

Overview sobre a estrutura legal e administrativa do reúso no Brasil

Overview about the legal and administrative framework for reuse in Brazil

• **Data de entrada:**
23/12/2020

• **Data de aprovação:**
29/08/2022

Giulliana Karine Gabriel Cunha^{1*} | Sansara Félix Pereira¹ | Amanda Sousa Araujo¹ |
Silvânia Lucas dos Santos¹ | Juliana Delgado Tinoco¹

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2023.046>


ORCID ID

Cunha GKG  <https://orcid.org/0000-0001-7438-3233>

Pereira SF  <https://orcid.org/0000-0002-4521-7823>

Araujo AS  <https://orcid.org/0000-0002-8982-9661>

Santos SL  <https://orcid.org/0000-0002-6905-3966>

Tinoco JD  <https://orcid.org/0000-0001-9517-2320>

Resumo

A crescente demanda de consumo de água gera estresse sobre os recursos hídricos disponíveis, sendo necessária a busca por soluções que auxiliem no equilíbrio entre a oferta e demanda de água. Assim, uma das principais possibilidades para mitigar a escassez hídrica e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos é a recuperação e reutilização de águas residuárias. No Brasil, apesar de haver várias aplicações de reúso, ainda há condições consideradas limitantes para o avanço dessas práticas. Nesse contexto, esta revisão identifica o arcabouço legal, a aceitação social e os incentivos econômicos como os principais obstáculos relacionados ao reúso de efluentes tratados no Brasil e apresenta as possíveis soluções para contornar esses fatores. Por fim, são apresentadas perspectivas e recomendações que visam à expansão dos sistemas de reúso no país.

Palavras-chave: Esgoto. Legislação. Custos. Aceitação pública.

Abstract

The growing demand for water consumption creates stress on the available water resources, and the search of solutions that balance water supply and demand is necessary. Thus, one of the main possibilities for water scarcity mitigation and to promote sustainable water resources management is the recovery and reuse of wastewater. In Brazil, although there are several reuse applications, there are still limiting conditions for the advancement of these practices. In this context, this review identifies the legal framework, social acceptance and economic incentives as the main obstacles related to the reuse of treated effluents in Brazil and presents the possible solutions to circumvent these factors. Ultimately, perspectives and recommendations aiming to increase reuse systems in the country are presented.

Keywords: Sewer. Legislation. Costs. Public acceptance.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil.

* **Autora correspondente:** giullianakarine12@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

O elevado crescimento populacional associado à urbanização acelerada e ao desenvolvimento econômico gera altas demandas de consumo de água (SANCHEZ et al., 2020; UMAPATHI, CHONG e SHARMA, 2013). Esses fatores, atrelados ao estresse hídrico em conjunto com as mudanças climáticas, têm se tornado uma preocupação global (Hanjra et al., 2012), sendo um desafio equilibrar a gestão sustentável dos recursos hídricos e o crescimento econômico em ascensão (WANG e WANG, 2020). Dessa forma, intensifica-se a busca por fontes alternativas de água, como o uso de águas pluviais e o reúso de água (ANTUNES, THIVES e GHISI, 2016; PURNELL et al., 2020; REVITT, ERIKSSON e DONNER, 2011).

As previsões indicam que, até o ano de 2050, é possível que a população mundial seja de 9 bilhões de pessoas (OECD, 2012), aumentando, assim, as demandas e conseqüentemente o consumo per capita de água (SANCHEZ et al., 2020). Para esse período, o consumo global de água pode ter um aumento em até 55%, considerando que esse valor representa uma relação média para diferentes categorias de uso. Estima-se que para este mesmo ano o setor industrial aumente seu consumo de água em até 400%, agravando ainda mais a situação. (FAO, 2015; OECD, 2012). Portanto, com uma demanda elevada de consumo, os sistemas de reúso podem ser considerados uma fonte alternativa de água, principalmente para os setores industrial e agrícola.

Apesar do conhecimento das vantagens relacionadas ao reúso de águas, ainda há dificuldades para a expansão da sua prática no Brasil, originando lacunas para os estudos e pesquisas nessa área. Uma das dificuldades sobre a utilização de águas de reúso é a aceitação por parte da população, que em sua maioria detém o entendimento errôneo de que águas provenientes de reúso são impróprias para qualquer tipo de aplicação. Essa rejeição é derivada, sobretudo, da carência de informação sobre as

tecnologias de tratamento de esgoto e as possíveis práticas do reúso, bem como da falta de confiança nos prestadores de serviço de saneamento (MUKHERJEE e JENSEN, 2020; ORMEROD e SCOTT, 2013). Em casos bem-sucedidos de ampliação da aceitação pública, as autoridades têm trabalhado de maneira preventiva, adotando transparência nas ações, monitoramento intensivo e consultas públicas, verificando que atuar de forma corretiva a uma reação negativa do público minimiza a confiança da população (MUKHERJEE e JENSEN, 2020).

A falta de confiabilidade no reúso de águas também está relacionada a casos em que a mídia coloca em dúvida a confiança dos prestadores de serviços responsáveis pelo tratamento, principalmente quando relacionados aos potenciais riscos à saúde humana na prática do reúso que devem ser considerados (PURNELL et al., 2020). O risco à população está associado principalmente aos microorganismos patogênicos e às doenças de veiculação hídrica, representados geralmente pelos indicadores fecais. Por isso, a aplicação dos sistemas de reúso deve ser realizada de forma planejada e segura, tendo por base as regulamentações estabelecidas de monitoramento, uma vez que se recomenda a ocorrência de ações de reúso de forma consciente, para que a sua prática ofereça o menor risco possível.

