pela fusão das empresas de bebidas AmBev, do Brasil, e Interbrew, da Bélgica. A princípio, adotou o nome InBev. Mais tarde, em 2008, a aquisição da cervejaria americana Anheuser-Busch resultou na atualização do nome para Anheuser-Busch InBev. <https://www.ab-inbev.com>.

A ETEI trata mais de 3.100 metros cúbicos de efluente diariamente, o que equivale tratar o esgoto de uma cidade com cerca de 55 mil habitantes. O efluente tratado vem sendo bombeado para lagoas de estabilização de rejeito de bauxita, processo onde ocorre grande consumo de água. Com esta contribuição, a Alumar deixou de captar entre 2.000 a 3.000 metros cúbicos de água subterrânea por dia em uma área de potencial estresse hídrico, proporcionando um ganho ambiental de vulto para a empresa, com a redução de consumo de água da bacia.

Pelos benefícios e potencial de desdobramento em outras zonas e países, o projeto recebeu em março/2013 a premiação como 1º lugar na categoria de sustentabilidade em concurso global da ABInbev de melhores práticas.

A partir de dezembro de 2019, a AMBEV maranhense passou a reusar internamente cerca de 25% do efluente tratado na ETEI (entre 800 a 1000 metros cúbicos por dia), após incremento no sistema de tratamento em nível terciário. Com esta mudança, a Alumar passou a receber o volume remanescente (75 a 80%) do efluente tratado.

Importante destacar que 100% do efluente gerado tratado na cervejaria é reaproveitado, seja externamente para abastecimento da indústria vizinha, seja internamente como água de serviço e utilidades (primeiros tanques de lavagem de garrafas, pasteurizadores, torres de resfriamento, sistemas de troca térmica para refrigeração de bombas de vácuo de enchedoras, caldeira, lubrificação de transportes de linha de envase, limpeza de piso e equipamentos).

FIGURA 12 – CERVEJARIA EQUATORIAL DE SÃO LUÍS (MA)



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 13 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO INDUSTRIAL DA CERVEJARIA EQUATORIAL DE SÃO LUÍS (MA)



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 14 – INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE ENVIO DO EFLUENTE TRATADO PARA ALUMAR



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 15 – UNIDADE DE TRATAMENTO TERCIÁRIO



(fonte: AMBEV, 2022).

4.4.2. Cervejaria de Aquiraz – Ceará (CE)

A Cervejaria da AMBEV de Aquiraz⁴⁷ foi inaugurada em 1998 é outro exemplo de unidade que envia parte de seu efluente tratado para indústria externa. Neste caso, para uma olaria, situada a 1,7 km de distância de sua Estação de tratamentos de efluentes. Além do efluente tratado, o lodo biológico da ETEI e a terra infusória⁴⁸ também são enviados para a olaria, como matéria-prima na fabricação dos tijolos.

Hoje, cerca de 2.000 metros cúbico por dia do efluente tratado na ETEI da cervejaria cearense é encaminhado para a olaria, que deixou de captar água do curso hídrico ou açude das proximidades em troca da utilização de 100% do efluente tratado da AMBEV, cuja qualidade atende integralmente às necessidades de uso da indústria vizinha. Em 2015, a AMBEV custeou toda a instalação destinada ao encaminhamento do efluente à olaria, com sistema de bombeamento e tubulação.

Em abril de 2017 a AMBEV de Aquiraz passou a reutilizar internamente 16% do efluente tratado na ETEI (Foto 9), contabilizando um volume diário de 450 metros cúbicos de água de reúso. Essa água é utilizada na lavagem inicial de garrafas nas lavadoras, nos pasteurizadores, torres de refrigeração, caldeiras e lavagem de pisos em geral.

FIGURA 16 – SISTEMA DE REUSO DA CERVEJARIA DE AQUIRAZ (CE)



(fonte: AMBEV, 2022).

4.4.3. Cervejaria de Sergipe (SE)

Os dois casos citados anteriormente ilustram duas unidades da AMBEV que enviam seus efluentes tratados para aproveitamento em indústrias. É válido mencionar também um exemplo de unidade que pratica a utilização do efluente tratado para fins de fertirrigação⁴⁹. É o que ocorre na unidade da AMBEV de Sergipe⁵⁰ (Foto 10), assim como em outras (Itapissuma-PE e Anápolis-GO).

O reúso de efluente para fertirrigação, além de reduzir a retirada de água de outras fontes da bacia hidrográfica, agrega nutrientes presentes no efluente tratado (nitrogênio-N, fósforo-P e potássio-K), que reduzem a

necessidade de uso de suplementos nas plantações. Na unidade de Sergipe, a disponibilização do efluente tratado para a fertirrigação foi implementado em janeiro de 2019 (Fotos 11 a 15) utilizando mão de obra local, e tem mudado a vida de diversas famílias que habitam as comunidades agrícolas da região, que recebem a água da AMBEV para desenvolverem suas atividades. O projeto tem parceria com a Cooperativa Agrícola e beneficia pequenos agricultores locais (52 beneficiários diretos e indiretos) corte, cana, coco, laranja, limão, maracujá e mandioca. Foi viabilizado aumento na geração de trabalho, com captação de mão de obra pelo aumento da área e variedade de cultivo.

⁴⁷ Localizada na Rodovia BR 116 Km 32, Aquiraz-CE.

⁴⁸ Meio filtrante a base de carvão que filtra a cerveja.

⁴⁹ A fertirrigação é uma técnica de aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Difere significativamente da aplicação via solo, em especial por acelerar o ciclo dos nutrientes utilizados. A disponibilidade de fertilizantes solúveis no mercado, o custo de mão de obra rural na adubação convencional, o constante incremento de área irrigada no Brasil, sob irrigação pressurizada, tem incentivado os produtores a adotarem a fertirrigação, uma vez que os custos de implantação, comparados aos custos totais, viabilizam o seu uso (Embrapa, 2020).

⁵⁰ Localizada no Parque dos Faróis, Nossa Sra. do Socorro-SE.

A iniciativa permite aos produtores o cultivo contínuo, independente do período de seca, sem necessidade de paralisar suas atividades. Além disso, promove aumento da qualidade do solo. A água retorna para o ambiente infiltrando pelo solo, sendo distribuída de forma mais orgânica

para os corpos hídricos e para a bacia hidrográfica.

A unidade sergipana gera um volume de efluente mensal de 70.000 metros cúbicos, sendo que 88% são destinados à fertirrigação. A distância entre a saída da ETEI até o ponto de dis-

tribuição é de cerca de 5 km. A irrigação é feita por aspersor de alta taxa. O sistema de captação conta com bombas, hidrômetro para medir o consumo diário e tubulação de pvc agrícola, com dimensões variando de acordo com o trecho da propriedade a ser irrigada.

FIGURA 17 – AMBEV SERGIPE (SE)



(fonte: <https://www.moneytimes.com.br/> , acesso em 23/03/2022).

FIGURA 18 – INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE ENVIO DO EFLUENTE TRATADO PARA FERTIRRIGAÇÃO



(fonte: AMBEV, 2022)

FIGURA 19 – UMA DAS ÁREAS BENEFICIADAS PELA FERTIRRIGAÇÃO



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 20 – SISTEMA DE ASPERSÃO PARA A FERTIRRIGAÇÃO



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 21 – ÁREA DE CULTIVO APÓS RECEBER A FERTIRRIGAÇÃO



(fonte: AMBEV, 2022).

FIGURA 22 – CULTIVO DE LIMÃO APÓS RECEBER A FERTIRRIGAÇÃO



(fonte: AMBEV, 2022).

Além da reutilização dos efluentes tratados na indústria e na fertirrigação, a AMBEV vem investindo no tratamento terciário (polimento), através da ultrafiltração e osmose reversa, de forma a utilizar dentro das operações como água de serviço, usos que não entram em contato com a produção de bebidas e nem para usos potáveis. Como exemplo podem ser citadas as unidades de Jaguariúna-SP, Guarulhos-SP, Sete Lagoas - MG e a unidade do Rio de Janeiro. A AMBEV executa esses projetos de reúso de efluentes interno e externo em paralelo a outros projetos internos para redução do consumo de água, ou do próprio reúso de água dentro da produção, antes de virar efluente contribuindo para sua eficiência hídrica. Com esse trabalho, a companhia reduziu 55% do consumo de água em suas operações nos últimos 20 anos.

4.5. VALE

A Vale S.A. é uma sociedade por ações, constituída em 11 de janeiro de 1943. Sua sede está localizada na Praia de Botafogo, Rio de Janeiro, RJ.

Uma das maiores companhias de mineração e metais do mundo, com base na capitalização de Mercado, sendo uma das maiores produtoras mundiais de minério de ferro e níquel. Inclui, na sua linha de produção, pelotas de minério de ferro, cobre, metais do grupo da platina (PGM), ouro, prata e cobalto. Participa da exploração mineral greenfield em seis países. Opera um grande sistema de logística no Brasil e em outras regiões do mundo, incluindo ferrovias, terminais marítimos e portos,

integrados às suas operações minerárias. Além disso, possui um centro de distribuição para o suporte da entrega de minério de ferro ao redor do mundo. Diretamente e por meio de coligadas e *joint ventures*, também tem investimentos em negócios de energia e aço.

Na VALE, a principal estrutura que promove a reutilização são as barragens de rejeitos, as quais recuperam as águas provenientes das usinas e retornam aos seus processos de beneficiamento, umectação de vias, e pátios de estocagem irrigação de áreas verdes.

A reutilização da água no setor de mineração faz parte do manejo otimizado do recurso hídrico e na VALE isso não é diferente: em suas operações essa prática é uma das formas de reduzir a captação de água doce para aplicação em suas atividades.

Um contraponto é julgar que para ser sustentável são necessárias taxas elevadas de reutilização, mas nem sempre isso ocorre. Como exemplo, no Complexo S11D Eliezer Batista o uso da rota de processamento à unidade natural permite reduzir em 93% o consumo de água quando comparado com um projeto convencional de produção de minério de ferro. A economia de água equivale ao abastecimento anual de uma cidade de 400 mil habitantes. Com isso, esta unidade possui a melhor eficiência hídrica (em m³/t produzida), menor volume de água doce para produzir uma tonelada de minério. Entretanto, sua taxa de reutilização não é elevada pois a oferta é baixa, restrita as estações de tratamento de esgoto.

Em 2021, a parcela de reúso da VALE como um todo foi de 81%, correspondente a um volume de 490 milhões de metros cúbicos. Paralelamente, a VALE tem desenvolvido projetos para incremento desta taxa de reúso do efluente de ETE para uso interno.

Uma outra forma que a Vale otimiza a captação de água em mananciais é por meio dos projetos de aproveitamento de água de chuva em pátios de estocagem, nos telhados de áreas administrativas e nas áreas de lavra.

