



REÚSO DE ÁGUAS COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTO DA SEGURANÇA HÍDRICA NO BRASIL

Water Reuse as an Alternative to Enhance Water Security in Brazil

Adriana Monteiro Souza Campos, Pós-Graduada em Meio Ambiente pela COPPE/UFRJ

adrianamscampos@gmail.com

Victor Hugo Souza de Abreu, Doutor em Engenharia Transportes pela COPPE/UFRJ e Professor do Curso de Engenharia Civil do DET/POLI/UFRJ

vhsa@poli.ufrj.br / victor@pet.coppe.ufrj.br

Resumo

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar o reúso de águas como alternativa para o aumento da segurança hídrica no Brasil. Para isso, foram levantados os principais conceitos sobre o tema, os tipos de reúso, o arcabouço legal e normatização brasileira, exemplos de iniciativas de sucesso no país e estudos a respeito da viabilidade da solução. Conclui-se que houve um aumento na quantidade de leis e normas a respeito do tema na última década, mas ainda não há uma lei nacional que defina parâmetros para o uso, além disso, foi constatada uma dificuldade em encontrar informações sobre iniciativas existentes. A prática se mostrou viável como fonte alternativa de abastecimento hídrico em diversas regiões, porém são necessários mais estudos sobre os aspectos técnicos e custos envolvidos, além de maior conscientização da população.

Palavras-chave: Reúso de Águas; Recursos Hídricos; Segurança Hídrica.

Abstract

This study aims to present water reuse as an alternative to enhance water security in Brazil. To achieve this, the main concepts related to the topic were explored, including the types of water reuse, the Brazilian legal and regulatory framework, examples of successful initiatives in the country, and studies on the feasibility of the solution. The findings indicate an increase in the number of laws and regulations on the subject over the past decade, but there is still no national law defining parameters for its use. Additionally, the difficulty in finding information about existing initiatives was observed. The practice has proven to be viable as an alternative source of water supply in various regions, however, further studies on the technical aspects and costs involved are necessary, as well as greater public awareness.

Keywords: *Water reuse; Water resources; Water security.*



1. Introdução

A segurança hídrica é um dos grandes desafios enfrentados na atualidade, especialmente em países com grandes aglomerados populacionais e condições climáticas diversas, como o Brasil (Turini *et al.*, 2023). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), segurança hídrica refere-se à capacidade de uma população em manter o acesso sustentável a quantidades adequadas de água em qualidade aceitável para a satisfação de necessidades humanas, atividades econômicas, preservação de ecossistemas e resiliência a eventos extremos, como secas e inundações (UN, 2013).

Apesar de o Brasil deter aproximadamente 12% da oferta hídrica mundial, a distribuição dos recursos hídricos é notoriamente desigual entre as regiões, especialmente em relação a densidade populacional. Enquanto a região Amazônica concentra cerca de 80% da água superficial do país (ANA, 2024), outras, como o Nordeste e grandes centros urbanos no Sudeste, enfrentam frequente escassez. Essa disparidade é agravada por altos índices de desperdício e ineficiência na gestão dos recursos, que comprometem a segurança hídrica.

De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2022), a intensificação de eventos extremos é uma tendência global associada ao aquecimento do planeta, com impactos significativos nos recursos hídricos. É possível que o Brasil enfrente eventos climáticos extremos com maior frequência, como secas prolongadas, que comprometem o abastecimento de água para consumo humano, agricultura e indústria.

Além disso, a poluição hídrica proveniente da baixa cobertura dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto representa um dos principais fatores de degradação dos recursos hídricos no Brasil. A insuficiência desses serviços compromete a qualidade da água disponível, contaminando mananciais e corpos hídricos utilizados para abastecimento, recreação e preservação ambiental (Turini *et al.*, 2022).

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), apenas 53% do esgoto gerado no país é coletado, e, desse total, apenas 45% passam por algum tipo de tratamento. Isso significa que aproximadamente 75% do esgoto coletado recebe tratamento adequado, enquanto os outros 25% são despejados diretamente no meio ambiente, sem nenhum tipo de depuração.

Essa realidade revela um cenário preocupante, sobretudo nas regiões metropolitanas e em áreas periféricas de grandes cidades, onde a pressão sobre os recursos hídricos é ainda maior (Turini *et al.*, 2024). A ausência de saneamento básico adequado contribui para a disseminação de doenças de veiculação hídrica, além de comprometer o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e dificultar a implementação de alternativas sustentáveis, como o reúso da água.

Neste contexto, é essencial que se adotem fontes alternativas de abastecimento para garantir os usos múltiplos da água. O reúso de águas se apresenta como uma opção para mitigar esses desafios, aumentando a disponibilidade hídrica e reduzindo a quantidade de efluentes lançados nos corpos hídricos. As águas residuais podem ser utilizadas para diversas finalidades, após tratamento adequado, como irrigação, processos industriais e recarga de aquíferos.