No Brasil, a temática de reúso se identifica ainda como uma novidade; apenas recentemente teve destaque, em nível federal, na Lei 14.026/2020. Antes desse período a discussão era incipiente, principalmente quando comparada a outros países como a Califórnia, onde as questões e os debates se encontram avançados. Além disso, o Brasil não possui recurso financeiro específico destinado à prática de reúso, caracterizando mais um empecilho para o desenvolvimento das ações de reúso de águas em território nacional. Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar algumas limitações relativas à aplicação do reúso de águas no Brasil e determinar as possíveis soluções para viabilizar e estimular a sua prática.

2 LIMITAÇÕES NA APLICAÇÃO DO REÚSO DE ÁGUAS NO BRASIL

2.1 Legislação

Existe uma série de fatores que tornam a aplicação do reúso incipiente no Brasil (FARIA et al., 2016), especialmente pela histórica carência de políticas públicas que priorizem o reúso de águas como um instrumento de gestão de recursos hídricos. A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, não contemplava ações de reúso; apenas em 2020 com a Lei 14.026, que institui o novo marco legal do saneamento, a temática teve destaque. Antes disso havia apenas orientações para o reúso, que não ganharam relevância no país, dificultando a difusão e aplicação segura de ações de reúso no Brasil ao longo desses anos.

No país, ainda não há normalização específica destinada ao reúso, o que se tem praticado é a adoção de padrões internacionais, orientações técnicas produzidas por instituições privadas e diretrizes que tentam viabilizar as ações de reúso de água. No entanto, essas práticas não tornam o reúso obrigatório. Além disso, ainda são limitadas as regulamentações que definem padrões para os parâmetros de qualidade da água proveniente de reúso. Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Rio Grande do Sul e Bahia são os únicos que possuem regulamentação para o reúso de água com padrões definidos. A Tabela 1 apresenta alguns documentos vigentes, de cunho regulamentar, sobre as condutas de reúso de água no Brasil.

Tabela 1 - Documentos regulamentadores da prática de reúso de água no Brasil.

Documento regulador	Esfera	Resumo	Classificação
Resolução CNRH Nº 54/2005	Nacional	Estabelece critérios para a prática de reúso direto não potável. Determina o reúso de águas abrangendo as modalidades de reúso para fins urbanos, agrícolas e florestais, ambientais, industriais e aquicultura.	Diretrizes e critérios gerais
NBR 13.969/1997	Nacional	Norma que trata de tanques sépticos. Considera o aproveitamento de efluentes tratados como uma opção de destinação final. Trata especificamente de reúso local do efluente do tratamento tipicamente doméstico.	Padrões de qualidade para lançamento de efluente tratado nas águas superficiais
Resolução CONAMA Nº 503/2021	Nacional	Estabelece critérios e procedimentos para a prática de reúso, em sistemas de fertirrigação, de efluentes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias.	Padrões para estabilização de efluentes industriais
Resolução CNRH Nº 121/2010	Nacional	Define diretrizes e critérios para o reúso direto não potável de água para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.	Diretrizes e critérios gerais
Produto VI do Programa Interáguas/2017	Nacional	Apresenta um plano de ações para implantar uma política de uso de efluente sanitário tratado no Brasil, com metas de curto, médio e longo prazos, além de propor cenários em esfera nacional, integrados às políticas, leis e programas de saneamento e recursos hídricos.	Relatório técnico
	46 ± 1,0	108 ± 7,5	nd
Decreto Nº 47.403/2020	Estadual - Rio de Janeiro	Dispõe sobre a política de reúso de água para fins não potáveis no estado do Rio de Janeiro.	Diretrizes gerais
Norma Técnica			
CETESB P4.002	Estadual - São Paulo	Estabelece critérios e procedimentos de efluentes e lodos fluidos de indústrias cítricas para aplicação no solo agrícola.	Padrões para a estabilização de efluentes e lodos fluidos industriais
Lei Nº 9.439/2010	Estadual - Espírito Santo	Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos para tratamento e reúso da água utilizada na lavagem de veículos.	Obrigatoriedade de lei
Resolução CONERH Nº 75/2010	Estadual - Bahia	Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável da água na modalidade agrícola e/ou florestal.	Parâmetros recomendados para o reúso agrícola e/ou florestal

continua...

Tabela 1 - Continuação...