4.6. NESTLÉ

Um dos focos da Nestlé tem sido produzir **fábricas autos-sustentáveis em água**, onde os processos produtivos capturam pouca ou nenhuma água nova no meio ambiente. Isso é possível por meio da tecnologia e um **compromisso global de reduzir 35% da água gasta para cada tonelada de produtos produzidos**.

A fábrica em Palmeiras das Missões (RS) é a responsável por preparar o leite recebido pelos fornecedores e enviar para a fábrica de Carazinho (RS), especializada na produção de produtos lácteos. No processo, o leite é aquecido e acaba evaporando. Esse vapor é condensado e se torna líquido novamente. Após passar por um rigoroso processo de tratamento, a água de reúso é usada para resfriar torres, aquecer caldeiras, limpar, ajudar no processo de resfriamento, entre outras necessidades da fábrica.

O mesmo acontece com a **fábrica da Nescafé Dolce Gusto**, em Montes Claros (MG), onde **100%**



AS EMPRESAS ESTÃO PREOCUPADAS COM À MINIMIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS NATURAIS E COM O PROPÓSITO DE RECICLAR E REUTILIZAR O MAIOR VOLUME POSSÍVEL DE ÁGUA, VISTO QUE SEUS PROCESSOS PRODUTIVOS DEMANDAM UM CONSUMO DE ÁGUA ELEVADO

da água usada em suas instalações vem da fábrica de Leite Moça vizinha. Sua construção foi estrategicamente pensada para que isso fosse possível.

A fábrica de cápsulas de Dolce Gusto foi a primeira unidade da Nestlé no mundo a receber a **certificação de Impacto Ambiental Neutro em 3 dimensões: água, resíduos e emissão de carbono.** A certificação atesta que a unidade não utiliza água potável oriunda da natureza em seus processos produtivos.

Outras unidades também usam água de reúso. Nas unidades de Araçatuba e Araraquara, em São Paulo, por exemplo, a economia é de 185 milhões de litros por ano, o suficiente para abastecer 3.300 mil pessoas no mesmo período.

Com o aproveitamento total ou parcial da água de reúso, 8 fábricas da Nestlé deixaram de extrair da natureza 440 milhões de litros de água no ano.

4.7. CBA – COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO

Em sua filial em Alumínio (SP), a partir de 2002, a Companhia Brasileira de Alumínio iniciou a construção de cerca de 2,80 km de galerias com o objetivo de conduzir a água pluvial e a água utilizada no processo para um reservatório com 75.000 m³, em seguida encaminha os volumes coletados para uma Estação de Tratamento de Água Industrial, onde ocorre o tratamento. Posteriormente a água é destinada para reúso nas áreas industriais.

O projeto foi originado a partir da preocupação da companhia com relação à **minimização da utilização de recursos naturais e com o propósito de reciclar e reutilizar o maior volume possível de água**, visto que seu processo produtivo demanda um consumo de água elevado.

Com o reaproveitamento da água, foi possível aumentar a disponibilidade hídrica

da região, reduzir o consumo pela companhia, além de dispensar a implantação de nova captação de água.

Desde a implementação desse sistema, mais de 4 milhões de m³ de água deixaram de ser retirados dos cursos d'água.

Até 2015 a recirculação de água era de aproximadamente 40%. Com o avanço do projeto e aperfeiçoamentos realizados nas captações e tratamentos de água e efluentes, essa proporção foi aumentando gradativamente. Em 2021, o consumo médio ficou em 62% de água de reúso, reduzindo em 40% a captação de água nova. Os resultados foram significantes, representando atualmente mais de 315.000 m³ de água recirculada mensalmente.

Futuramente a CBA pretende modernizar a Estação de Tratamento de Água Industrial, aumentando a eficiência e por consequência, reduzir o consumo de água nova

FIGURA 23 – FÁBRICA DA NESTLÉ



em 20%. Além disso, a Companhia está estudando sistemas de reúso de água em outras unidades, sejam melhorias nos existentes ou novas implantações.

4.8. GRUPO SABARÁ

O Grupo Sabará em sua unidade localizada em Itapissuma (PE), possui uma Estação de Tratamento de Efluentes, que recebe os efluentes resultantes da área de limpeza e manutenção de cilindros e diques de contenção da unidade. Após o tratamento, a água é reservada e utilizada nos processos de manutenção. Além desse sistema, quando há disponibilidade de reservação, a unidade conta com um arranjo que permite a captação de água da chuva, aumentando a disponibilidade de água destinada ao reúso. Forma-se um ciclo fechado de reúso de água, visto que a água é reutilizada nos próprios serviços que os geraram, sendo que as únicas perdas atreladas a esse processo são as resultantes da evaporação dos tanques de armazenagem.

Como consequência dessa ação, mitigou-se o stress hídrico, a redução do nível do lençol freático, além de diminuir o risco de desabastecimento da região. Também há a conscientização dos colaboradores do Grupo Sabará, especialmente os diretamente envolvidos na ação, da importância do reúso de água.

No futuro, o grupo Sabará, pretende realizar a ampliação da capacidade de tratamento e armazenamento da ETE da unidade. Também deseja expandir a prática para outras unidades do Grupo que já possuem ETEs, mas que não contam com sistema de reúso.

FIGURA 24 – (A) OBRAS DAS INTERLIGAÇÕES DAS GALERIAS; (B) FLUXOGRAMA DE REUSO DE ÁGUA DA FÁBRICA

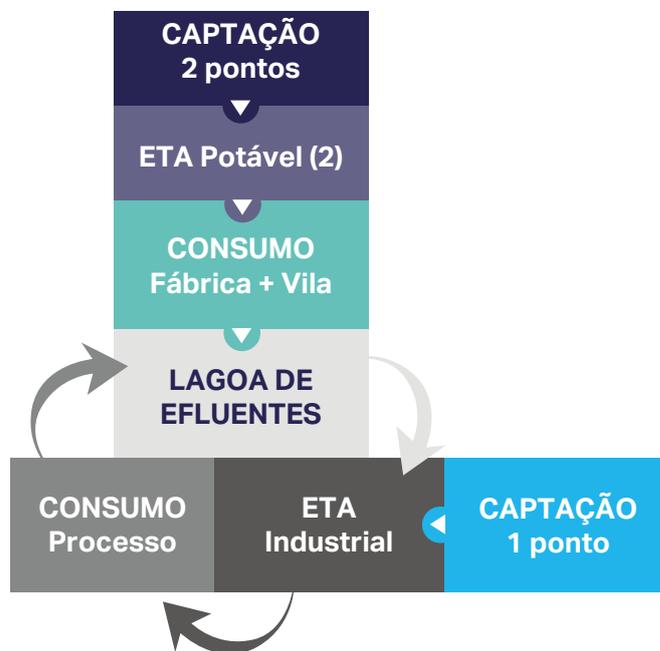


FIGURA 25 – ETE DO GRUPO SABARÁ EM ITAPISSUMA



5. Conclusão

A discussão sobre reúso de águas é notoriamente estratégica, pelo cenário e tendências desenhadas na questão da escassez hídrica. O grande desafio é pensar a segurança hídrica, o acesso com quantidade e qualidade necessárias de água para viabilizar um processo de desenvolvimento sustentável, em escala crescente. A agenda do reúso deve ser vista como a agenda da gestão integrada das águas, prática associada ao saneamento, em que se busca avançar na eficiência do uso da água, tirando o máximo de valor possível desse escasso recurso natural.

É evidente a necessidade de um alicerce regulatório para a prática do reúso. Ainda que sejam necessárias restrições de qualidade, deve-se ter cuidado na elaboração das legislações, pois não devem ser frágeis a ponto de permitir o uso indiscriminado da água de reúso, colocando em risco a saúde das pessoas e do meio ambiente, nem devem ser muito restritivas, tornando a prática do reúso inexecutável. Para que a prática do reúso de água seja ampliada no país, devem ser elaborados diretrizes e programas por meio

de legislação de nível federal, que devem conter as definições acerca da água de reúso e suas origens, bem como as formas de utilização, os parâmetros de qualidade, os instrumentos que ajudem a melhorar a pesquisa e desenvolver o tema em todo o país. Sendo assim, é preciso que a legislação específica assegure todas as possibilidades de uso sem colocar em risco a saúde humana, animal e ambiental.

Desde dezembro de 2020, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) vem apresentando o Programa Águas Brasileiras com o objetivo de mobilizar e engajar as empresas que têm compromissos com a agenda da sustentabilidade, possibilitando que elas possam agregar valor às suas atividades por meio do apoio a práticas sustentáveis em prol da proteção das águas brasileiras. Os eixos temáticos contemplados pelo Programa incluem o tema do reúso, e uma das missões atuais do MDR é criar um Plano de Ação Nacional de Reúso que possa ser aplicável em todo o território nacional, porém sem que haja conflito com os planos estaduais e municipais e legislações já existentes. Neste sentido, o MDR vem avançando nos diálogos com as várias esferas de interesse, de forma a alavancar a questão para um patamar mais executivo.



É PRECISO QUE A LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA ASSEGURE TODAS AS POSSIBILIDADES DE USO SEM COLOCAR EM RISCO A SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AMBIENTAL

A proposta do MDR aborda, primeiramente, a organização, alinhamento e consolidação dos conceitos e terminologias do reúso. Em paralelo, discutir a governança do reúso, ou seja, definir os principais responsáveis e atribuições de cada um na questão da regulamentação e da regulação do reúso. A partir da definição destes dois pontos, a proposta segue com a questão do estabelecimento dos parâmetros para o processo de licenciamento do reúso. Todas essas discussões estão sendo debatidas e acompanhadas pela Câmara Técnica Água do CEBDS.

6. Anexos

ANEXO I - DESAFIOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO

O reuso de água é uma importante alternativa tanto para a disposição final de efluentes do tratamento de esgotos, como para a diversidade da matriz hídrica, especialmente em regiões de escassez. Assim, a prática que permite o provimento de efluente tratado para diversos usos, apresenta muitas vantagens, como garantia da segurança hídrica, solução de conflitos pelo uso da água, impulsionamento do desenvolvimento socioeconômico, e solução para lançamento de efluente em corpos hídricos vulneráveis.

Soares e Santos (2021) afirmam que, no contexto da gestão de recursos hídricos e saneamento, a prática de reuso pode ser vista como solução, especialmente, em duas situações: no caso de áreas que sofrem com a falta de água por questões climáticas, como a região do Semiárido; e no caso de regiões onde seus corpos d'água apresentam dificuldades de manterem os requisitos de qualidade da água, quando do recebimento de efluentes, mesmo que tratados.

No entanto, embora as vantagens sejam claras, muitos são os obstáculos impostos

tanto ao cenário internacional como nacional, para fins de sistematização do reuso de água, mesmo quando se observa necessidade absoluta de avanços nesse sentido.