O reúso de águas se relaciona aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU, especialmente ao ODS-6, que visa "assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos" (UN, 2015). Esse objetivo destaca a necessidade de ações para garantir o acesso universal a recursos hídricos de qualidade, a eficiência no uso dos recursos hídricos e a promoção de soluções inovadoras visando a sustentabilidade no uso dos recursos naturais e proteção dos ecossistemas aquáticos.

Este artigo tem como objetivo apresentar o reúso de águas como fonte alternativa de abastecimento no Brasil, visando o aumento da segurança hídrica, discutindo sua viabilidade,



benefícios e desafios. São apresentados também exemplos de caso e uma análise da legislação vigente no Brasil a respeito do tema.

2. Procedimentos Metodológicos

O trabalho buscou avaliar a viabilidade de implementação do reúso de águas como fonte de abastecimento alternativa no Brasil, aumentando a segurança hídrica. Primeiramente buscou-se introduzir os conceitos básicos associados ao tema de diversas referências bibliográficas, para melhor entendimento da prática.

Foram levantados exemplos em território nacional de implementação do reúso, através de materiais já publicados e sites oficiais das iniciativas. Também foi feito um levantamento das legislações e normativas sobre o tema no Brasil, através de sites oficiais de governos. Foram consultados também diversos materiais produzidos por agências nacionais, com enfoque nos recursos hídricos e saneamento. O trabalho visa discutir o reúso no Brasil, por isso foram avaliadas publicações e iniciativas nacionais. Foram então analisadas as informações levantadas, a fim de delimitar a viabilidade técnica e econômica da solução, seus impactos da Segurança Hídrica e os desafios para sua implementação.

3. Aplicações e Resultados

Esta seção tem como objetivo apresentar um apanhado geral sobre os conceitos relacionados ao reúso de águas, bem como destacar sua importância para o Brasil.

3.1. Conceitos relacionados ao Reúso de Águas

De acordo com Brega Filho e Mancuso (2003), reúso de água pode ser definido como o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. A qualidade da água deve obrigatoriamente ser adequada ao uso almejado, visando a segurança sanitária e ambiental. Internacionalmente, são utilizados os termos “água reciclada” (*recycled water*) e “água recuperada” (*reclaimed water*) para se referir às águas de reúso. Para se referir as instalações produtoras, é empregado o termo “Estação Produtora de Água de Reúso (EPAR)”. Em geral, são Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), que podem apresentar diferentes processos para remoção de poluentes presentes no esgoto.

O reúso pode ocorrer de forma direta, sendo a água conduzida de forma planejada ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos (CNRH, 2005). Já o reúso indireto ocorre quando a água já utilizada é descarregada na superfície de um corpo hídrico ou em águas subterrâneas e utilizada novamente em sua forma diluída. Pode ainda ser interno, quando o efluente tratado é utilizado dentro das próprias instalações onde ele foi produzido, ou externo, quando é encaminhado para reúso em ambientes externos àquele onde foi produzido. A água de reúso pode ser empregada para diferentes atividades, sendo os mais comuns apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Tipologias de água de reúso e suas aplicações.

Tipologia	Aplicação
Reúso agrícola	Irrigação de diferentes tipos de cultura. São exigidos diferentes graus de qualidade, em geral relacionados aos seguintes aspectos: i) consumo cru ou após algum tipo de processamento; ii) desenvolvimento rente ou distante do solo; iii) consumo humano ou não; iv) apresentam contato direto com a água de irrigação ou não;



Tipologia	Aplicação
Reúso ambiental	Aplicação em situações visando 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 urbano	Aplicação da água de reúso em ambientes urbanos para usos como lavagem de pátios, estacionamentos, logradouros públicos e similares; irrigação paisagística de canteiros, praças e parques; lavagem de veículos comuns e especiais como trens, metrô, aviões, ônibus e caminhões de lixo; desobstrução de galerias de águas pluviais e/ou tubulações de esgotos sanitários; construção civil, como cura de concreto, maquinário que utiliza água, umectação de solo, abaixamento de poeira; combate a incêndio; descarga de bacia sanitária em sistemas descentralizados.
Reúso industrial	Aplicação da água de reúso em ambientes industriais: 1) aplicação no parque industrial como água de processo e/ou em equipamentos como caldeiras e torres de resfriamento; 2) aplicação do tipo urbana, porém em ambiente industrial.
Reúso em piscicultura ou aquicultura	Aproveitamento na criação de espécies aquáticas (aquicultura) ou especificamente de peixes (piscicultura), geralmente destinadas ao consumo humano.
Reúso potável	Reúso de água para fins de abastecimento humano, podendo ser dividido em reúso potável direto, reúso potável indireto e reúso potável indireto não planejado.
Reúso potável direto	A água de reúso é inserida diretamente no sistema de abastecimento de água, sem amortecimento ambiental (como diluição em águas subterrâneas ou águas superficiais), e misturada à água captada do manancial para tratamento na Estação de Tratamento de Água (ETA) ou à água potável no sistema de distribuição.
Reúso potável indireto	A água de reúso é diluída no manancial de captação, de forma planejada, para aumento da vazão e posterior tratamento e distribuição.
Reúso potável indireto não planejado	Quando a água residuária (bruta ou tratada) é lançada indiscriminadamente, sem planejamento, no corpo d'água, a montante de uma captação para abastecimento de água.