Documento regulador	Esfera	Resumo	Classificação
Lei N° 7.424/2016	Estadual - Rio de Janeiro	Fica obrigada 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 nas quais o capital do estado do Rio de Janeiro tenha participação, bem como pelas demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente.	Obrigatoriedade de lei
Lei N° 16.033/2016	Estadual - Ceará	Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no estado do Ceará, abrangendo as modalidades para fins urbanos, agrícolas, ambientais, industriais e aquicultura. Sendo o reúso dependente da caracterização do efluente a ser tratado, identificação da atividade que admite o reúso e a identificação da qualidade do efluente requerido para cada atividade descrita. Ainda, a atividade de reúso de água não potável está condicionada a outorga.	Diretrizes e critérios gerais
Resolução CONSEMA N°419/2020	Municipal - Porto Alegre	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.	Padrões de qualidade para a água de reúso para fins urbanos, agrícolas e florestais
Resolução conjunta SES/SMA/SSRH N°1/2017	Estadual - São Paulo	A Resolução conjunta disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de estações de tratamento de esgoto sanitário e estabelece parâmetros.	Padrões de qualidade para a água de reúso de acordo com a restrição do uso
Deliberação Normativa n° 65/2020	Estadual - Minas Gerais	Regulamenta o reúso direto de água não potável proveniente de estações de tratamento de esgotos de sistemas públicos e privados.	Padrões de qualidade para águas de reúso de acordo com a modalidade de uso
Lei N° 2.856/2011	Municipal - Niterói	Edificações ficam obrigadas a incentivar o reúso da água por meio da reciclagem dos constituintes dos efluentes das águas cinzas servidas das edificações, com o objetivo de induzir a conservação do uso racional da água, para que a gestão dos recursos hídricos possa propiciar o uso múltiplo das águas. Estabelece parâmetros de qualidade de águas cinzas.	Padrões de qualidade para águas cinzas tratadas
Lei N° 4.593/2013	Municipal - Caicó	Recomenda critério de padrões de qualidade para água de reúso a ser usada nas atividades agrícolas, urbanas e de piscicultura.	Padrões de qualidade para águas de reúso de acordo com a modalidade de uso
Resolução Conjunta SVDS/SMS N°9/2014	Municipal - Campinas	Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reúso direto não potável de água, proveniente de estações de tratamento de esgoto de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas.	Diretrizes e critérios gerais
Lei N°10.840/2015	Municipal - Belo Horizonte	Dispõe sobre reúso de água em edificações públicas e privadas. As edificações prediais, residenciais, comerciais e industriais ficam obrigadas a adotar o reúso da água por meio da reciclagem dos constituintes dos efluentes das águas cinzas servidas das edificações, com o objetivo de induzir a conservação do uso racional da água, para que a gestão dos recursos hídricos possa propiciar o uso múltiplo das águas.	Padrões de qualidade para águas cinzas tratadas

A maioria das normativas, seja na esfera nacional, estadual ou municipal, dispõe sobre a obrigatoriedade e incentivo do reúso ou especifica a modalidade de reúso como proposta ao uso racional da água. Por exemplo, São Paulo foi o primeiro estado brasileiro a implementar regras para o reúso de água não potável, apenas considerando essa atividade quando o estado vivenciou uma grave crise hídrica. Algumas legislações estabelecem parâmetros, como a Resolução Conjunta do estado de São Paulo, a Resolução COEMA do Ceará e as leis municipais de Niterói, Belo Horizonte e Caicó.

Uma das limitações das legislações vigentes no país se apresenta nas diferenças entre os parâ-

metros de qualidade da água de reúso, de modo que algumas normativas são extremamente restritivas, enquanto outras são abrangentes, ou seja, os valores são discrepantes. Isso torna difícil a propagação das leis de reúso no país, principalmente quando um estado ou município deseja utilizar como base uma legislação já existente, os respectivos gestores e técnicos não conseguem aplicar de acordo com sua localidade.

Em alguns casos, a utilização dos padrões internacionais não representa a realidade onde está sendo aplicado o reúso, ou seja, podem ser rigorosos ou até mesmo abrangentes quanto aos parâmetros que estão sendo praticados em de-

terminada localidade. Em um país heterogêneo como o Brasil, é necessário considerar as características de cada região na elaboração das legislações, por isso o levantamento de dados e estudos é imprescindível para que a aplicação do reúso seja compatível com a realidade local. Em alguns casos, quando os padrões se apresentam demasiadamente restritivos, a aplicação do reúso se torna inviável economicamente, o que dificulta a expansão do reúso.

A ausência de padrões nacionais mais específicos e eficientes para o reúso de água impede o avanço de sua aplicação no Brasil. Dessa forma, é fundamental a criação de um instrumento que possa expandir a inclusão de padrões de qualidade da água eficientes nos estados e municípios, para que tenham orientações para aplicação do reúso em suas localidades, bem como na identificação dos parâmetros adequados a sua realidade local. A expansão aqui mencionada não está relacionada a quantidade de padrões, mas sim a expansão de padrões eficientes em todo território nacional.

Além disso, é primordial considerar padrões de qualidade em cada modalidade específica de reúso. Por exemplo, para o reúso agrícola, deve-se considerar parâmetros do solo, como o teor de metais pesados, já que estes são bioacumuladores, e dessa forma podem se acumular ao longo da cadeia trófica. A degradação do solo já é apontada no Brasil como uma limitação da aplicação de reúso eficiente. Essa limitação pode ser devido à falta de aspecto legal que não apresenta critérios suficientes e eficientes sobre a degradação do solo.

2.2 Aceitação Pública

Apesar das vantagens associadas à prática de reúso e a sua aplicação em diversos países e esferas, ainda existem dificuldades para o seu emprego. A falta de aceitação social e de apoio da

população são algumas dificuldades apresentadas para aplicação do reúso (HURLIMANN et al., 2008; SALGOT, 2008) e advêm do pouco conhecimento dos benefícios associados ao possível uso do efluente após o tratamento e da preocupação quanto à segurança e higiene, e da falta de confiabilidade na prestadora de serviços de saneamento (MUKHERJEE & JENSEN, 2020).

HURLIMANN et al. (2008) verificaram algumas variáveis que contribuem para a satisfação e a confiabilidade da população para utilizar águas provenientes de reúso de efluentes tratados. A comunicação com a companhia de água e esgoto, assim como a confiança nos prestadores de serviços, a qualidade do efluente tratado, o conhecimento dos riscos referentes às águas de reúso e o custo financeiro associado são aspectos que devem ser discutidos com a população para que possam entender e adquirir uma percepção positiva sobre o reúso. O debate sobre os impactos positivos e a transparência em todo o processo da aplicação do sistema de reúso são alguns pontos debatidos que têm auxiliado no aumento da aceitação social (GARCIA-CUERVA, BERGLUND e BINDER, 2016).