No cenário **internacional**, apesar dos grandes avanços, existem muitos desafios que ainda precisam ser enfrentados e foram compilados por Santos et al. (2022), a partir de diferentes autores:

- **Gestão integrada de água e águas residuais:** No planejamento de recursos hídricos e saneamento, é importante considerar a água de abastecimento e as águas residuais em uma abordagem integrada, diferente da situação atual, onde as questões de gestão de recursos hídricos ainda são consideradas separadamente das questões de saneamento. O conceito "*One water*", que caracteriza a fusão entre as duas unidades, leva a soluções mais ponderadas, racionais e econômicas que podem ser implementadas para atender às necessidades futuras de água (Angelakis et al. 2018).
- **Regulamentação adequada:** Embora existam muitos documentos regulatórios publicados em diferentes partes do mundo, demonstrados

O conceito da **one water** refere-se basicamente à união entre os departamentos de água e esgoto, que atualmente são separados nas principais instituições de água e esgoto do mundo. No Brasil, em 2019, a até então Agência Nacional de Águas (atualmente Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) lançou a campanha #ÁguaÉUmaSó, que tem o objetivo de alertar a sociedade para a importância da gestão dos recursos hídricos, de forma atenta à conservação da água e do meio ambiente, ao mesmo tempo em que se busca atender às necessidades dos diversos usuários. Nesse sentido, a ANA apresenta uma visão mais global, além da integração entre os setores de água e esgoto, levando em consideração todo o ciclo hidrológico da água, suas diferentes fontes, quantidade e qualidade e a integração entre os domínios estaduais e da união.

por Santos et al. (2022), Angelakis et al. (2018) apontam que há pouca padronização globalmente. Portanto, é importante alinhá-los para proteger a saúde pública, o meio ambiente e a economia global futura. Também é importante desenvolver soluções abrangentes e flexíveis, além de um marco regulatório aliado a uma política eficiente de reúso de água baseada em avaliações de risco mais realistas (Rebello et al. 2020) para que a abordagem possa ser aplicada de forma segura, responsável e sistêmica.

- **Planejamento e investimentos em países de baixa e média renda:** As regiões com baixo desenvolvimento socioeconômico geralmente recebem apoio internacional (tanto jurídico quanto técnico) que muitas vezes não condiz com suas realidades e necessidades locais. Santos e Vieira (2020) ressaltam que é importante que o marco regulatório esteja alinhado às respectivas experiências locais e o planejamento deve ser o condutor das atividades de reúso nas regiões mais afetadas pela seca.
- **Minimização da rejeição:** Conforme destacado por Mukherjee e Jensen (2020) a barreira psicológica da rejeição, conhecida como "Factor *Yuck*" (em inglês) é um dos principais desafios associados à dificuldade de implantação da prática de reúso de água, principalmente para projetos de água potável. Assim, é necessária uma abordagem transparente com as comu-

nidades receptoras, além da implementação de projetos pilotos para incutir confiança entre o produtor e o usuário do reúso de água (Mukherjee e Jensen 2020).

- **Adaptação de diferentes tecnologias de tratamento de efluentes para diferentes usos:** Conforme apresentado por Angelakis et al. (2018), os avanços tecnológicos para o tratamento de efluentes têm sido mais marcantes no período contemporâneo, principalmente nas últimas três décadas. Esses avanços permitiram inclusive a adoção da prática do reaproveitamento potável. No entanto, Tsagarakis et al. (2013) enfatizam que a devida atenção deve ser dada à qualidade do reúso da água produzida pelas diferentes tecnologias de tratamento de efluentes, considerando que até mesmo os efluentes das tecnologias primárias de tratamento de efluentes podem ser aplicados em áreas florestais e parques de forma controlada. A melhor qualidade de reúso de água não é obtida apenas a partir de tecnologias avançadas e custos elevados, mas tecnologias simples e de baixo custo, também podem ser adotadas para usos não potáveis onde o risco microbiológico é menor.

Ainda no cenário internacional, algumas tendências definem os próximos avanços do reúso de água no mundo, conforme destacado por Lima et al. (2021a):

- **Reúso potável de água (direto ou indireto),** que apesar de não ser uma prá-

tica disseminada no Brasil, já é realidade em vários países do mundo e é destacado por Angelakis et al. (2018) como sendo a principal tendência sobre o tema "reúso de água", nomeadamente nos grandes centros urbanos. O reúso potável indireto, de maneira planejada, é aplicado em muitas regiões do mundo, como Estados Unidos, Austrália, Bélgica, Inglaterra e Singapura (Santos et al., 2022). Já o reúso potável direto é mais restrito e se apresenta também nos Estados Unidos, além da África do Sul e da Namíbia (RdA, 2022). Inclusive, a Namíbia apresenta o principal caso de sucesso no mundo com essa modalidade de reúso de água, operado desde 1968 e ampliado em 2002, abastecendo atualmente 400 mil habitantes (Santos et al., 2022).

- **Gestão integrada de águas residuárias,** que se baseia na adoção conjunta de sistemas centralizados e descentralizados de esgotamento sanitário nos ambientes urbanos. Atualmente, em geral, nas regiões metropolitanas os esgotos são coletados e tratados em sistemas centralizados e afastados, dificultando a reinserção desses efluentes (como água para reúso - ApR) no ciclo urbano da água, por questões logísticas. Trata-se de uma tarefa complexa e economicamente inviável, a implantação de sistema de distribuição de água duplo em regiões urbanizadas. Nesse contexto, Angelakis

et al. (2018) afirmam que, no futuro, o planejamento para implantação de sistemas descentralizados de coleta e tratamento de esgotos favorecerão o reúso de água, pela proximidade entre a estação produtora de ApR e o usuário, que muitas vezes é o próprio gerador. Assim, os tomadores de decisão devem incluir no planejamento das cidades, a operação integrada de sistemas centralizados e descentralizados.

- **A articulação entre o tratamento avançado de esgotos e a prática de dessalinização** em megacidades localizadas nas regiões costeiras oferece uma oportunidade adicional para usos de água que requerem maior qualidade, como o potável e o industrial. Angelakis et al. (2018) sugerem que operacionalmente, o efluente da estação de tratamento avançado pode ser combinado com a água dessalinizada para pós-tratamento, de forma a atender padrões de qualidade de água mais elevados (abastecimento doméstico, por exemplo). Inclusive, Lahnsteiner et al. (2018) afirmam que não parece haver razão para que o reúso potável de água (principalmente o direto) não se torne uma opção de gestão de água comum e amplamente utilizada nos próximos 5 a 10 anos. No **cenário nacional**, os desafios são ainda mais urgentes e envolvem as características peculiares de um país em desenvolvimento como o Brasil, conforme destacado por Lima et al., (2021a):

- **Baixos índices de atendimento aos serviços de coleta e tratamento de esgotos sanitários:** De acordo com ANA (2020a), o índice de tratamento de esgotos no Brasil, em relação ao esgoto gerado, é abaixo de 50%. Na medida em que a prática de reúso depende diretamente da disponibilidade de esgoto tratado, Lima et al. (2021b) e Melo et al. (2020) afirmam que áreas com elevadas demandas de ApR, apesar do potencial, podem não ser contempladas em função dos seus baixos índices de tratamento de esgoto. Nesse sentido, um aspecto relevante é o vislumbre de desenvolvimento de novos projetos de ETE já em consonância com as demandas por reúso de água, no caminho da universalização (Lima et al., 2021b).
- **Baixa qualidade operacional das ETEs:** A prática de reúso de água bem-sucedida é diretamente relacionada à qualidade do efluente produzido na ETE e/ou na Estação Produtora de Água para Reúso (EPAR). Entretanto o desempenho operacional esperado para as ETEs em todo o território nacional nem sempre é alcançado. Para se alcançar esse desempenho, o eixo concepção-projeto-implantação-operação deve ser alinhado e bem conduzido (Moraes et al., 2020). Não raro, no Brasil, os projetos de ETE são realizados sem concepção adequada, e etapas construtivas e operacionais inadequadas (Chernicharo et al., 2018). Muitas obras são implantadas com projetos básicos e os baixos recursos

financeiros aplicados levam a materiais e equipamentos de mais baixa qualidade, gerando instabilidades e sérios problemas operacionais. Ainda, em geral, o monitoramento da qualidade do efluente não é alinhado com as práticas operacionais e muitas vezes não representa o desempenho real da ETE. Neste caso, os regulamentos de reúso devem ser bastante rígidos em relação ao monitoramento, com fiscalização adequada, de forma a garantir a segurança da prática.

- **Cultura histórica de percepção de abundância de água:** Apesar de o Brasil ser o país detentor da maior quantidade de água (13%) no mundo (ANA, 2020b), ela está distribuída de maneira desigual em todo o território nacional: regiões com abundância de água têm o menor contingente populacional e, de maneira oposta, regiões com menor disponibilidade hídrica têm altas densidades populacionais. Outro aspecto relevante é a região do Semiárido, predominantemente contida na região Nordeste, que apresenta escassez crônica devido aos baixos índices pluviométricos, altos índices de evaporação e rios intermitentes. Mas, ainda assim, é nesse contexto que se criou uma cultura de percepção de excesso de água, que traz sérios desafios na implantação de projetos de reúso e uso racional de água em todo o país. A gestão de recursos hídricos e saneamento no Brasil, inclusive a nível regional (estadual e municipal), deve considerar esse aspecto e levantar a absoluta

necessidade de conscientização e de transformação desse cenário. Segundo WE (2020), somente com uma sociedade inteligente em termos de água (*Water Smart Society*), será possível conviver com os problemas de escassez hídrica decorrentes das mudanças climáticas e do crescimento populacional no mundo.

- **Ausência de regulamentação federal sobre reúso de água com o estabelecimento de padrões para diferentes fins:** Um dos principais problemas relacionados às dificuldades de desenvolvimento da prática de reúso no Brasil é a ausência de regulamentação a nível federal e a incompatibilidade entre os padrões estabelecidos pelos regulamentos sub-federados no país (Santos et al., 2020). Assim, em um país com dimensões continentais como o Brasil, é importante que sejam estabelecidos padrões de requisitos mínimos e coerentes para a prática de reúso de água. É necessário ainda o desenvolvimento de soluções abrangentes e flexíveis, além de um quadro regulatório aliado a uma política de reúso de água eficiente com base em avaliações mais realistas de risco, para que a prática possa ser aplicada de forma segura, responsável e sistêmica.
- **Entraves burocráticos para o desenvolvimento e financiamento de projetos de reúso:** A administração pública no Brasil é conhecida por apresentar diversos entraves burocráticos. No caso do desenvolvimento de projetos de

potencialidades e de implantação de empreendimentos de reúso de água, deve haver flexibilização baseada em estudos técnico-científicos que garantam a segurança e a eficácia da prática. Conforme estabelecido por Brasil (2020), a ANA passa a ser responsável pela criação de normas de referência no setor saneamento, e nesse sentido, deverá propor documentos flexíveis e menos burocráticos para favorecer a sistematização da prática.

