

Nota Técnica 2 - Aspectos legais relacionados ao reúso de águas como diretriz de institucionalização da prática no Brasil

Technical Note 2 - Legal aspects of water reuse serving as a guideline for institutionalizing this practice in Brazil

Ana Silvia Pereira Santos^{1*}, Maíra Araújo de Mendonça Lima²

RESUMO

O reúso de água é uma importante ferramenta de gestão e planejamento de recursos hídricos, podendo ser incluído como uma fonte alternativa nas matrizes hídricas regionais. Entretanto, apesar da evolução geral da regulamentação sobre reúso de água no Brasil e no mundo, o país conta atualmente com uma base legal insatisfatória para a sistematização da prática. Considerando o estabelecimento de padrões de qualidade de água para diferentes modalidades de reúso, o Brasil estabeleceu, a nível federal, o documento não mandatário do Programa Interáguas e, a nível subfederal, documentos mandatários em alguns estados. Os principais aspectos levantados para a elaboração de uma regulamentação da prática de reúso são: a abordagem das tipologias de reúso alinhadas aos padrões compatíveis com as tecnologias de tratamento de esgoto de amplo domínio da engenharia e da capacidade de pagamento dos usuários no território nacional, ferramentas de licenciamento, avaliação do risco microbiológico, estabelecimento de um ambiente de confiança entre as partes, e a elaboração de uma identidade visual dos equipamentos e veículos referentes ao reúso. Nesta nota técnica são apresentados os critérios para reúso de água no cenário nacional, assim como os principais marcos referentes a evolução da regulamentação sobre reúso de água no mundo e no cenário nacional.

Palavras-chave: documentos reguladores; padrões de reúso; avaliação de risco microbiológico; reúso agrícola; reúso urbano; reúso industrial; reúso aquícola.

ABSTRACT

The water reuse is an important tool for the management and planning of water resources, which can be considered as an alternative source in the regional water matrices. However, despite the general evolution of regulations on water reuse in Brazil and worldwide, the country currently has an unsatisfactory legal basis for systematizing the practice. Considering the establishment of water quality standards for different types of reuse, Brazil has established at the federal level, the non-mandatory document of the Interáguas Program and, on a sub-federal level, mandatory documents in some states. The main raised aspects for the elaboration of a water reuse regulation are: the approach of reuse typologies in line with standards compatible with wastewater treatment technologies upon a wide engineering domain and the payment capacity of users in the national territory, licensing tools, microbiological risk assessment, establishment of a trust environment between the stakeholders, and, the elaboration of a visual identity for the equipment and vehicles related to reuse. This technical note presents guidelines and criteria for water reuse in Brazil, as well as the main milestones concerning the water reuse regulation in the world and in Brazil.

Keywords: regulatory documents; reuse standards; microbiological risk assessment; agricultural reuse; urban reuse; industrial reuse; aquaculture reuse

¹Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Coordenadora do Grupo de Pesquisa Reúso de Água: Tecnologias | Gestão | Governança

²Engenheira Ambiental e Sanitarista pela UERJ. Gestora ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Aluna de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UERJ. Membro do Grupo de Pesquisa Reúso de Água: Tecnologias | Gestão | Governança

Endereço para correspondência: Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier 524, 50008-E. Maracanã - Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20550-900.

E-mail: ana.pereira@uerj.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país que apresenta a maior disponibilidade de água em todo o mundo. Entretanto, o seu potencial hídrico, bem como a sua população total estão distribuídos de maneira desigual no território nacional. Esse cenário, associado às consequências das alterações climáticas e do crescimento populacional, vêm agravando as pressões sobre os recursos hídricos e tornando cada vez mais frequentes os episódios mais severos de estresse hídrico em diferentes regiões brasileiras.

Historicamente, o Semiárido brasileiro, que engloba os estados da região Nordeste, além do norte do estado de Minas Gerais, é a região mais afetada com a falta de água em todo o território nacional, contribuindo para o baixo nível de desenvolvimento socioeconômico nessa região (LIMA *et al.*, 2021). Nessa perspectiva da água como um fator limitante ao desenvolvimento socioeconômico, é notória a necessidade da aplicação de práticas de reúso de água, de forma a introduzir essa fonte alternativa nas matrizes hídricas regionais. Não obstante, regiões tipicamente com maior disponibilidade hídrica se comparadas com o Semiárido, como a região Sudeste do país, também têm enfrentado dificuldades, principalmente associadas às elevadas demandas e situações de conflitos pelo uso da água.

Nesse contexto, a segurança hídrica se apoia essencialmente na demanda e na oferta de água. No Brasil, a vazão média de água consumida em 2019 foi de $1.125 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, sendo a vazão de exploração nos mananciais hídricos de $2.083 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (ANA, 2020). Percebe-se que, aproximadamente, metade da água retirada foi de fato consumida, representando uma relação entre usos consuntivos e não consuntivos). Assim, a oferta de água deve adotar um portfólio hídrico com maior diversidade de fontes para garantir o suprimento, mesmo em situações adversas.