A falta de transparência e confiabilidade nas autoridades e prestadoras de serviços de saneamento são um ponto primordial para não aceitação do reúso. Quando a população não tem confiança na prestadora, principalmente quando a confiabilidade é colocada em questão, por exemplo, pela mídia com casos em que os padrões não estão sendo obedecidos (MUKHERJEE & JENSEN, 2020). Dessa forma, a população tende a ter uma resistência para a aplicação de reúso. Alguns estudos já apontam que a transparência das autoridades e concessionárias em conjunto com consultas a população tem ajudado a aumentar a confiabilidade, e conseqüentemente, aumentando a aceitação pública (DOLNICAR & HURLIMANN, 2010; FIELDING et al., 2019; ROSS et al., 2014). Além disso, a aplicação de ações preventivas, antes mesmo de

uma exposição de não conformidade dos padrões, tem auxiliado a aumentar a confiança da população nas prestadoras de serviços (MUKHERJEE & JENSEN, 2020); de modo geral, o que se percebe é que a falta de comprometimento das concessionárias leva à não adoção do reúso (HARRIS-LOVETT et al., 2015).

O uso de alguns termos específicos ajuda a provocar repulsa por parte da população à utilização de água de reúso. Furlong et al. (2019) verificaram que a aceitação pública é maior quando o termo “água purificada” é empregado, em vez de “efluente”. Devido ao sentimento de repulsa, a população tende a distanciar-se das águas de reúso, consequentemente apoiam a reutilização de águas para indústria, paisagismo e descarga de vasos sanitários, no entanto desconsideram para fins potáveis (RADCLIFFE, 2018). Ainda no seu estudo, Radcliffe (2018) verificou que na Austrália, em épocas de escassez hídrica, houve um aumento da aceitação pública para fins potáveis; no entanto, quando a situação foi regularizada, houve um declínio na aceitação. Nesse caso, a aceitação pública estava condicionada a casos de seca severa.

Ainda na abordagem social, vale destacar a importância do estabelecimento de políticas públicas relacionadas ao reúso de águas (CAPARRÓS-MARTÍNEZ et al., 2020), com foco na tomada de decisão colaborativa, diminuindo o foco na promoção de questões e linguagem tecnocientífica para o planejamento (MORGAN & GRANT-SMITH, 2015).

Portanto, a aceitação social deve ser considerada para que haja um aumento da implementação do reúso. Isso pode ser feito por meio da participação da população nas tomadas de decisões, da transparência em relação à conformidade dos padrões, e de ações de educação ambiental nos locais onde se implementam sistemas de reúso, com o objetivo de sensibilizar a sociedade sobre os benefícios dessa prática sustentável.

2.3 Custos e Financiamento

Embora haja conhecimento dos benefícios ambientais e econômicos agregados à utilização da água de reúso, ainda existem alguns empecilhos que identificam a sua prática no Brasil como incipiente. Assim, precisam ser extintos para a maior difusão das práticas de reúso em território nacional. Nesse caso, investimentos são imprescindíveis e a falta de incentivos econômicos em âmbito federal se constitui em um obstáculo, uma vez que o país não detém recurso financeiro exclusivo às ações de reúso de água. Essa lacuna, relacionada à viabilidade financeira, pode ser suprida mediante a consideração do reúso na composição de custos da tarifa de esgoto, bem como da cobrança adequada pelo uso dos recursos hídricos.

Com o intuito de elaborar uma solução à crescente demanda por água potável no município de Natal-RN, Da Silva (2019) analisou a viabilidade econômica de um sistema de reúso de águas residuárias tratadas aplicado à recarga artificial de aquífero, por meio de bacias de infiltração. Essa proposta foi comparada à instalação de uma adutora convencional de água, a partir de mananciais localizados em bacias vizinhas. Com base nos cálculos dos custos totais a valor presente dos dois cenários apresentados, os resultados do estudo indicaram que os custos de implantação e operação do sistema de reúso com lagoas de infiltração (R\$ 0,20/m³) são significativamente inferiores aos custos referentes à implantação de uma adutora de água (R\$ 1,06/m³), com o objetivo de atender à ampliação do abastecimento da cidade de Natal/RN. Portanto, para esse projeto em específico, o sistema de reúso com bacias de infiltração para promover o aumento da recarga de aquífero é uma alternativa viável, em aspectos econômicos e ambientais; uma vez que sua aplicação acarreta em redução de custos, além de minimizar o consumo nas reservas de água e proporcionar destino adequado

às águas residuárias tratadas, atenuando os impactos ambientais e à saúde pública.

Além dos custos utilizados nos cálculos do estudo, futuramente poderá ser considerada a cobrança pelo uso da água, que ainda não é praticada no estado do Rio Grande do Norte, aumentando assim o custo unitário da alternativa na qual são implantadas adutoras convencionais de água para atender o aumento da demanda de água potável. No entanto, alguns estados brasileiros, como Ceará e Minas Gerais, têm implantado tarifas relacionadas à captação da água bruta de acordo com o uso desejado, reconhecendo a água como um bem de valor e incentivando o seu uso racional. Dessa forma, busca-se a implementação da cobrança pelos usos dos recursos hídricos em esfera nacional, fazendo com que essa prática se torne uma ferramenta propulsora para a prática de reúso de efluentes tratados.