- **Falta de estudos técnico-científicos de viabilidade de implantação de projetos de reúso de água:** As decisões técnico-políticas devem ser tomadas com base em estudos técnico-científicos, que garantam o desempenho, a eficácia e a segurança dos empreendimentos de reúso de água. Metodologias de avaliação de potencialidades já publicadas em diversos estudos (Lima et al., 2021b; Melo et al., 2020; Araujo et al., 2017) podem ser replicadas para as regiões específicas de forma a auxiliar o desenvolvimento dos projetos. Convênios entre as instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem estudos de reúso de água no Brasil devem ser firmados com companhias de saneamento e órgãos reguladores que pretendem avançar no tema, inclusive como forma de capacitar recursos humanos para lidar com os projetos implantados. No entanto, no Brasil, historicamente a relação desses órgãos com a academia, em geral é des-

gastada e pouco sólida. Esse alinhamento é fundamental para o desenvolvimento, institucionalização e sistematização da prática de reúso no país.

- **Insegurança em relação aos riscos epidemiológicos:** A prática de reúso de água, por utilizar efluente tratado com consideráveis densidades de organismos patogênicos, envolve, naturalmente, o risco de contaminação microbiana (Lima et al. 2021c; Lima et al., 2022). Essa contaminação pode ocorrer por vias de ingestão, adsorção dérmica ou inalação e, de acordo com o fim adotado no reúso de água, essas vias oferecem maiores ou menores riscos (Lima et al., 2021c). Dessa forma, a avaliação de risco deve ser necessariamente incluída como instrumento de viabilidade técnica dos empreendimentos de reúso. Apesar de a Organização Mundial da Saúde (OMS) propor a metodologia de Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico (AQRM), essa é de grande complexidade e indicada para água de abastecimento e reúso potável. No caso do Brasil, que ainda não apresentou potencial elevado de reúso potável, as metodologias mais simplificadas, como semiquantitativa e qualitativa podem ser mais adequadas.
- **Falta de transparência das companhias de água e esgoto:** O sucesso dos projetos de reúso dependem integralmente de uma relação sólida e de confian-

ça entre as instituições que oferecem a ApR, e o usuário (Mukejeree e Jansem, 2020). Em geral, as companhias de saneamento e demais instituições similares que fornecem os serviços de água e esgoto, são as que também ofertam a ApR. No entanto, por falta de transparência, as relações entre essas instituições e o possível consumidor da ApR são bastante desgastadas no país. Essas instituições protagonizam, com frequência, episódios que geram desconfiança, como descarte de esgoto bruto nos corpos hídricos, distribuição de água de abastecimento contaminada, cobrança de tarifa de esgotamento sanitário para regiões que não são abrangidas por esse serviço, etc. Dessa forma, é fortemente recomendado que as empresas responsáveis pela produção da ApR trabalhem exaustivamente na construção de uma rela-

ção de confiança mais sólida com os seus usuários em geral.

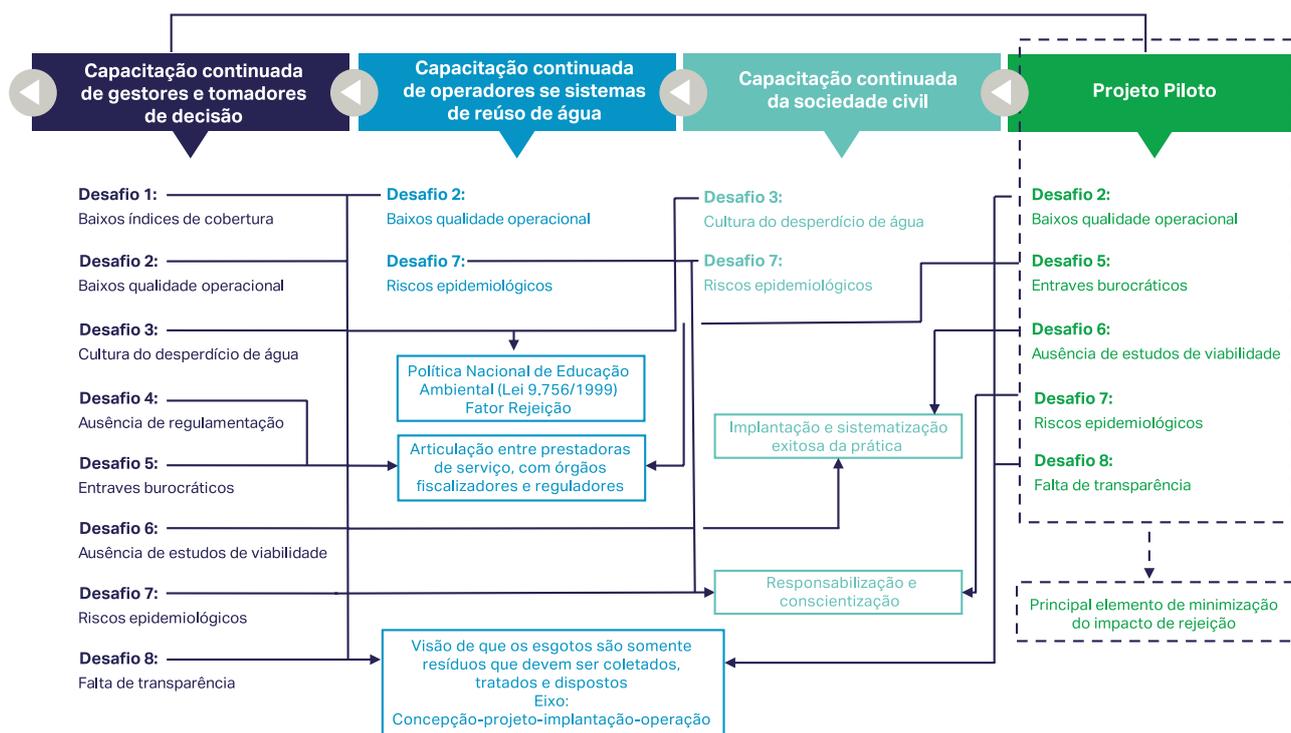
Ainda, Mukejeree e Jansen (2020) destacam como desafio a implantação e operação de projetos piloto de reúso de água, anteriormente à condução do empreendimento definitivo, de forma a produzir experiência e resultados transparentes, inclusive com o objetivo de conquistar o usuário para minimizar os impactos da rejeição. A viabilidade do projeto final pode estar em causa, a partir de uma adequada condução ou não de um projeto piloto. Os mesmos autores destacam a operação de projetos piloto com duração de até 10 anos.

Na Figura 1, apresenta-se o fluxograma que envolve os principais desafios relacionados à prática de reúso de água no Brasil, assim como a relação entre eles, os principais atores envolvidos nos aspectos de capacitação continuada, e a implantação e operação de projetos piloto.



No Brasil, o termo "capacitação" tem forte relação com o aprimoramento de técnicas operacionais, para garantia de melhores desempenhos nas atividades realizadas. No setor do saneamento, em geral, o termo é associado à operação de unidades que compõem os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, tais como redes (de abastecimento de água e de coleta de esgoto), estações elevatórias (de água e de esgoto), reservatórios, adutoras, captações, estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto, entre outros. Em inglês, o termo "capacitação" é traduzido como "*capacity building*", onde "building" refere-se à uma atividade que requer "construção". Diante do exposto, adotou-se no presente relatório, o termo "capacitação continuada" como forma de abranger **gestores e tomadores de decisão, operadores de sistemas de produção e de aplicação da ApR**, além da **sociedade civil** como sociedade participativa na construção do cenário de reutilização regional de água em novos empreendimentos no Brasil.

FIGURA 1. FLUXOGRAMA COM OS PRINCIPAIS DESAFIOS DISTRIBUÍDOS ENTRE O PROJETO PILOTO E OS ATORES ENVOLVIDOS NA CAPACITAÇÃO CONTINUADA. FONTE: LIMA ET AL. (2021A).



Lima et al. (2021a) ressaltam que os desafios aqui apresentados devem ser internalizados de forma a permitir o avanço da prática no território nacional e a evolução/desenvolvimento de uma experiência particular, com o objetivo de evitar erros já ocorridos no passado em outras regiões. Pelo fato de o Brasil estar atrasado em relação a outras nações do mundo no aspecto de sistematização da prática de reúso, as experiências internacionais devem ser tomadas como exemplo, mas não como eixo principal da condução do processo. A solução dos problemas se faz principalmente com a criação de uma cultura de reúso de água no país, que perpassa um processo educacional longo e desafiador.

Diante do cenário de desafios nacionais apontados, ainda há

muito o que ser realizado. Trata-se de uma solução sistêmica, que passa pela necessidade de vencê-los com gestão adequada, governança e articulações técnico-científico-político-sociais. As soluções pontuais e sem planejamento acabam por gerar novas demandas, que se não forem integradas, de fato não resolvem o problema.

ANEXO II – CUSTOS E ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE DOS PROJETOS DE REÚSO

Aspectos gerais relacionados aos custos

São duas as principais variáveis de destaque na composição dos custos relacionados ao reúso de água:

1. Tecnologia de tratamento adequada para alcance da

qualidade requerida (em função do uso pretendido);

2. Transporte da ApR produzida até o ponto de uso.

No primeiro caso (tecnologia), a abordagem se dá em função dos diferentes processos que sejam compatíveis com o uso pretendido. De maneira geral, para usos não potáveis, tecnologias biológicas de nível secundário, seguidas de desinfecção, alcançam qualidade requerida para usos restritos. Um processo de lodo ativado, seguido de desinfecção por cloração ou radiação UV, alcança uma densidade de Coliformes Totais da ordem de 103 org/100mL (Von Sperling, 2014). Ressalta-se que este processo, em países desenvolvidos, retrata um fluxograma convencional para tratamento de esgotos e lançamento do efluente em corpos receptores. Porém,

a reflexão que aqui se propõe é que no Brasil, ainda é insipiente o uso de processos desse nível. Segundo Lima et al. (2021b), no Brasil, somente 7% da vazão tratada passa por algum tipo de tratamento; na maioria dos casos, essa desinfecção se dá em lagoas de maturação. Nas Figuras 1 e 2, percebe-se o entendimento claro do que significa uma estação de tratamento de esgotos (em português) e uma wastewater treatment plant (em inglês), onde é possível observar que no caso da primeira, o efluente, em geral é secundário; e no caso da segunda, o efluente é um secundário desinfetado. Ou seja, no Brasil, a etapa de desinfecção não é usual, embora os principais objetivos de uma ETE sejam a proteção ambiental e da saúde pública. Porém, a saúde pública somente é alcançada, com a remoção de organismos patogênicos.

É importante destacar que para irrigação agrícola de diversas culturas não comestíveis ou comestíveis sem casca e após processamento, de desenvolvimento

distante do solo, e ainda levando em consideração irrigação por gotejamento, o risco de contaminação microbológica de seres humanos é aceitável e até desprezável (Rebelo et al., 2020; Lima et al., 2022). Para usos urbanos em condições restritas, como irrigação de espaços públicos e lavagem de ruas ou de veículos especiais (trens, caminhões de lixo, aviões), também um efluente secundário desinfetado é indicado por várias legislações e documentos norteadores brasileiros (Santos et al., 2020).