Fonte: Adaptado de Santos et al (2021).

3.2. Reúso de Águas no Brasil

A iniciativa de sucesso mais difundida no Brasil é o Aquapolo, localizado em São Paulo, sendo o maior empreendimento para a produção de água de reúso industrial na América do Sul. Fruto de parceria entre a BRK Ambiental e a SABESP para abastecer o Polo Petroquímico da Região do ABC Paulista. Lá, o efluente gerado na ETE ABC passa por um reator biológico de membranas de ultrafiltração e osmose inversa. Na Região Metropolitana de São Paulo, há também outras três ETEs que produzem de água de reúso: ETE Barueri, ETE Jesus Neto, ETE Parque Novo Mundo (KUBLER *et al.*, 2015).

Ainda no estado de São Paulo, a EPAR CAPIVARI II está localizada em Campinas e é administrada pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA). Após o tratamento por membranas, a água de reúso é armazenada em um reservatório enterrado, sendo distribuída por caminhões tanque e utilizada pela própria SANASA e pela prefeitura Municipal de Campinas para fins urbanos. O excedente verte para o curso d'água. Foi utilizada nas obras de ampliação do Aeroporto de Campinas em atividades de construção civil como compactação do solo, terraplenagem e drenagem do imóvel. Também é utilizada pelo Corpo de Bombeiros de Campinas para atender ocorrências de incêndio do município.

Um exemplo de iniciativa bem-sucedida na região nordeste é Projeto Água Viva, inaugurado em dezembro de 2013 no Polo Petroquímico de Camaçari, na Bahia. Fruto de uma parceria entre a Braskem e a Cetrel, a iniciativa fornece de água para 60% das empresas do complexo baiano por meio do tratamento de efluentes industriais e pluviais. A água de reúso representa uma economia anual da ordem de R\$ 2,4 milhões para as empresas atendidas pelo projeto Água Viva (BRASKEM, 2012). O programa rendeu ao Centro de Inovação e Tecnologia Ambiental,



localizado na Cetrel, o primeiro lugar do Prêmio FINEP 2013 na categoria Inovação Sustentável da Região Nordeste.

Com base nas informações obtidas junto às concessionárias que atuavam no município do Rio de Janeiro em 2018 por Obraczka *et al.* (2019), infere-se que das 26 ETEs que se encontravam em operação no município do Rio de Janeiro, somente três geravam águas para reúso. As ETE Penha e Alegria possuíam uma etapa de polimento seguida de desinfecção por cloro, não dispoendo de reservatórios. As águas regeneradas eram empregadas em usos menos nobres e não potáveis. A COMLURB fazia aproveitamento de uma pequena parcela das águas produzidas na ETE Penha para lavagem de ruas, feiras e afins.

Já na ETE Deodoro, a água de reúso é proveniente de projeto piloto com capacidade para 240m³/dia e reservação de 40m³ que funciona desde 2015, composto por filtração por pressão em membrana simples, seguida de cloração. É utilizada empresa para destinações não potáveis e menos nobres, como na desobstrução de redes, lavagem de equipamentos, execução de redes por métodos não destrutivos e na diminuição do material particulado, através da umectação em locais de obras para assentamento de redes (Pieroni, 2016).

Existem diversos projetos descentralizados no país, que carecem de registro formal, tornando difícil seu mapeamento. Alguns exemplos de iniciativas são banheiros de shoppings com água de reúso, seja de efluente ou chuvas, para as descargas. Sabe-se desse tipo de projeto no Shopping Leblon, Village Mall e no Shopping Continental em São Paulo. Alguns condomínios e empresas também utilizam água de chuvas ou reúso para irrigação de jardins e limpeza de áreas externas.