O Ceará é um dos estados que já estabelecem um modelo tarifário pelos usos, sujeitos a outorga, dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (CEARÁ, 2019). A cobrança é efetivada por meio do decreto nº 33.024 de 2019, cujo artigo 3º define as tarifas de acordo com o tipo de usuário de água bruta. Para a categoria industrial, apresentada no inciso II deste artigo, tem-se que o valor da tarifa cobrada pelo uso da água é definido tanto para a captação e adução realizadas pela companhia de saneamento como para a situação em que a captação em mananciais e a adução são atribuídas ao usuário de forma total ou parcial. Para a primeira configuração, o valor do metro cúbico de água é definido em R\$ 2,81 aproximadamente, enquanto para a segunda determina-se o valor de R\$ 0,82/m³. Assim, a tarifa atribuída às etapas de captação e adução de água bruta é de R\$ 1,99/m³, sendo esse valor referente, de forma simplificada, aos casos nos quais não há cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Na estimativa de custos realizada pelo estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2017)

para o fornecimento de água de reúso completo não potável para fins industriais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), os custos estimados foram divididos em duas alternativas de acordo com o comprimento total da linha de distribuição de água. A linha por gravidade de ambas as alternativas possui 5 km de extensão, ao passo que a linha de recalque da Alternativa A tem extensão de 4 km e a da Alternativa B, 8 km. Considerando uma vazão industrial de 50 L/s, tem-se que, para a alternativa A, o custo estimado relativo ao sistema de reúso completo é de R\$ 2,28/m³, enquanto para a alternativa B é de R\$ 2,68/m³, aproximadamente (CNI, 2017).

Desse modo, verifica-se que o custo unitário associado ao sistema de reúso, independentemente da alternativa adotada, é superior ao custo relacionado às instalações de captação e adução de água bruta (R\$ 1,99/m³), condição na qual não se cobra pelo uso do recurso hídrico; no entanto, é inferior à tarifa quando há cobrança pelo uso da água bruta (R\$ 2,81/m³). Portanto, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos pode ser considerada um incentivo à expansão das práticas de reúso de águas residuárias tratadas, uma vez que a aplicação de ações de reúso minimiza os custos e, conseqüentemente, maximiza os lucros dos setores que as implantam. Além disso, os valores provenientes da cobrança pelo uso da água podem ser aplicados em programas e intervenções incluídos nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos; assim, verifica-se a importância da inserção de projetos de sistemas de reúso nesses planos.

Além da consideração da cobrança pelo uso dos recursos hídricos como incentivo à ampliação do reúso de efluentes tratados no Brasil, a inclusão de ações de reúso na definição das tarifas cobradas pelos prestadores de serviços também deve ser avaliada. A maioria das companhias de saneamento cobra uma tarifa, referente aos serviços de água e esgotamento sanitário, apenas com o

objetivo de garantir a viabilidade financeira dos prestadores de serviços para sustentar a operação e manutenção do sistema (NEVER e STEPPING, 2018). Esse aspecto pode ser observado no Brasil, onde a composição de custos, relativa à definição da tarifa cobrada pelos serviços de água e esgoto, não considera os custos relacionados a ações de reúso do efluente tratado. Assim, a inserção na tarifa de custos direcionados para o setor de reúso é apontada como um incentivo para a expansão da sua prática nas companhias de saneamento do país, uma vez que estas deterão recursos financeiros específicos.

3 APLICAÇÃO DO REÚSO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS E SUAS DIFICULDADES

As regiões semiáridas, de maneira geral, possuem características como: altas temperaturas, precipitações intensas em um curto espaço de tempo e balanço hídrico negativo, o que ocasiona déficit hídrico em períodos de seca prolongada, afetando o abastecimento de água e o atendimento das demandas. Além disso, há um número expressivo de pessoas que não possuem rede coletora e/ou não são beneficiadas pela rede coletora de esgoto; esse número chega a 55 milhões (SNIS, 2019).

Os dejetos gerados pela população não atendida pela rede coletora de esgoto são dispostos em fossas sépticas, sumidouros, valas abertas ou diretamente nos solos. Essas alternativas de disposição do efluente podem contaminar o lençol freático da região, principalmente nos solos de regiões semiáridas, que são caracterizados por serem rasos e pouco desenvolvidos (PEREIRA e DANTAS NETO, 2014). Outro agravante dessa situação é a disposição final do efluente pelas estações de tratamento de esgoto. Devido ao regime de chuva e aos eventos de seca prolongada, não existem rios perenes que sejam receptores do efluente; assim, a disposição é feita diretamente no solo.

Com a falta de água para atender às demandas, o reúso de águas se torna uma necessidade para que possa ocorrer o desenvolvimento nessas regiões, como por exemplo para a agricultura, que é a principal fonte de renda da população do semiárido nordestino do Brasil. Nos períodos de estiagem e seca prolongada, a execução dessa atividade se torna um desafio para os agricultores que dependem dela para sua subsistência (SALGADO et al., 2018). Nesse contexto, diversos estudos foram desenvolvidos com o intuito de viabilizar tecnologias acessíveis de tratamento de esgoto em áreas rurais para serem utilizadas na agricultura familiar (MAYER et al., 2020; RIBEIRO et al., 2012; SALGADO et al., 2018). Portanto, o uso de efluente tratado na agricultura torna-se promissor, devido à presença de nutrientes essenciais para as culturas, como pode ser visto na Tabela 2 nos estudos de Salgado et al. (2018), Barreto et al. (2013), Leal et al. (2009) e Oliveira Marinho et al. (2014).

Mayer et al. (2020) aplicaram um sistema de coleta, tratamento de esgoto e reúso para agricultura familiar na zona rural do estado da Paraíba. O sistema é composto por caixa de gordura, tanque de equalização, reator anaeróbio de manta de lodo de fluxo ascendente (UASB), duas lagoas de polimento em paralelo e reservatório de água de reúso com destino ao sistema de irrigação. A remoção da matéria orgânica atingiu uma eficiência de 78%, com baixa remoção de nutrientes, sendo eficiente para aplicação no meio agrícola. Além disso, a implementação e a manutenção são de fácil operação, e os custos são acessíveis à realidade financeira local, tornando essa tecnologia uma solução adequada para o reúso na agricultura familiar.