Quando a ApR é indicada para usos potáveis (direto ou indireto), é necessário um tratamento mais avançado, adotando-se diferentes processo de filtração por membranas e ou carvão ativado, além da desinfecção e até processos físico-químicos, para se garantir a total isenção de organismos patogênicos e micropoluentes de preocupação emergente, como fármacos de demais disruptores endócrinos. Neste caso, o custo associado à otimização da Estação de Trata-

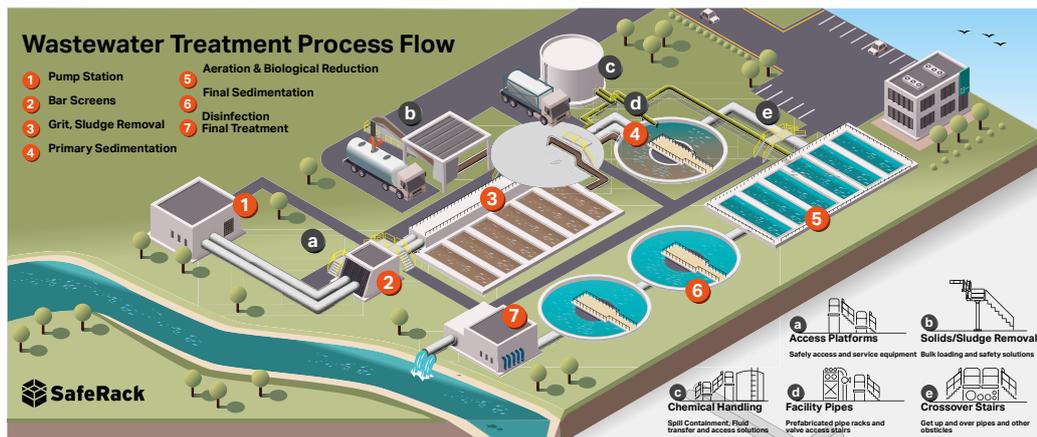
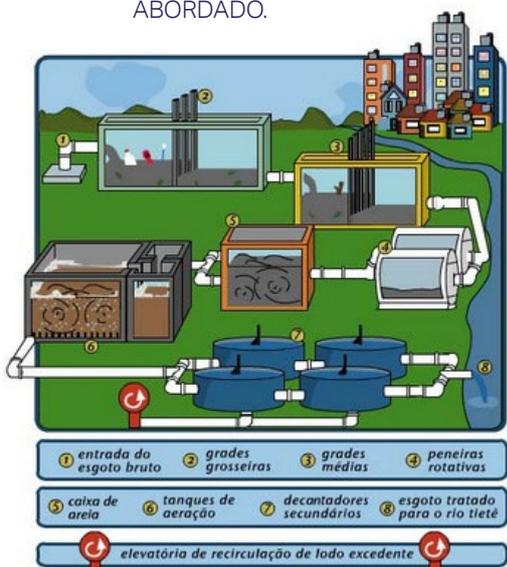
mento Avançado para garantia da qualidade exigida, muitas vezes pode ser tornar inviável.

Assim, o custo relacionado à tecnologia é diretamente proporcional ao uso pretendido. Para usos não potáveis, o custo está embutido no conceito do tratamento de esgotos. De maneira oposta, para usos potáveis, o custo pode ser demasiadamente elevado. No entanto, há que se destacar que no Brasil, ainda é possível seguir o caminho do uso não potável, de modo a se ganhar experiência e uma cultura de reúso de água, para posteriormente alcançar outras necessidades mais exigentes.

No segundo caso (transporte), é onde se imputa o principal problema relacionado ao custo. Em se tratando, por exemplo, de usos industriais ou agrícolas, o usuário da ApR está geralmente distante do fornecedor. Assim, tem que se prever o transporte deste produto até o consumidor, podendo elevar, substancialmente, o custo do empreendimento.

FIGURA 1. DESENHO ESQUEMÁTICO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO. COM LANÇAMENTO FINAL APÓS DECANTAÇÃO SECUNDÁRIA.

FIGURA 2. DESENHO ESQUEMÁTICO DE UMA WASTEWATER TREATMENT PLANT COM LANÇAMENTO FINAL APÓS DESINFECÇÃO. OBS.: PROPOSITAMENTE, A FIGURA NÃO FOI TRADUZIDA, PARA QUE SE GARANTA O ENTENDIMENTO ABORDADO.



Silva Jr. et al. (2021) desenvolveram uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água, em que o tipo de transporte se destaca nas variáveis definidas como Localização das Ofertas (LO) e Localização das demandas (LD).

Em relação à distância entre LO e LD, o estudo da viabilidade financeira se dá, principalmente, devido aos custos envolvidos em cada modalidade de transporte da água da estação ao consumidor. Em geral, o uso de caminhões-pipa é o mais comum, tendo em vista sua adaptabilidade em atender diferentes consumidores menores, com demandas esporádicas e baixo custo inicial, quando comparado à alternativa de adutoras. Contudo, o transporte por tubulações se mostra mais viável com grandes volumes a consumidores fixos, assim como menores custos de operação. Há que se levar ainda em consideração a manutenibilidade dos empreendimentos de reúso, que geram incertezas quanto à aplicabilidade e à continuidade do projeto para implantação de adutoras, bem como o uso de combustível fóssil para uma aplicação sustentável de água de reúso (Silva Jr. et al., 2021).

De acordo com Lima et al. (2021a), um dos grandes entraves nos estudos de avaliação de potencial de reúso é a estratégia a ser adotada em relação à necessidade de reservação da ApR e/ou o transporte direto até o consumidor final. A implantação de reservatórios pode ser para a finalidade de redução das distâncias entre as ETEs e o consumidor final, assim como a de armazenamento em função da sazonalidade das demandas. Nesse caso, ainda se discute a

pós desinfecção para se evitar o recrescimento de microrganismos. Já o transporte direto pode ser estabelecido através de adutoras ou de caminhões-pipa, conforme já mencionado. Araujo et al. (2017) desenvolveram uma metodologia para o cálculo do custo do transporte da ApR em caminhão pipa com o objetivo de avaliar as distâncias máximas viáveis.

Na metodologia de cálculo do valor do transporte, desenvolvida por Araujo et al. (2017), procedeu-se a estimativa do custo do transporte das águas de reúso em caminhão pipa para cada estado da região Sudeste. Posteriormente, comparou-se esse custo estimado do transporte da ApR com as diferentes tarifas praticadas pelas companhias de água e esgoto atuantes nos estados em questão. No caso de São Paulo e Rio de Janeiro, segundo as premissas impostas para o desenvolvimento do estudo, se torna economicamente viável o uso de efluente de ETE tratado a nível secundário e desinfetado na própria estação, para usos não potáveis em pátios industriais quando o gerador dista do consumidor em até 100 e 110 km, respectivamente. Já para os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, essa distância para as mesmas condições é bastante inferior, quase a metade, em função de mais baixos valores de tarifas de abastecimento de água praticadas por estes estados.

Novamente, ressalta-se que o custo da aplicação da ApR está intimamente ligado à tecnologia de tratamento e ao transporte. Transporte por caminhão pipa pode ser bastante vantajoso, porém pode não ser viável em

função da quantidade demandada. Já o transporte por adução pode requerer um elevado investimento e significar a inviabilidade financeira, quando comparado a outras fontes de água.

A título de curiosidade, é importante destacar a política de tarifação da água em Israel, que hoje pratica um dos maiores índices de uso de ApR (da ordem de 90% do esgoto tratado), representando 40% da demanda para irrigação (RdA, 2022). Para a água de irrigação, as tarifas variam dependendo da fonte de água, da região e a época do ano (Marin et al., 2017):

- As tarifas de retirada da água doce estão entre US\$ 0,22 e US\$ 0,70 por m³, dependendo do fornecedor e da região.
- O custo da água salobra depende da salinidade e varia de US\$ 0,24 a US\$ 0,43 por m³.
- Já o valor de águas residuais tratadas, no contexto do reúso de água, varia de US\$ 0,22 a 0,34 por m³.

Neste caso, observa-se que o custo da ApR foi estabelecido pela administração pública (Autoridade Israelense da Água) abaixo dos valores de água fresca e salobra como um incentivo para a institucionalização do reúso na agricultura (Marin et al., 2017). O preço das águas residuais tratadas para irrigação é significativamente subsidiado para encorajar o seu uso por parte dos agricultores, em detrimento ao uso da água doce na irrigação.

Segundo Marin et al. (2017), o subsídio do governo reflete o custo de transporte, mas não cobre os custos de tratamento e armazenamento (que outros

usuários pagam por meio de subsídios cruzados e subsídios para uma parte das despesas de capital). O governo também subsidia até 60% dos custos marginais de transporte para água recuperada e salobra.

Por fim, destaca-se que o custo da ApR não pode ser relacionado somente ao valor econômico, diretamente. Há que se levantar ainda as questões relacionadas à própria escassez hídrica, ao desenvolvimento socioeconômico que pode ser alavancado com fontes alternativas de água, aos objetivos de descarbonização e à dignidade humana. Ainda, a administração pública deve prever incentivos econômicos e o fomento ao reúso de água, no caminho da institucionalização da prática.

Análise sobre a Viabilidade dos Projetos de Reúso

A viabilidade financeira para projetos de reúso de água para aplicação industrial, seja ele por meio de sistemas *in loco* ou Estação de Produção de Água de Reúso (EPAR) centralizada, ainda devem ser avaliados com cautela. Estudo realizado para o Programa de Desenvolvimento do Setor de Águas - Interáguas⁵¹ analisou sete casos brasileiros para a implementação de EPARs e confirmou a potencial viabilidade para quatro projetos. Em que, o maior desafio são os custos mais altos quando o reúso é comparado com outras formas de produção de água.

Todavia, diversas iniciativas nacionais e internacionais⁵² advocam que a análise puramente financeira não é suficiente para

conferir os ganhos da transição para a ampliação do consumo circular da água pelo reúso. Deve-se reconhecer que:

- A água é um recurso natural finito, sob múltiplas pressões e com uma necessidade urgente para uma ação em escala.
- O valor da água como recurso natural e bem econômico⁵³ não é apropriadamente reconhecido, levando a preços inadequados de acesso e serviços de abastecimento de água e, conseqüentemente, ao consumo excessivo.
- Conhecer o valor econômico da água promove a eficiência e boas práticas e facilita a canalização de investimentos, sendo necessário contabilizar os custos financeiros e sociais da poluição, desperdícios e ausência de gestão adequada e os benefícios das dimensões econômica, social, ecológica e cultural.
- Componente associado aos riscos de escassez hídrica devem ser incorporados às análises de viabilidade de projetos de reúso.
- O consumo adequado da água converte os riscos financeiros em resiliência, problemas sociais em bem-estar e ecossistemas degradados em ambientes sustentáveis. Esta é uma ação que está alinhada às agendas globais de *Environmental and Social Governance* (ESG), como o 6º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecido pelas Nações Unidas.