Também são conhecidas algumas experiências para reúso agrícola, especialmente em regiões que sofrem com escassez hídrica. O Instituto Nacional do Semiárido (INSA) possui projetos visando a implementação da prática de reúso na região. Mayer *et al.* (2021) propuseram e testaram um sistema de tratamento de esgoto e de reúso agrícola descentralizado aplicado em área rural, que aumentou a disponibilidade de água na propriedade e reduziu gastos com adubação mineral e compra de água.

3.3. Legislação Brasileira sobre Reúso de Águas

O reúso de águas teve suas primeiras diretrizes regulatórias no Brasil através da NBR 13.969/1997, norma regulatória e não mandatária, que apesar de não ser específica sobre reúso trata sobre o tema, trazendo exemplos de aplicações e parâmetros mínimos sugeridos. Inicialmente, o assunto é tratado em alguns normativas, porém sem apresentar padrões de qualidade para a prática. A partir de 2010, começam a surgir leis estaduais e municipais que apresentam padrões e critérios para diferentes modalidades de reúso.

Atualmente, os estados que possuem algum tipo de normativa a respeito do tema são: São Paulo, Bahia, Espírito Santo, Ceará, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Paraná e o Distrito Federal. O Rio de Janeiro ainda não possui legislação específica, determinando usos e padrões para a prática, apesar de torná-la obrigatória em postos de combustíveis, lava-rápidos, transportadoras e empresas para lavagem de veículos. A nível federal, ainda não existe legislação que defina padrões de qualidade de água de reúso.

A Resolução CNRH n° 54/2005 enumera tipos de reúso possíveis, sem determinar parâmetros de qualidade de água associados a esses tipos de reúso. A Resolução CONAMA n° 430/2011, em seu Artigo 27°, estabelece que as fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos devem, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização de seus efluentes.



Em 2023 a Lei nº 11.445 (Lei de Saneamento Básico), foi alterada para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas. Em 2024, a norma de referência Nº 9/2024 da ANA, que dispõe sobre indicadores operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, passa a incluir o reúso como opção para destinação final do esgoto sanitário, juntamente como o lançamento de forma adequada no meio ambiente. O Quadro 2 apresenta uma linha do tempo das normativas e legislações sobre o reúso de águas no Brasil.

Quadro 2: Linha do tempo das normativas e legislações sobre o reúso de águas no Brasil.

Ano	Normativa/Legislação
1997	NBR 13.969/1997: Estabelece diretrizes para o reúso de águas em regime local e apresenta exigências em relação ao sistema de reservação e distribuição
2002	Lei Municipal SP 13.276/2002: Torna obrigatória a execução de reservatórios para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m ² . Foi revogada pela Lei nº 16.402/2016.
2005	Resolução CNRH 54/2005: Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável da água.
2009	Lei Municipal Niterói/RJ 2630/2009: Disciplina os procedimentos relativos ao armazenamento de águas pluviais para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública.
2010	Resolução CNRH 121/2010: Estabelece diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável da água na modalidade agrícola e florestal definida na CNRH 54/2005.
	Lei Estadual da Bahia CONERH 75/2010: Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal.
2011	CONAMA 430/2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.
	Lei Municipal Niterói/RJ 2.856/2011: Estende as obrigações da Lei 2.630 de 2009, instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas.
	Lei Estadual do Rio de Janeiro Nº 6.034/2011: Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-rápidos, transportadoras e empresas de no Estado do Rio de Janeiro, a instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
2013	Lei Estadual de São Paulo CRH 156/2013: Estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável proveniente de ETES de sistemas públicos para fins urbanos.
2014	Lei Municipal de Campinas/SP SVDS/SMS 2014: Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso não potável da água das ETES de Sistemas Públicos do município.
2015	Lei Municipal de São Paulo/SP Nº 16.174/2015: Estabelece regimento e medidas para o reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do fluente final tratamento de esgoto, recuperação de água de chuva, drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático.
2016	Lei Estadual do Espírito Santo 10.487/2016: Dispõe sobre a prática do reúso de efluentes das ETES para fins Industriais.
2017	Lei Estadual de São Paulo SES/SMA/SSRH Nº 01/2017: Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas.
	Resolução Lei Estadual do Ceará COEMA Nº 02/2017: Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.
2018	Programa Interáguas - Projeto Reúso: Define critérios, diretrizes e padrões não mandatórios para diferentes tipos de reúso em nível nacional.
2019	NBR 16.783: Estabelece procedimentos e requisitos para caracterização, dimensionamento, uso, operação e manutenção de sistemas de fontes alternativas de água não potável em edificações com uso residencial, comercial, institucional, de serviços e de lazer.
2020	Atualização da Lei estadual de São Paulo SES/SIMA Nº 01/2020: Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá



Ano	Normativa/Legislação
	providências correlatas.
	Lei Estadual de Minas Gerais CERH-MG Nº 65/2020: 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.
	Lei Estadual do Rio Grande do Sul CONSEMA Nº 419/2020: Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul.
2022	Lei do Distrito Federal ADASA Nº 005/2022: Estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações no Distrito Federal.
	Lei Estadual do Mato Grosso do Sul CERH/MS Nº 72/2022: 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.
2023	Lei Estadual do Paraná CERH Nº 122/2023: Estabelece diretrizes e critérios gerais para reúso de água no Estado do Paraná.
	Lei Federal Nº 14.546/2023: Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico), para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas.
2024	Resolução ANA Nº 211/2024: Aprova a Norma de Referência nº 9/2024, que dispõe sobre indicadores operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Fonte: Elaboração Própria (2025).