Nesse contexto, a Tabela 2, apresenta pontos positivos e negativos na aplicação do reúso na irrigação no Nordeste brasileiro. De maneira geral, o reúso agrícola nessas regiões apresenta baixo custo, fácil implementação e os efluentes produzidos pelas tecnologias demonstram boa qualidade

de sanitária e viabilidade agrônômica. No entanto, como dificuldade foram encontrados pontos que afetam a fertilidade e segurança do solo que devem ser inseridos nos requisitos de qualidade

para evitar potenciais impactos na produtividade e fertilidade do solo, e possíveis riscos à saúde humana pela disseminação de contaminantes biológicos e químicos (EPA, 2012; WHO, 2006

Tabela 2 - Pontos positivos e dificuldades em exemplos de reúso no Brasil

Local	Tipo de Reúso	Tratamento do Efluente	Pontos positivos	Dificuldades	Referência
Petrolândia, PE	Agrícola	UASB + Tanque de equalização	Aumento dos macronutrientes, resultando numa maior produtividade na cultura da melancia.	Remoção de sólidos suspensos totais pouco expressiva, causando entupimento nos gotejadores. Para uso irrestrito seria necessária uma maior remoção de DBO e NH_4^+ .	(SALGADO et al., 2018)
Recife, PE	Agrícola	UASB + Lagoa de Polimento	O reúso de efluente de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura das mudas de eucalipto em viveiro mostrou-se viável agronomicamente.	A viabilidade econômica precisa ser estudada.	(SILVA et al., 2015)
Cubati, PB	Agrícola	Caixa de gordura + Tanque de equalização + UASB + 2 lagoas de polimento	Baixo custo de implementação, fácil operação e monitoramento, além de fonte de água e nutrientes para produção agrícola.	O acesso ao saneamento básico rural por meio da tecnologia proposta necessita de investimentos, seja de origem pública ou privada.	(MAYER et al., 2020)
Campina Grande, PB	Agrícola	UASB + Wetland UASB + Leito de Brita UASB + Lagoa de Polimento	Efluente produzido nas lagoas de polimento apresentou boa qualidade sanitária, podendo ser usado na irrigação irrestrita segundo a OMS.	O efluente na lagoa de polimento apresentou baixa concentração de nutrientes. O sistema <i>wetland</i> e leito de brita apresentaram efluente com altas concentrações de coliformes termotolerantes, sendo impróprio para uso agrícola.	(SOUSA et al., 2005)
Campina Grande, PB	Agrícola	Tratamento preliminar	O aporte de P das águas residuais foi significativo para a nutrição das plantas de mamona.	Incremento de Na^+ em todo o perfil do solo.	(BARRETO et al., 2013)

4 PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS NO BRASIL

A importância do reúso de águas é evidenciada em todo o mundo, tanto no meio técnico como no acadêmico. No entanto, as iniciativas de reúso ocorrem de forma natural em alguns países, os quais possuem legislações definidas, como os Estados Unidos, ao passo que em outros a viabilidade das ações de reúso está relacionada tradicionalmente à necessidade, como no Brasil; onde as práticas de reúso geralmente se destacam há ocorrência de cenários de demanda crescente por água, poluição dos recursos hídricos e recorrência de períodos de seca e escassez hídrica. Esse contexto também se aplica às legislações sobre reúso no país, as quais são elaboradas e desenvolvidas em esfera estadual e/ou muni-

cipal conforme a demanda diante de situações preocupantes, ou seja, a prática de reúso de água é categorizada como uma ação corretiva e não preventiva, como deveria. Para converter essa condição, faz-se necessária a criação de legislações de competência federal, que determinem, por exemplo, a obrigatoriedade de estados e/ou municípios criarem suas próprias legislações para a água de reúso, de acordo com as circunstâncias locais variadas, caracterizando uma conduta preventiva.

Apesar dos benefícios, para a saúde pública e o meio ambiente, associados ao reúso, a sua aplicabilidade não é considerada trivial, podendo ocorrer sem planejamento e de forma desorganizada e, conseqüentemente, acarretar riscos aos ecos-

sistemas, quando as normas referentes a reúso não são cumpridas. Portanto, é primordial a existência de arcabouço legal que apresente, de forma inequívoca, os critérios para o licenciamento ambiental dos projetos de reúso, por meio da definição dos limites e padrões de qualidade que os efluentes tratados devem atingir para a sua aplicação segura, abrangendo as diversas categorias de uso possíveis. Essa medida deve ser considerada necessária no Brasil durante as revisões dos normativos existentes e a elaboração dos futuros, uma vez que a maioria das legislações vigentes no país sobre reúso carece de transparência nos padrões de qualidade a serem cumpridos pelos projetos de reúso de efluentes tratados.

As soluções técnicas para o reúso existem e, de fato, funcionam, representando tecnologias economicamente viáveis na busca por alternativas à água potável. No entanto, não há regulamentações para a institucionalização do reúso, no âmbito nacional, e que compreendam as possíveis modalidades de uso de águas, dificultando a implementação de novos projetos de reúso. Além disso, as legislações municipais e estaduais não concordam entre si, algumas não refletem a realidade local devido à elevada exigência em relação aos padrões de qualidade da água de reúso, aumentando os custos de instalação e operação da tecnologia de tratamento, enquanto outras apresentam valores mais flexíveis para os parâmetros adotados. Assim, verifica-se a necessidade das legislações relacionadas a reúso, no Brasil, seguirem um padrão, representado pelas legislações de caráter menos restritivo.