O 6º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas estabelece que as nações e demais agentes devem unir esforços para **“assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”**. Dentre os objetivos específicos relacionados ao ODS 6, destacam-se os seguintes relacionados ao reúso:

- **6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;**
- **6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.**

⁵¹ Min. Cidades; IICA; Banco Mundial, 2018.

⁵² Objetivos do Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, Painel de Alto Nível para a Água, UM-Water, “From Waste to Resource” do Banco Mundial, World Water Forum, World Water Week, entre outras.

⁵³ Política Nacional de Recursos Hídricos reconhece a água como é “um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”.

São apresentados a seguir considerações adicionais sobre as iniciativas voltadas ao reconhecimento do valor da água e sua importância para a sociedade, aspectos que podem ser acatados em uma avaliação de custo-benefício econômico para um projeto de reuso e um apanhado de valores financeiros de referência.

A Figura 3 ilustra elementos que diferenciam a abordagem tradicional para a análise de viabilidade financeira e os componentes usualmente contemplados em uma análise custo-benefício para implementação de projetos de reuso.

A abordagem custo-benefício contempla a mensuração do valor econômico da água, mensurando em termos monetários os benefícios do reuso para dimensões que não possuem valor de mercado, como, por exemplo, segurança hídrica e melhoria no bem-estar.

Conforme já apresentado anteriormente (Hierarquização de Usos), diversos são os fatores levados em consideração quanto a aptidão de um projeto de Água para reuso (ApR). Quando abordado o viés econômico-financeiro não é diferente, aspectos como localização, forma de transporte da ApR e qualidade da água são muito importantes. Além desses,

na avaliação de viabilidade econômica de uma EPAR devem ser levantados os valores de investimentos em capitais (CAPEX), as despesas operacionais e de manutenção (OPEX), além da comparação entre o potencial custo para produzir uma ApR de determinada qualidade e a forma de recuperação dos investimentos realizados. Usualmente no Brasil, em EPARs, essa recuperação é amortizada através da tarifa cobrada aos usuários de água.

A tabela 1 apresenta o resumo do levantamento realizado sobre os aspectos econômicos de diversos arranjos propostos para EPARs no país.

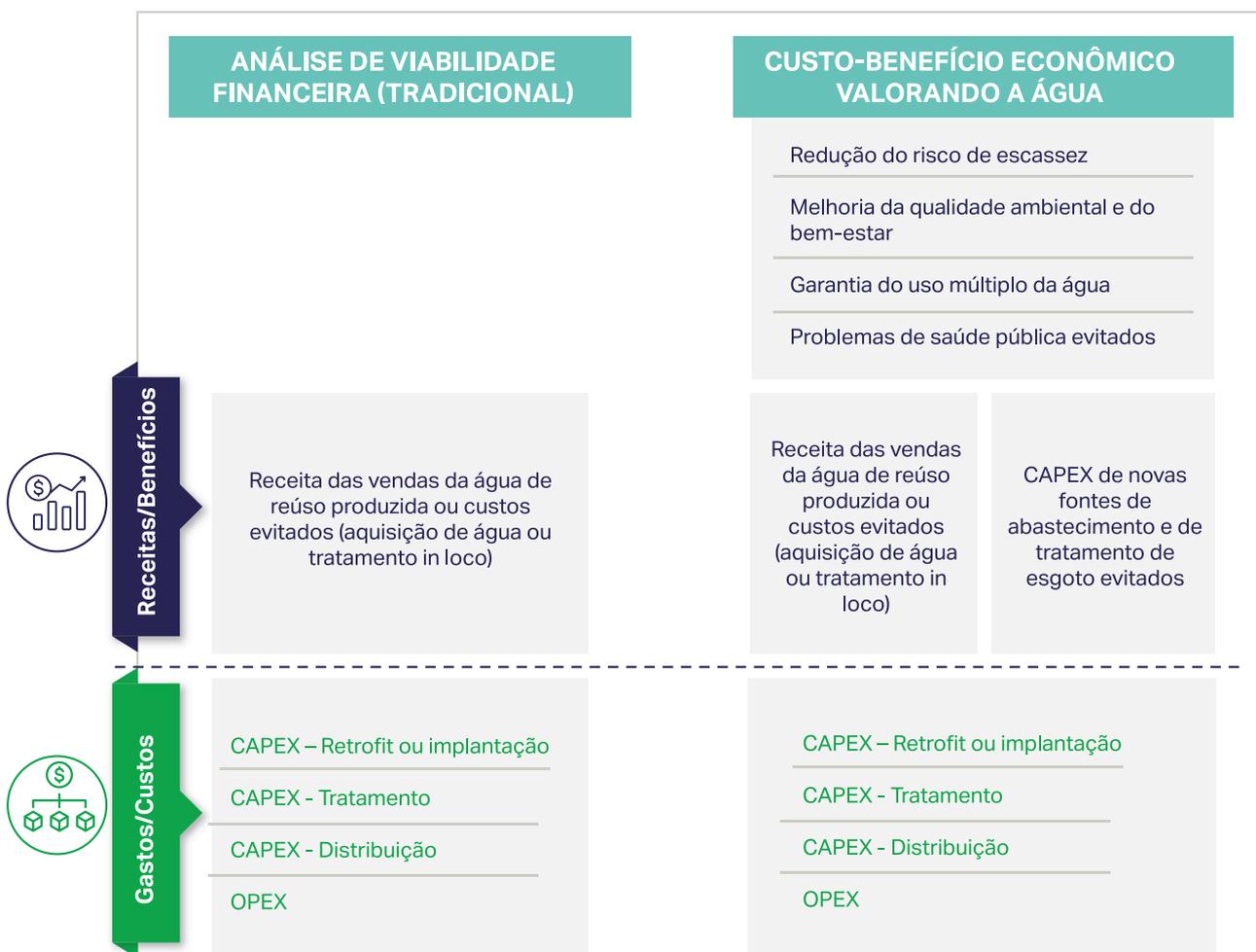


Figura 3 - Componentes da análise viabilidade para projetos de reuso centralizado (EPAR), Elaboração: Arcadis, 2022

TABELA 1 - RESUMO DOS VALORES REFERENTES A CAPEX, OPEX, CUSTOS E TARIFAS PARA ALGUNS ARRANJOS DE EPARS (DIVERSAS FONTES). ELABORAÇÃO: ARCADIS, 2022

Estudo e casos	Modalidade de reúso	Vazão média (L/s)	CAPEX (mi R\$)	OPEX (mi R\$/ano)	Custo (R\$/m³)	Tarifa de recuperação (R\$/m³)
Modelagem A, 2022 ¹	Reúso industrial	200-300	172,3 - 298,9	14,37	6,70 - 7,52	7,52 - 10,93
Modelagem B, 2022 ¹	Reúso industrial	400-500	261,1 - 390,6	47,34	6,70 - 7,64	6,46 - 8,23
Modelo CNI, 2017 Estado de SP ²	Reúso industrial	50	15,22 - 19,01	1,43 - 1,50	2,97 - 3,49	*
Modelo CNI, 2017 Estado de SP ²	Reúso industrial	100	21,62 - 26,23	2,87 - 3,08	2,44 - 2,79	*
Modelo CNI, 2017 Estado de SP ²	Reúso industrial	200	33,66 - 41,69	5,36 - 5,49	2,07 - 2,33	*
Modelo CNI, 2017 Estado de SP ²	Reúso industrial	500	58,57 - 69,29	13,65 - 14,35	1,77 - 1,96	*
COMPESA, 2018 Caruaru, PE ³	Reúso industrial	68	5,5	0,5	0,4	0,68 - 0,96
SANASA, 2018 - Campinas, SP ³	Reúso industrial e urbano	49	27,9	0,8	1,5	3,13 - 4,86
SANASA, 2018 - Campinas, SP ³	Reúso potável (osmose reversa)	360	465,5	26,4	4,7	6,29 - 10,10
SANASA, 2018 - Campinas, SP ³	Reúso potável (carvão ativado)	360	383,7	12,6	3,1	5,21 - 8,33
CAESB, 2018 Brasília, DF ³	Reúso agrícola	42	6,7	0,3	0,9	1,22 - 1,75

Notas: Valores deflacionados para o ano de 2022 por meio do Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA (IBGE, 2022). Fonte: CNI (2017), MDR (2018) e base de dados própria. * O estudo não abrange tarifas para recuperação de investimentos nos projetos orçados. 1. Modelagem econômico-financeira preparada pela Arcadis. A faixa de variação dos valores é atrelada a diferentes tecnologias propostas no estudo e seus respectivos custos (sistemas de água, lodos ativados e sistemas por membranas). 2. Estudo da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) que propõe a adaptação, ou otimização, de ETEs em EPARs levando em consideração a demanda industrial no estado de São Paulo. 3. Proposta de Plano de ações para instituir o reúso de água no Brasil, encomendada pelo Ministério das Cidades. Aborda casos já em operação no país.

É necessário ressaltar que a comparação direta entre os casos apresentados na tabela anterior não é aplicável por diversos fatores. Como, por exemplo, os estudos de casos propositivos em contraste com projetos concretos em operação, os distintos arranjos de vazões, as tecnologias empregadas nos processos de tratamento de cada EPAR e até mesmo a questão de adaptações de ETEs já existentes ou não.

Evidencia-se que a modalidade de reúso de água é fator fundamental na avaliação econômica dos projetos. ApR com finalidades potáveis apresentam os maiores

investimentos em tecnologias, bem como altos valores para operar, motivando um custo final alto para o usuário. Em contrapartida, as exigências menos restritivas para ApR de cunho agrícola resultam em custos comparativamente mais baixos.

Quanto a ApR da categoria industrial, esta apresentou uma grande variação no custo final de produção. Provavelmente tal fator seja reflexo das diferenças de cada projeto, sem desprezar também a localização geográfica de cada EPAR. Porém, entre os estudos que compararam projetos de mesmas caracte-

rísticas de composição com diferentes vazões evidenciou-se que, apesar da necessidade de maiores investimentos em CAPEX e OPEX, projetos com maiores vazões tendem a baratear o custo para produção da água e, por consequência, ser disponibilizada a menores valores para os consumidores.

Para efeitos de comparação, serão apresentadas outras modalidades de consumo de água para fins industriais. A Tabela 2, por exemplo, aponta os valores praticados por algumas concessionárias de distribuição de água em todo país.

TABELA 2 - TARIFAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL PARA O SETOR INDUSTRIAL PRATICADAS POR ALGUMAS CONCESSIONÁRIAS DO PAÍS.