4. Análises dos Resultados ou Discussões

Esta seção tem como objetivo destacar os aspectos técnicos e econômicos relacionados à viabilidade do reúso de água, com ênfase na segurança hídrica, além de abordar as limitações e os desafios associados ao tema.

4.1. Viabilidade Técnica e Econômica

Para que o reúso de águas seja estabelecido de forma segura, compatível com as demandas qualitativas e economicamente viável, é necessária a articulação de diversos setores, passando pelos tomadores de decisão, produtores e consumidores dos sistemas e sociedade civil. Os sistemas centralizados, por exemplo, empregando água de reúso gerada por ETEs se apresentam como alternativa tecnicamente viável.

Em um estudo de caso realizado no município do Rio de Janeiro por Obraczka *et al.* (2019), foi feito um inventário de potenciais produtores e consumidores, bem como levantamento de vazões e verificação dos parâmetros de qualidade dessa água. Concluiu-se que o reúso é mais viável para fins urbanos e industriais menos nobres e não potáveis, devido a maior demanda, elevado preço da água potável convencional, maior proximidade entre fontes geradoras e consumidoras e ainda pela qualidade inferior requerida, implicando em menores investimentos necessários para o polimento do efluente tratado.

O trabalho de Araújo *et al.* (2017) fez um comparativo entre o custo estimado do reúso do efluente de ETE para fins industriais não potáveis e o valor da água potável para a região sudeste do Brasil, supondo transporte por caminhão pipa. Nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro o reúso de efluente de ETE tratado a nível secundário e desinfetado na própria estação se mostrou economicamente viável para usos menos nobres, em pátios industriais, quando a distância do gerador ao consumidor é de até 100 e 110 km, respectivamente. Já para os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, essa distância para as mesmas condições é quase a metade, devido ao menor porte dos municípios.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é a segunda mais populosa do Brasil, com uma alta diversidade de atividades econômicas, e abastece municípios de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, sendo esse último o mais dependente do sistema. A bacia vem passando por



estresse hídrico desde 2014 e o reúso se apresenta como opção para mitigar o problema. Santos *et al.* (2018), avaliou a capacidade de reúso de efluentes de ETEs nesta bacia, concluindo que, se implantada uma etapa de desinfecção nas estações de tratamento secundário, o reúso poderia suprir 10% da demanda hídrica para a irrigação na região da bacia. Assim, seria mantida nos mananciais água suficiente para abastecer aproximadamente 20 milhões de habitantes.

Apesar da alta viabilidade em regiões metropolitanas, que contam com ETEs, nem todas as regiões se mostram propícias para o desenvolvimento da prática. Em São Domingos, município da região semiárida da Bahia, Schaer-Barbosa *et al.* (2014) conduziram uma série de entrevistas para avaliar a viabilidade de implantação do reúso agrícola. Apesar de os atores pesquisados acreditarem que seria benéfico para sociedade e meio ambiente, constatou-se a baixa viabilidade por não ser competitivo com outras práticas, podendo incorrer em novos riscos e assim demandar outra forma de gerir os recursos hídricos e o saneamento. Para o sucesso da implementação, deve haver integração a outras tecnologias apropriadas para o semiárido, que associem gestão de recursos hídricos, saneamento e produção agrícola.

Um fator decisivo para a viabilidade técnica e econômica é a qualidade do efluente tratado gerado nas ETEs, já que para aumento da qualidade se faz necessário a implementação de melhoria, aumentando os custos de produção. Moraes e Santos (2019) analisaram os requerimentos de qualidade do efluente gerado por ETEs em diversos estados do Brasil, comparando com padrões estaduais de reúso. Foi observada uma falta de uniformização nos padrões de lançamento, com alguns estados adotando posturas muito restritivas e que dificultam o cumprimento da legislação, e outros pouco restritivos. Portanto, a instalação de sistemas produtores de água de reúso pode ter custos muito diversos, dependendo do nível de tratamento já praticado nas ETEs. Em alguns casos, a implantação da melhoria não será economicamente viável.