Existe ainda resistência por parte da população e, inclusive, dos gestores quanto ao reúso no Brasil. A inserção da sociedade nas aplicações de reúso é imprescindível para que haja tanto a aceitação como a eficiente aplicação dos projetos de reúso, que atendam às necessidades da população beneficiária. Essa compreensão deve ocorrer em todas as etapas do projeto, desde a fase de concepção

até a implementação e o posterior monitoramento, e pode ser realizado por meio da formação de um comitê consultivo, além da promoção de palestras educacionais sobre as possibilidades de reúso e os projetos a serem executados, assim como reuniões entre representantes públicos, gestores e cidadãos. A ampla divulgação dos sistemas de reúso em funcionamento no país também é uma medida que pode ser empregada com o intuito de possibilitar a maior aceitação da população em relação a projetos de reúso futuros.

Em âmbito nacional, outra ação a ser implementada com o objetivo de estimular o avanço dos projetos de reúso é a cobrança pelo uso da água, tornando-a um bem valorado. Consequentemente, o uso ocorrerá de forma racional e os sistemas de reúso irão apresentar viabilidade econômica quando comparados aos processos convencionais de captação e adução em recursos hídricos. No entanto, para essa medida ser aplicada de forma efetiva, deve-se considerar o consentimento dos usuários, bem como dos gestores e governantes.

Assim, como evidenciado nesta revisão, a aplicação do reúso no Brasil ainda é incipiente, e a expansão de suas práticas depende principalmente dos avanços nos quesitos normativos e da aceitação pública. Além disso, o país precisa desenvolver a percepção sobre reúso uma medida preventiva, e não apenas como solução em períodos de escassez hídrica.

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram de forma igualitária.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, P.F.S., DOS SANTOS, S.R., KONDO, M.K., DIAS ARAÚJO, E., DE OLIVEIRA, P.M., 2018. Maize fertigation with treated sanitary wastewater: Growth and yield. **Eng. Sanit. e Ambient.** 23, 833–839. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018136152>

- ANTUNES, L.N., THIVES, L.P., GHISI, E., 2016. Potential for potable water savings in buildings by using stormwater harvested from porous pavements. **Water (Switzerland)** 8. <https://doi.org/10.3390/w8040110>
- BARRETO, A.N., DO NASCIMENTO, J.J.V.R., DE MEDEIROS, E.P., DA NÓBREGA, J.A., Bezerra, J.R.C., 2013. Changes in chemical attributes of a Fluvent cultivated with castor bean and irrigated with wastewater. **Rev. Bras. Eng. Agric. e Ambient.** 17, 480–486. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500003>
- CUTOLO, S.A., PIVELI, R.P., SANTOS, J.G., MONTES, C.R., SUNDEFELD, G., CAMPOS, F., GOMES, T.M., MELFI, A.J., 2012. Parasitological risk assessment from wastewater reuse for disposal in soil in developing countries. **Water Sci. Technol.** 65, 1357–1367. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.012>
- DA SILVA, T.C., 2019. **Viabilidade ambiental e econômica do reúso de águas residuárias tratadas para recarga artificial de aquífero: estudo de caso em aquífero litorâneo.** Insituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.
- DE AQUIM, P.M., HANSEN, É., GUTTERRES, M., 2019. Water reuse: An alternative to minimize the environmental impact on the leather industry. **J. Environ. Manage.** 230, 456–463. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.077>
- DE GOIS, E.H.B., RIOS, C.A.S., COSTANZI, R.N., 2015. Evaluation of water conservation and reuse: A case study of a shopping mall in southern Brazil. **J. Clean. Prod.** 96, 263–271. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.097>
- DE MELO RIBEIRO, F.H., NAVAL, L.P., 2019. Reuse alternatives for effluents from the fish processing industry through multi-criteria analysis. **J. Clean. Prod.** 227, 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.110>
- DE OLIVEIRA MARINHO, L.E., FILHO, B.C., ROSTON, D.M., STEFANUTTI, R., TONETTI, A.L., 2014. Evaluation of the productivity of irrigated eucalyptus grandis with reclaimed wastewater and effects on soil. **Water. Air. Soil Pollut.** 225. <https://doi.org/10.1007/s11270-013-1830-8>
- DOLNICAR, S., HURLIMANN, A., 2010. Water alternatives — who and what influences public acceptance? **J. Public Aff.** 11, 49–59. <https://doi.org/10.1002/pa>
- FAO, 2015. **FAO Statistical Pocketbook 2015, Food and Agriculture Organization of the United Nations.** <https://doi.org/978-92-5-108802-9>
- FIELDING, K.S., DOLNICAR, S., SCHULTZ, T., 2019. Public acceptance of recycled water. **Int. J. Water Resour. Dev.** 35, 551–586. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1419125>
- FURLONG, C., JEGATHEESAN, J., CURRELL, M., IYER-RANIGA, U., KHAN, T., BALL, A.S., 2019. Is the global public willing to drink recycled water? A review for researchers and practitioners. **Util. Policy** 56, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.11.003>
- GARCIA-CUERVA, L., BERGLUND, E.Z., BINDER, A.R., 2016. Public perceptions of water shortages, conservation behaviors, and support for water reuse in the U.S. **Resour. Conserv. Recycl.** 113, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.006>
- HANJRA, M.A., BLACKWELL, J., CARR, G., ZHANG, F., JACKSON, T.M., 2012. Wastewater irrigation and environmental health: Implications for water governance and public policy. **Int. J. Hyg. Environ. Health** 215, 255–269. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.10.003>
- HARRIS-LOVETT, S., BINZ, C., SEDLAK, D., KIPARSKY, M., TRUFER, B., 2015. Beyond User Acceptance: A Legitimacy Framework for Potable Water Reuse in California. **Environ. Sci. Technol** 49, 7552–7561. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00504>
- HURLIMANN, A., HEMPHILL, E., MCKAY, J., GEURSEN, G., 2008. Establishing components of community satisfaction with recycled water use through a structural equation model. **J. Environ. Manage.** 88, 1221–1232. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.002>
- LEAL, R.M.P., HERPIN, U., FONSECA, A.F. DA, FIRME, L.P., MONTES, C.R., MELFI, A.J., 2009. Sodicity and salinity in a Brazilian Oxisol cultivated with sugarcane irrigated with wastewater. **Agric. Water Manag.** 96, 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.08.009>
- LUIS CAPARRÓS-MARTÍNEZ, J., RUEDA-LÓPE, N., MILÁN-GARCÍA, J., DE PABLO VALENCIANO, J., 2020. Public policies for sustainability and water security: The case of Almeria (Spain). **Glob. Ecol. Conserv.** 23. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01037>
- MAYER, M.C., BARBOSA, R. DE A., LAMBAIS, G.R., MEDEIROS, S. DE S., VAN HAANDEL, A.C., DOS SANTOS, S.L., 2020. Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no Semiárido Brasileiro, In: Gramkow, C. (Org) (Ed.), **Investimentos Transformadores Para Um Estilo de Desenvolvimento Sustentável: Estudos de Casos de Grande Impulso (Big Push) Para a Sustentabilidade No Brasil.** CEPAL, pp. 103–120.
- MORGAN, E.A., GRANT-SMITH, D.C.C., 2015. Tales of science and defiance: the case for co-learning and collaboration in bridging the science/emotion divide in water recycling debates. **J. Environ. Plan. Manag.** 58, 1770–1788.
- MUKHERJEE, M., JENSEN, O., 2020. Making water reuse safe: A comparative analysis of the development of regulation and technology uptake in the US and Australia. **Saf. Sci.** 121, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.039>
- NEVER, B., STEPPING, K., 2018. Comparing urban wastewater systems in India and Brazil: Options for energy efficiency and wastewater reuse. **Water Policy** 20, 1129–1144. <https://doi.org/10.2166/wp.2018.216>
- ORMEROD, K.J., SCOTT, C.A., 2013. Drinking Wastewater: Public Trust in Potable Reuse. **Sci. Technol. Hum. Values** 38, 351–373. <https://doi.org/10.1177/0162243912444736>