Companhia	Estado	Faixas de cobrança (m ³)	Tarifa de distribuição (R\$/m ³)
SANEPAR	PR	Menos de 5	81,45 (R\$/mês)
		6 a 10	2,09
		11 a 15	10
		16 a 20	10,15
		21 a 30	10,18
		Mais de 30	10,22
CAESB	DF	Menos de 4	6,26
		5 a 7	7,82
		8 a 10	10,09
		11 a 40	12,51
		Mais de 40	14,77
SABESP	SP	Menos de 10	65,70 (R\$/mês)
		11 a 20	12,78
		21 a 50	24,5
		Mais de 50	25,52
CAGECE	CE	Menos de 15	10,69
		16 a 50	12,69
		Mais de 50	19,72
COPASA	MG	Menos de 5	3,95
		6 a 10	5,92
		11 a 20	7,97
		21 a 40	10,04
		41 a 200	12,16
		Mais de 200	14,31

Fonte: SANEPAR (2022), CAESB (2022), SABESP (2022), CAGECE (2022) e COPASA (2022). Elaboração: Arcadis, 2022.

Paralelamente aos dois métodos já abordados, no Brasil as indústrias podem recorrer também ao abastecimento por meio de outorgas. Sendo essas outorgas regidas e controladas por órgãos estaduais, que estipulam as taxas que devem ser recolhidas e o volume de consumo permitido para cada caso.

Habitualmente o que se pratica no país são baixíssimas taxas cobradas pelos órgãos responsáveis, como mostra o exemplo exposto na Tabela 2. Por exemplo, no estado do Paraná, qualquer indústria que necessite de mais de 1.296 m³/mês de água deverá arcar com o valor de R\$ 716,30 para adquirir ou renovar uma

outorga que lhe garanta acesso a esse bem não renovável. Soma-se a essa taxa os custos particulares que a empresa deverá despende com obras de adaptação, compra de materiais (bomba(s) de recalque, adutoras e outros materiais da construção civil), além das análises prévias e de acompanhamento da qualidade da água.

FIGURA 4 - OUTORGAS (ÓRGÃOS ESTADUAIS) X COBRANÇA POR USO DA ÁGUA (COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS).



Fonte: IAT (2022) e ANA (2022).

Porém, outra forma de cobrança por uso de água vem sendo implementada em várias regiões do país e, conseqüentemente, deverá substituir o sistema de outorgas. Com intuito de atribuir valores mais bem fundamentados de cobrança por uso dos recursos hídricos da União, algumas Bacias Hidrográficas (BHs) já implementaram mecanismos e valores para os usuários locais. Também na Figura 4 encontram-se os valores atualmente praticados na Bacia Hidrográfica Paraíba do Sul. Esse modelo é estruturado a partir de estudos individuais para cada BH, onde os comitês consultam diretamente os usuários afetados, além de outros atores chaves. Levando em consideração as particularidades de cada região e as suas necessidades, são então propostas as faixas de valores que serão cobradas de cada consumidor-pagador.

ANEXO III – DEBATE GERAL DAS EXTERNALIDADES E CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ODS

Debate Geral sobre externalidades

De acordo com Oliveira e Ferreira (2021), toda vez que uma rela-

ção entre dois ou mais agentes afeta alguém que não faz parte dessa troca, diz-se que existe uma **externalidade**. Essas externalidades podem ser **negativas**, quando a relação prejudica um terceiro, ou **positivas**, quando um terceiro é beneficiado por uma relação da qual ele não faz parte. Trata-se basicamente de “efeitos colaterais” para terceiros, como consequência de uma tomada de decisão, para a qual este terceiro, não foi levado em consideração.

No contexto do “mercado” da água/saneamento, a externalidade negativa está diretamente relacionada à poluição da água por agentes geradores de efluentes lançados em corpos hídricos, degradando a sua qualidade e gerando consequências negativas para os seus diversos usos pretendidos.

Embora o termo mais adequado para a prestação do serviço relacionado à distribuição de água não seja “mercado”, este será usar no presente texto, de forma a facilitar o entendimento econômico, considerando o modelo de negócio em desenvolvimento para o mercado de ApR no Brasil. Dessa forma, a eficiência dos mecanismos de mercado para

alocar recursos depende de uma série de características, embora não existam mercados que atendam a todas essas hipóteses (Oliveira e Ferreira, 2021):

- **Direitos de propriedade completos:** O mercado seria eficiente caso todos os envolvidos (pessoas e empresas) tivessem a certeza sobre quem possui e quem pode usar os recursos daquele mercado. Ainda, se os recursos são negociados livremente, o direito de propriedade é considerado completo.
- **Inexistência de externalidades:** A relação entre dois agentes não poderia influenciar o bem-estar de um terceiro, nem positivamente e nem negativamente, para que o mercado seja eficiente.
- **Inexistência de custos de transação:** Pressupõe que não haja custos de transação entre os que pretendem comprar ou vender determinado produto. Neste caso, os agentes envolvidos devem realizar a transação sem grande investimento de tempo ou de recurso.
- **Informação perfeita:** Para que não haja custo de tran-

sação, seria suposto que todos os agentes envolvidos tivessem plena informação sobre o produto que está sendo negociado.

- **Inexistência de barreiras à entrada:** A oferta do produto por qualquer agente envolvido não pode ser impedida.
- **Inexistência de poder de mercado por parte dos agentes, tornando-os incapazes de influenciar os preços:** Todos os envolvidos (provedores e consumidores) devem ser tomadores de preço do mercado. Ou seja, não pode haver poder de mercado.

Neste sentido, destaque será dado às externalidades, considerando-se que esta tem fator decisivo no mercado do reúso de água, na medida em que a ApR é referenciada como o produto principal deste mercado. Assim, há que se desenvolver

um entendimento mais amplo sobre o equilíbrio entre as externalidades positivas e negativas que envolvem o mercado o reúso de água.

Naturalmente, é de se entender que o reúso de água pode ser considerado como uma externalidade positiva, na medida em que a prática beneficia não só os agentes envolvidos, como também terceiros que serão diretamente beneficiados com a minimização dos impactos da seca e da poluição dos corpos hídricos, com o desenvolvimento socioeconômico regional e com a solução de conflitos pelo uso da água. No entanto, os usuários de jusante, que contam com a vazão de lançamento de esgotos tratados, acabam por serem prejudicados pela menor vazão do corpo hídrico decorrente do não lançamento dos efluentes, além da vulnerabilidade a alterações de cobranças pelo uso da água, em

função de um novo mercado que passa a ter diferentes fontes de água como produto; neste caso, as tarifas podem ser alteradas de forma a subsidiar o mercado do reúso. Claro que do ponto de vista social, não há dúvida em relação aos benefícios gerais. É neste contexto, que embora este mercado não possa ser considerado ideal, ele se figura como eficiente. Segundo Oliveira e Ferreira (2021), um determinado mercado é tido como mais eficiente, quanto mais próximo de um mercado ideal ele se encontra. Assim, é possível que mesmo sem se darem conta, agentes externos sejam beneficiados por externalidades positivas decorrentes da decisão de terceiros. A Figura 1 representa este entendimento. É por isso, que o reúso de água deve levar em consideração todos os benefícios gerais socioeconômicos e ambientais e não somente o valor monetário da ação.

FIGURA 1. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO QUE ENVOLVE AS EXTERNALIDADES RELACIONADAS AO REÚSO DE ÁGUA



Destaca-se que o oposto do Princípio do Poluidor-Pagador, conhecido como Princípio do Preservador-Recebedor, deve ser enfatizado neste contexto, em detrimento do primeiro, que se destaca nas legislações nacionais e internacionais, pela ênfase histórica no aspecto punitivo das políticas ambientais.

Diante dos baixos índices de coleta e tratamento de esgotos no Brasil e da necessidade absoluta de universalização do acesso aos sistemas de esgotamento sanitário no país, conforme indicado pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei 14.026/2020 (Brasil, 2020), vislumbra-se o reúso de água como um driver não somente para se alcançar esta premissa, como para produzir ApR para os diversos usos, em novas ETEs já estruturadas para este fim. Como exemplo, tome a ETE San Roco, em Milão (Itália), que com o objetivo de fornecimento de ApR para irrigação agrícola foi implantada próximo às áreas agricultáveis da região, de modo a favorecer o mercado do reúso de água, para o alcance de todos os benefícios esperados pela institucionalização da prática.

Contextualização dos ODS

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela ONU em 2015 são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

É neste contexto, que se destaca o reúso de água envolvido indiretamente com todos os 17 ODS, embora sua relação direta

seja com o ODS 6 (água e saneamento para todos), em especial as suas metas 6.3 e 6.4:

- A meta 6.3 indica que se deve melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.
- A meta 6.4 indica que se deve aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

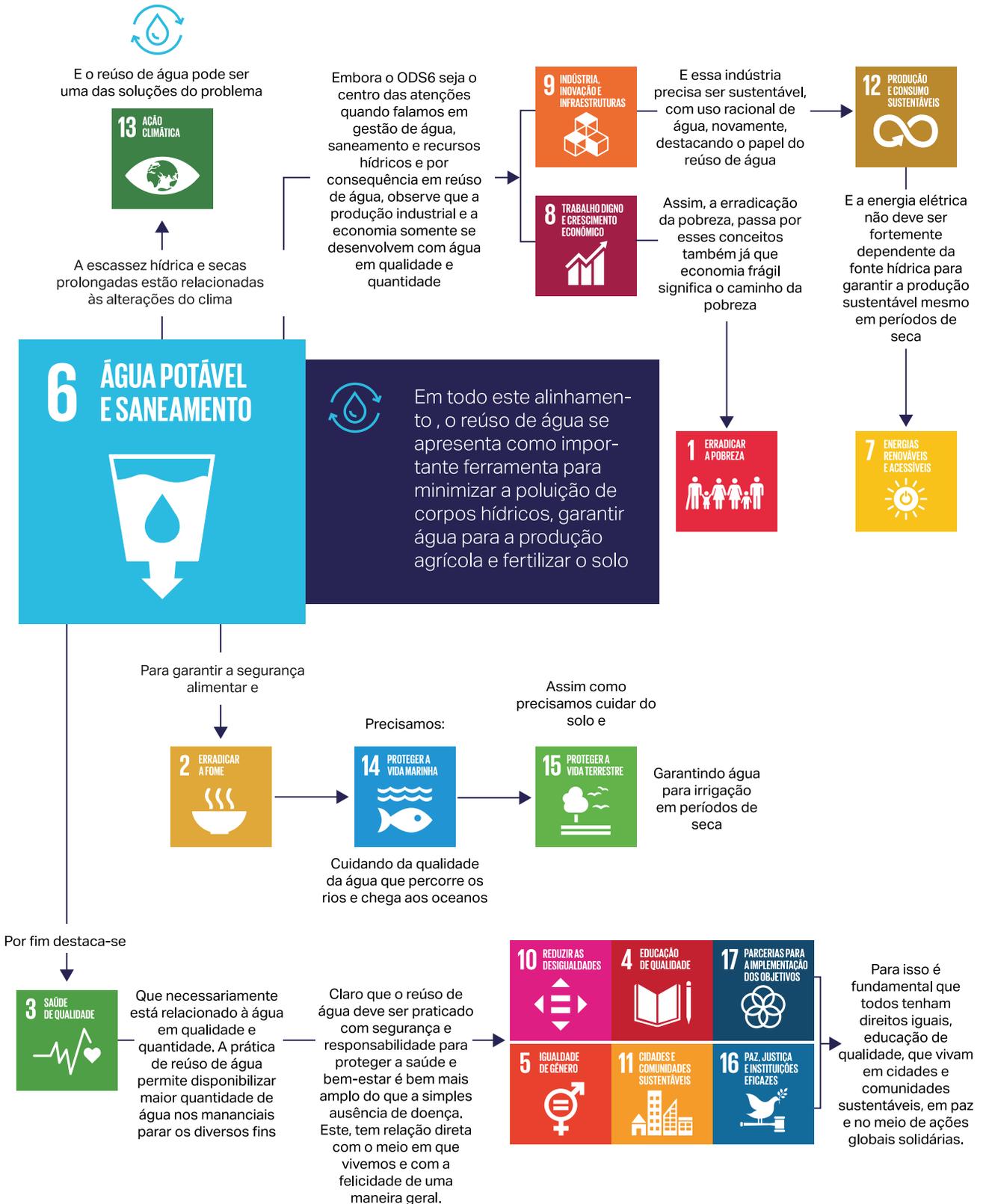
Na Figura 2, observam-se 4 linhas de entendimento da relação aos ODS com o reúso de água, a partir do ODS 6:

- Na linha verde, o reúso de água se apresenta como uma das principais soluções para a escassez hídrica e as secas prolongadas, acentuadas pelas alterações climáticas (ODS 13).
- Na linha azul, destaca-se a produção industrial (ODS 9) e a economia (ODS 8), que bem estruturadas e com água em qualidade e quantidade, garantindo produção sustentável (ODS 12), com uso de energias renováveis e acessíveis (ODS 7), contribuem para a erradicação da pobreza (ODS 1).

- Na linha roxa, que tem como premissa a erradicação da fome (ODS 2), o reúso de água se apresenta como uma importante ferramenta para minimização da poluição de corpos hídricos, protegendo a vida marinha (ODS 14) e a vida terrestre (ODS 15), garantindo água para a produção agrícola em períodos de seca e fertilização do solo.
- Por fim, a linha laranja envolve a saúde de qualidade (ODS 3), que necessariamente está relacionada à água em quantidade e qualidade, com o reúso de água permitindo maior disponibilidade de água para os diversos fins. Ainda neste contexto, destaca-se que o conceito de saúde e bem-estar tem relação direta com o meio em que vivemos e com a felicidade de maneira geral. Assim, é fundamental que tenhamos direitos iguais (ODS 5 e 10) e educação de qualidade (ODS 4), vivendo em cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), em paz (ODS 16) e no meio de ações solidárias globais (ODS 17).

Esta contextualização se alinha diretamente com as premissas da World Water Week, conferência líder sobre questões globais de água, que ocorre a cada dois anos em Stocolmo, na Suécia. A World Water Week é destinada ao debate e exploração de novas formas de gerenciar a água e enfrentar os maiores desafios da humanidade: da segurança alimentar e saúde à agricultura, tecnologia, biodiversidade e clima.

FIGURA 2. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO ENVOLVIMENTO DIRETO E INDIRETO DO REÚSO DE ÁGUA COM 17 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.



Fonte: RdA, 2022.

Referências Bibliográficas dos Anexos

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). Atlas esgotos: atualização da base de dados de estações de tratamento de esgotos no Brasil. Brasília, DF: ANA, 2020a.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2020b.

Angelakis, A. N, Asano, T., Bahri, A., Jimenez, B. E., Tchobanoglous G. Water Reuse: From ancient to modern times and the future. *Frontiers Environmental Science*, v.6, n. 26, 2018.

Araujo, B. M.; Santos, A. S. P.; Souza, F. P. Comparativo econômico entre o custo estimado do reúso de efluentes de ETE para fins industriais não potáveis e o valor da água potável para a região Sudeste do Brasil. *Perspectivas Online*, v. 17, p. 51-61, 2017.

Brasil. Lei nº 14.026, 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984/2020, nº 10.768/2003, nº 11.107/2005, nº 11.445/2007, nº 12.305/2010, nº 13.089/2015, nº 13.5029/2017. *Diário Oficial da União*, Brasília, 15 de julho de 2020.

Chernicharo, C. A.; Ribeiro, T. B.; Pegorini, E. S.; Possetti, G. R. C.; Miki, M. K.; Souza, S. N. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário - Parte 1: Tópicos de Interesse. *Revista DAE*, v. 66, p. 5-16, 2018.

Lahnsteiner, J.; Van Rensburg, P.; Esterhuizen, J. Direct potable reuse – a feasible water management option. *Water reuse and desalination*, v. 8, n. 1, 2018.

Lima, M. A.; Santos, A. S. P.; Avelar, P.; Silva Junior, L. C. S.; Araujo, B. M.; Gonçalves, R. F.; Vieira, J. M. P. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 04 – Futuro e desafios. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 9, n.2, p. 55–70, 2021a.

Lima, M. A. M.; Araujo, B. M.; Soares, S. R. A.; Santos, A. S. P.; Vieira, J. M. P. Water reuse potential for irrigation in Brazilian hydrographic regions. *Water Science and Technology-Water Supply*, 21 (6): 2779-2810, 2021b.

Lima, M. A. M.; Santos, A. S. P.; Vieira, J. P. V. Irrigação com água de reúso no Brasil: Aplicação do modelo semiquantitativo de avaliação de risco microbiológico para saúde humana. *Revista Gesta*, v. 9, n. 2, p. 71-86, 2021c.

Lima, M. A. M.; Santos, A. S. P.; Rebelo, A.; Lima, M. M.; Vieira, J. M. P. Water reuse in Brazilian rice farming: Application of semiquantitative microbiological risk assessment. *Water Cycle*, v. 3, p. 56-64, 2022.

Marin, P.; Tal, S.; Yeres, J.; Klas, R. Water Management Israel. Key Innovations and Lessons Learned for Water-Scarce Countries. World Bank Group. Washington, DC. 2017.

Melo, M. C.; Santos, A. S. P.; Santos, N. A. P.; Araujo, B. M.; Oliveira, J. R. S.; Campos, A. R. Evaluation of potential use of domestic treated effluents or irrigation in areas subject to conflicts over water use in Paracatu River Basin. *Caminhos da Geografia (UFU. Online)*, v. 21, p. 52-63, 2020.

Moraes, D. L.; Santos, A. S. P.; Bila, D. M.; Silva Jr., L. C. S.; Araujo, B. M. Análise comparativa de parâmetros hidráulicos para dimensionamento de tecnologias em Estações de Tratamento de Esgoto. *Revista Internacional de Ciências*, v. 10, p. 22-41, 2020.

Mukherjee, M.; Jensen, O. A comparative analysis of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia. *Safety Science*, v. 121, p. 5-14, 2020.

Oliveira, G.; Ferreira, A. V. *Nem negacionismo nem apocalipse – economia do meio ambiente: uma perspectiva brasileira*. 1ª Edição, São Paulo. BEI Editora, 2021.

Rebelo, A., Quadrado, M., Franco, A., Lacasta, N., Machado, P. Water reuse in Portugal: New legislation trends to support the definition of water quality standards based on risk characterization. *Water Cycle*, 1, 41-53, 2020.

RdA – Reúso de Água. Mapa esquemático do percentual de reúso de água em diferentes regiões do mundo. Disponível em: <<https://reusodeagua.org/producao-de-dados/>>. Acesso em: abr. de 2022.

Santos, A. S. P.; Gonçalves, R. F.; Melo, M. C.; Lima, M. A. M.; Araujo, B. M. Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil. *Sustinere: Revista de Saúde e Educação*, v. 8, n. 2, p. 437-482, 2020.

Santos, A. S. P.; Vieira, J. M. P. Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 8, p. 50-68, 2020.

Santos, A. S., Pachawo, V., Melo, M., Vieira, J. M. Progress on legal and practical aspects on water reuse with emphasis on drinking water – an overview. *Water Supply*, 22(3): 3000-3014, 2022.

Silva Júnior, L. C. S.; Lima, M. A. M.; Avelar, P. A.; Santos, A. S. P.; Soares, S. R. A.; Gonçalves, R. F.; Vieira, J. M. P. Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 03 – Metodologia de potencialidade (demandas e ofertas) e análise espacial. *Revista Gesta*, v. 9, n. 2, p. 36-54, 2021.

Soares, S. R. A.; Santos, A. S. P. Priorização da água de reuso em bacias hidrográficas com base no planejamento de recursos hídricos: proposta metodológica e exemplos das bacias do rio Grande e do Piancó-Piranhas-Açu. *Revista Gesta*, v. 9, n. 2, p. 111-125, 2021.

Von Sperling, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2014

Tsagarakis, K. P., Menegaki, A. N., Siarapi, K., & Zacharopoulou, F. Safety alerts reduce willingness to visit parks irrigated with recycled water. *Journal of Risk Research*, 16(2), 133–144, 2013.

Water Europe. *A water smart society for a successful post COVID19 recovery plan*. Bruxelas: WE, 2020. Disponível em: <https://watereurope.eu/wp-content/uploads/2020/04/A-Water-Smart-Society-for-a-post-covid19-recovery-plan.pdf>. Acesso em: 9 dez. de 2020.

CRÉDITOS

Copyright: Conselho Empresarial Brasileiro para o
Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) 2021.

Cordenação:

Câmara Técnica de Água (CT Água)
Nina von Lachmann, CEBDS
André Melo, CEBDS
Renata Nishio, CEBDS

Texto

Débora Scarpato, Arcadis
Prof. Ana Sílvia Pereira Santos, UERJ/Arcadis
Maria Gabriela de Oliveira, Arcadis
Durval Bacellar, Arcadis
Marina Maya Marchioretto, ERM
Berguedof Sciulli, ERM

Colaboração

Mariana Appel, Ambev
Lúcio Bianchi, BRK Ambiental
Davi Soares, Vale
Luis Armacollo, Ecolab
Luiz Carlos Xavier, Braskem

Projeto Gráfico e Diagramação:

IG+ Comunicação Integrada

Redes sociais CEBDS:

cebds.org

Facebook.com/CEBDSBR

Twitter.com/CEBDS

Youtube.com/CEBDSBR

Instagram.com/cebds_sustentavel

linkedin.com/cebds

Endereço CEBDS:

Av. Almirante Barroso, 81 – 32º andar - Centro
Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20031-004
+55 21 2483-2250 cebds@cebds.org



www.cebds.org

———— PATROCÍNIO OURO ————



———— PATROCÍNIO PRATA ————