4.2. Impactos na Segurança Hídrica

A oferta hídrica é um dos fatores preponderantes para o desenvolvimento econômico, sendo a adoção de fontes alternativas essencial para garantir os usos múltiplos da água, bem como para o crescimento econômico sustentável (CNI, 2017). A gestão de recursos hídricos deve levar em consideração a possibilidade de integrar diferentes fontes alternativas de água, incluindo as convencionais e as não convencionais, que, de forma integrada, podem compor o portfólio de fontes hídricas de uma região (LIMA *et al.*, 2021).

O Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH (ANA, 2019) apresenta um Índice de Segurança Hídrica (ISH) que considera as quatro dimensões do conceito de segurança hídrica (humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência), agregadas para compor um índice global para o Brasil, representativo da diversidade do território nacional. O ISH foi calculado para os anos de 2017 e 2035, com o cenário de 2035 apontando áreas com menor segurança hídrica na região Nordeste e áreas com maior segurança hídrica onde existe uma combinação entre disponibilidade hídrica natural mais elevada e pequena pressão de demandas.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (2022) tem como um de seus objetivos estratégicos o incentivo e promoção do uso eficiente e sustentável da água, por meio do desenvolvimento de tecnologias de reúso e medidas para a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. Entre suas macrodiretrizes está considerar novas tecnologias como a dessalinização e utilização de membranas para reúso como alternativas para ampliar a segurança hídrica. Também é previsto: Elaborar revisão da normatização das modalidades de reúso direto não potável da água; Revisar Resolução 54/2005 que estabelece modalidades e diretrizes gerais para a prática de reúso direto não potável de água e dá outras providências; Revisar Resolução 121/2010 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto



não potável de água na modalidade agrícola e florestal definida na Resolução CNRH 54, de 28 de novembro de 2005.

O reúso de água é um instrumento fundamental previsto nas políticas nacionais de recursos hídricos, desempenhando um papel estratégico na gestão sustentável desses recursos. Ele pode se consolidar como uma importante fonte alternativa de abastecimento, contribuindo significativamente para o aumento da segurança hídrica, especialmente em regiões onde o ISH é baixo. Além de reduzir a pressão sobre as fontes tradicionais de captação, o reúso promove uma maior resiliência frente aos impactos das mudanças climáticas e ao crescimento populacional, que intensificam a demanda por água. Essa prática, quando integrada a estratégias de planejamento hídrico, também pode incentivar o desenvolvimento tecnológico e a adoção de soluções inovadoras, contribuindo para a mitigação de crises de escassez e para a sustentabilidade do uso da água em longo prazo.

4.3. Limitações e Desafios

Os desafios para a institucionalização do reúso de águas no Brasil se iniciam na esfera de gestão e planejamento. Tipicamente, a demanda de água é adereçada na “gestão de recursos hídricos”, enquanto o tratamento de esgoto, fonte geradora de água de reúso, é adereçado na “gestão de saneamento”. A nova lei do saneamento no Brasil (Lei 14.026/2020) prevê a integração entre ambas (BRASIL, 2020), caminhando na direção do conceito da água como sendo uma só (one water).

Os baixos índices de cobertura dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos sanitários também se colocam como um empecilho a prática. Locais com grandes concentrações populacionais se apresentam como candidatos para a implementação de reúso como fonte alternativa de abastecimento, porém se a cobertura dos serviços de saneamento for baixa, o reaproveitamento se torna impraticável. A baixa qualidade do efluente gerado pelas ETEs existentes também é um desafio, já que é necessária uma qualidade de água compatível com os usos pretendidos. A adequação do tratamento pode ter custos muito elevados, a depender do nível de melhoria a ser feito, tornando-se inviável financeiramente.

A falta de transparência por parte das operadoras de saneamento e a dificuldade da obtenção de dados de qualidade do efluente e práticas adotadas também é um empecilho enfrentado. Um estudo desenvolvido por Silva Junior *et al.* (2019) levantou as ETEs na região Sudeste do Brasil que produzem água de reúso, concluindo que das 1287 estações existentes, somente 16 apresentam projetos institucionalizados de reúso e apenas 10 disponibilizam dados quantitativos a respeito da sua produção. Das companhias atuantes na região Sudeste, apenas SABESP e o Grupo Águas apresentaram os dados das ETEs de maneira clara e de fácil acesso à população.

A ausência de uma regulamentação federal sobre reúso de água, que estabeleça padrões para os diferentes fins também é um fator que gera insegurança. Soma-se a isso a falta de consistência entre as legislações locais. Para que a prática seja regulada de forma segura para a saúde humana e do meio ambiente, faz-se necessário o estabelecimento de tipologias e padrões claros e definidos, buscando mitigar os riscos epidemiológicos.