- PEREIRA, R.A., DANTAS NETO, J., 2014. Efeito das atividades agro-pastoris sobre os atributos físico-químicos de três classes de solos de uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro. **Bol. Goia. Geogr.** **34**, 169–188.
- PURNELL, S., HALLIDAY, A., NEWMAN, F., SINCLAIR, C., EBDON, J., 2020. Pathogen infection risk to recreational water users, associated with surface waters impacted by de facto and indirect potable reuse activities. **Sci. Total Environ.** **722**, 137799. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137799>
- RADCLIFFE, J.C., 2018. Evolution of water recycling in Australian cities since 2003. **Water Sci. Technol.** **792–802**. <https://doi.org/10.2166/wst.2010.362>
- REVITT, D.M., ERIKSSON, E., DONNER, E., 2011. The implications of household greywater treatment and reuse for municipal wastewater flows and micropollutant loads. **Water Res.** **45**, 1549–1560. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.11.027>
- RIBEIRO, M.C. DE F., ROCHA, F.A., SANTOS, A.C. DOS, SILVA, J.O. DA, PEIXOTO, M. de F.S.P., Paz, V.P. da S., 2012. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. **Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambient.** **16**, 639–646. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662012000600008>
- ROSS, V.L., FIELDING, K.S., LOUIS, W.R., 2014. Social trust , risk perceptions and public acceptance of recycled water: Testing a social-psychological model. **J. Environ. Manage.** **137**, 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.039>
- SALGADO, V.C., DE SOUZA FILHO, E.J., GAVAZZA, S., FLORENCIO, L., KATO, M.T., 2018. Watermelon cultivation in the semi-arid irrigated with different heights of treated domestic sewage. **Eng. Sanit. e Ambient.** **23**, 727–738. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018161706>
- SALGOT, M., 2008. Water reclamation, recycling and reuse: implementation issues. **Desalination** **218**, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.09.035>
- SANCHEZ, G.M., TERANDO, A., SMITH, J.W., GARCÍA, A.M., WAGNER, C.R., MEENTEMEYER, R.K., 2020. Forecasting water demand across a rapidly urbanizing region. **Sci. Total Environ.** **730**, 139050. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139050>
- SILVA, R.J., GAVAZZA, S., FLORENCIO, L., NASCIMENTO, C.W.A., KATO, M.T., 2015. Cultivo de mudas de eucalipto irrigadas com esgoto doméstico tratado. **Eng. Sanit. e Ambient.** **20**, 323–330. <https://doi.org/10.1590/S1413-4152201502000084883>
- SOUSA, J.T. DE, VAN HAANDEL, A.C., CAVALCANTI, P.F.F., FIGUEIREDO, A.M.F. de, 2005. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. **Eng. Sanit. e Ambient.** **10**, 260–265. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522005000300011>
- UMAPATHI, S., CHONG, M.N., SHARMA, A.K., 2013. Evaluation of plumbed rainwater tanks in households for sustainable water resource management: A real-time monitoring study. **J. Clean. Prod.** **42**, 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.006>
- WANG, Q., WANG, X., 2020. Moving to economic growth without water demand growth -- a decomposition analysis of decoupling from economic growth and water use in 31 provinces of China. **Sci. Total Environ.** **726**, 138362. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138362>