A percepção do reúso e dos recursos hídricos pela população também pode ser considerada um desafio para sua ampla implementação. Devido ao fato de o Brasil ser o país detentor da maior quantidade de água (13%) no mundo, tem-se uma percepção de abundância hídrica, apesar de essa estar concentrada em algumas regiões de menor demanda, que gera dificuldades para o uso racional da água. A água de reúso pode ser vista como menos segura por parte da população, sendo importante a implementação de campanhas para melhor entendimento da prática e conscientização a seu respeito.



Existem ainda poucos estudos técnico-científicos consolidados sobre a viabilidade de implantação de projetos de reúso de água no Brasil. A escassez de dados e análises mais robustas limita a compreensão dos reais benefícios, desafios e custos associados a esse tipo de iniciativa, especialmente em contextos urbanos complexos. Para avançar nesse campo, é essencial promover uma integração efetiva entre instituições de ensino e pesquisa, como universidades e centros tecnológicos, e os órgãos responsáveis pela formulação e implementação de políticas públicas.

Essa colaboração pode potencializar a produção de conhecimento aplicado, gerar diretrizes mais precisas e subsidiar decisões estratégicas baseadas em evidências. Além disso, considerando a grande heterogeneidade socioeconômica, climática e geográfica do país, é fundamental que os estudos levem em conta as especificidades regionais. A viabilidade de projetos de reúso de água deve ser analisada de forma descentralizada, respeitando as particularidades locais em termos de disponibilidade hídrica, demanda, infraestrutura existente e capacidade institucional.

5. Considerações Finais

O presente trabalho permitiu a análise das legislações e normativas no território nacional a respeito do reúso de águas. Muitas leis estaduais, e até mesmo nacionais, que tratam do assunto foram criadas na última década, mostrando um crescente interesse na prática. Apesar disso, ainda não existe uma lei no âmbito federal que defina padrões de qualidade necessários para as tipologias previstas, e as legislações de esferas sub-federais apresentam bastante variação nos padrões.

Foi possível analisar algumas iniciativas de sucesso, que podem ser replicadas em regiões com características similares às originais e adaptadas para outras áreas. Conclui-se que existem boas iniciativas no território nacional, mas muitas carecem de registro formal, tornando inviável seu estudo.

Por meio do levantamento de diversos trabalhos que avaliaram a viabilidade do reúso de águas em diferentes regiões do Brasil, pode-se inferir que a prática é tecnicamente e financeiramente viável em diversas áreas, se apresentando como uma boa opção para aumento da disponibilidade e segurança hídrica. Apesar disso, nem todas as localidades apresentam viabilidade, devido à baixa cobertura e eficiência dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, além de longas distâncias entre as ETEs e potenciais consumidores dessa água. A percepção da população também se apresenta como desafio para popularização da prática, que pode ser vista como insegura. Companhas visando difundir e explicar a prática podem ajudar a melhorar essa percepção.

Recomenda-se que sejam feitos mais estudos, em diferentes regiões, para avaliação do real potencial do reúso, passando por aspectos técnicos e financeiros. Além disso, faz-se necessária a articulação das instituições de ensino e pesquisa junto aos órgãos elaboradores de políticas públicas.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 1997.



ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, 2019.

ADASA. Agência reguladora de águas, energia e saneamento básico do Distrito Federal. Resolução nº 005, de 09 de maio de 2022.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, DF: ANA, 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília, DF: ANA, 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: ANA, 2022.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual 2023. Brasília: ANA, 2024. 118 p., il. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/101813. Acesso em: 20 dez. 2024.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Resolução ANA Nº 211, de 19 de setembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 14.546, de 4 de abril de 2023.

BRASKEM. Braskem e Cetrel inauguram sistema de reúso e reciclo de água na Bahia. 2012. Acesso em 22 de dez. de 2024. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/detalhe-noticia/Braskem-e-Cetrel-inauguram-sistema-de-reuso-e-reciclo-de-agua-na-Bahia>.

BREGA FILHO, Darcy e MANCUSO, Pedro Caetano Sanches. Conceito de reúso de água. Reúso de água. Barueri: Manole, 2003.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS. Deliberação normativa CERH-MG nº 65, de 18 de junho de 2020.

CERH-MS. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO DO SUL. Resolução CERH/MS nº 72, de 15 de agosto de 2022.

CERH-PR. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ. Resolução CERH nº 122, de 19 de junho de 2023.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução no. 54, de 28 de novembro de 2005.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução no. 121, de 16 de dezembro de 2010.

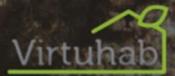
COEMA. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CEARÁ). Resolução COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.

CONSEMA. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (RIO GRANDE DO SUL). Resolução CONSEMA nº 419, de 13 de fevereiro de 2020.

CRH. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (SÃO PAULO). Deliberação CRH nº 156, de 11 de dez. de 2013.

CONERH. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (BAHIA). Resolução nº 75, de 29 de julho de 2010.



DE ARAÚJO, Bruna Magalhães; SANTOS, Ana Silvia Pereira; DE SOUZA, Frank Pavan. Comparativo econômico entre o custo estimado do reúso do efluente de ETE para fins industriais não potáveis e o valor da água potável para a região sudeste do Brasil. *Exatas & Engenharias*, v. 7, n. 17, 24 mar. 2017. doi: 10.25242/885X71720171091.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 10.487, de 12 de janeiro de 2016.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 20 dez. 2024.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 7. ed. Editora ABES, Rio de Janeiro, 2014.

KUBLER, H.; FORTIN, A.; MOLLETA, L. Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2015.

MAYER, M.C.; MEDEIROS, S. de S.; BATISTA, M.M.; BARBOSA, R.A.; LAMBAIS, G. R.; DOS SANTOS, S. L.; VAN HAANDEL, A. Tratamento de esgoto na zona rural visando ao reúso agrícola no semiárido brasileiro. *Revista DAE*, v. 69, n. 229, p. 104-114, 2021. doi: 10.36659/dae.2021.023.

MDR. Ministério do Desenvolvimento Regional. 3º Boletim de Monitoramento. Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). Brasília, 2022.

MUNICÍPIO DE CAMPINAS. Resolução conjunta SVDS/SMS nº 09, de 31 de julho de 2014.

MUNICÍPIO DE NITERÓI. Lei Municipal nº 2630, de 07 de janeiro de 2009.

MUNICÍPIO DE NITERÓI. Lei Municipal nº 2856, de 25 de julho de 2011.

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Lei Municipal nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002.

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Lei nº 16.174, de 22 de abril de 2015.

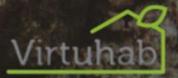
PIERONI, Marcela Fernandes. *Avaliação da Viabilidade de Implantação de Unidades de Reúso em Estações de Tratamento de Esgoto: Estudo de Caso para a Zona Oeste do Rio de Janeiro*. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro.

OBRACZKA, M.; SILVA, D. do R.; CAMPOS, A. de S.; MURICY, B. Reuso de efluentes de tratamento secundário como alternativa de fonte de abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v. 14, n. 3, p. 291-309, 2019. DOI: 10.20985/1980-5160.2019.v14n3.1392.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual n.º 6034, de 08 de setembro de 2011.

SANTOS, A. S. P.; LIMA, M. A. de M.; RAMOS, L. T. de A.; PEREIRA, C. B.; SOARES, S. R. A.; MELO, M. C. de. Capacidade de reúso de efluentes de estações de tratamento de esgoto na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul. *Semioses (Rio de Janeiro)*, v. 12, p. 16-33, 2018. doi: 10.15202/1981996x.2018v12n3p16.

SANTOS, A. S. P.; LIMA, M. A. de M.; SILVA JUNIOR, L. C. S. da; AVELAR, P. da.; DE 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 Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021. doi: 10.9771/gesta.v9i2.43709.



SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SMA/SSRH nº 1, de 28 de junho de 2017.

SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SIMA nº 01, de 13 de fevereiro de 2020.

SCHAER-BARBOSA, Martha; DOS SANTOS, Maria Elisabete Pereira; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 2, p. 17–32, 2014. doi: 10.1590/S1414-753X2014000200003.

SILVA JUNIOR, L. C. S. da; DE ARAUJO, B. M.; SANTOS, A. S.; OBRACZKA, M.; BOTTREL, S. E. C. Panorama do reúso de efluentes nas estações de tratamento de esgoto da região Sudeste. In: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio Grande do Norte, Brasil, 2019.

TURINI, Larissa Rodrigues *et al.* Uma revisão com análise bibliométrica dos desafios governança e sustentabilidade em bacias hidrográficas. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 13, n. 11, p. 279-290, 2022.

TURINI, Larissa Rodrigues *et al.* Análise da performance do sistema de abastecimento de água nos municípios do Mato Grosso: comparação prestação do serviço público versus privado. *URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 15, p. e20220192, 2023. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20220192>

TURINI, Larissa Rodrigues *et al.* Uma Revisão Bibliográfica Da Aplicação Das Ferramentas De Planejamento Estratégico Em Saneamento Básico. *Geoambiente On-line*, n. 50, 2024.

UN. UNITED NATIONS. What is water security? Infographic. New York: UN, 8 May 2013. Disponível em: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/unwater_poster_Oct2013.pdf. Acesso em: 20 dez. 2024.

UN. UNITED NATIONS. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. [New York]: UN, 2015. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 20 dez. 2024.