Usos consuntivos: usos em que a água é consumida, diminuindo a sua disponibilidade no corpo hídrico para usos futuros (p. ex.: abastecimento industrial, abastecimento humano, irrigação).

Usos não consuntivos: usos que não exercem consumo de água e não afetam diretamente a sua quantidade (p. ex.: recreação, geração de energia hidroelétrica, navegação).

O Brasil, em função da sua abundância absoluta de água, exerceu ao longo de anos um papel cultural de excesso e desperdício de água. Esse cenário histórico demanda, na atualidade, uma gestão eficiente, segura e responsável dos recursos hídricos, de forma a garantir quantidade e qualidade de água para todos os usos pretendidos. Dessa forma, dois pontos merecem destaque no contexto da institucionalização da prática do reúso de água no Brasil:

1. **Desenvolvimento socioeconômico:** o acesso restrito à água, particularmente em regiões menos desenvolvidas, pode dificultar consideravelmente o desenvolvimento socioeconômico. Nesse sentido, a introdução da água de reúso na matriz hídrica regional ganha destaque e pode servir de impulsão para a produção de alimentos tanto para consumo próprio como para comercialização, gerando movimentação econômica.
2. **Conflitos pelo uso da água:** conforme indicado por Melo *et al.* (2020), os conflitos em bacias hidrográficas, que já eclodem frequentemente no país, são caracterizados por tensões e disputas em função dos diferentes usos, associados aos períodos de escassez, irregularidades de distribuição, aumento de demanda e a degradação do meio ambiente. Nesse contexto, o reúso de água tem papel fundamental na minimização de conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas.

A utilização de efluente tratado é uma prática que, de maneira intrínseca, pode carregar riscos para a saúde pública e para o meio ambiente. Conhecida como simplesmente *reúso de água*, a prática encontra grande potencial de aplicação nas regiões mais afetadas pela seca, a partir de uma estruturação de mecanismos legais para a utilização racional e em segurança. De acordo com Santos e Vieira (2020), o quadro regulatório deve se apoiar em diferentes instrumentos como: (i) indicação de padrões de qualidade de água para os diferentes usos baseada em ferramentas de avaliação de risco; (ii) definição de responsabilidades entre os produtores e consumidores da água de reúso, além do papel do órgão fiscalizador; (iii) mecanismos para o processo de licenciamento ambiental; (iv) implantação de seguro contra eventuais incidentes; e (v) definição e orientação para implantação de metodologia de gestão

de risco. Nesse contexto, a presente nota técnica (NT) tem como objetivo apresentar o quadro regulatório sobre reúso de água e os padrões de qualidade para diferentes modalidades no Brasil.

A determinação de um quadro regulatório adequado, bem como a implantação de uma política de reúso de água são ações fundamentais para o incentivo e a institucionalização segura e responsável da prática de reúso como forma de aumentar a disponibilidade hídrica de uma determinada região. Santos e Vieira (2020) ainda afirmam que a definição de padrões mais flexíveis inicialmente pode contribuir para o ganho de experiência e atualizações mais exigentes no futuro.

2. EVOLUÇÃO GERAL DA REGULAMENTAÇÃO SOBRE REÚSO DE ÁGUA

A regulamentação da prática de reúso no mundo teve início em 1918, quando o estado da Califórnia (EUA) publicou seus primeiros padrões, considerando a aplicação de efluente tratado em culturas agrícolas não consumidas cruas (ANGELAKIS *et al.*, 2018; SHOUSHARIAN e NEGAHBAN-AZAR, 2020). Tratava-se naquele momento de um destino adequado, considerando as propriedades de fertirrigação do esgoto.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou suas primeiras diretrizes relacionadas ao reúso de água para irrigação em 1973, promovendo ações semelhantes em diversos países (SHOUSHARIAN e NEGAHBAN-AZAR, 2020). Em 1999, a OMS adotou pela primeira vez o conceito de segurança do abastecimento de água, no contexto dos Planos de Segurança da Água, em uma abordagem baseada no risco, com o objetivo de controlar as doenças de veiculação hídrica; e em 2006 publicou suas diretrizes para o reúso de água na agricultura (OMS, 2016). Em 2017, com base na metodologia *Quantitative Microbiological Risk Assessment* (QMRA) ou Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico (AQRM), a OMS estabeleceu um guia para produção de água potável a partir do reúso (OMS, 2017).

As publicações da OMS têm o forte objetivo de atingir principalmente as regiões de menor desenvolvimento socioeconômico, que sofrem com cenários de escassez

de água, como países da América Latina, Caribe, Ásia e África. Assim, ao longo dos anos, muitos países, inclusive da Europa, adotaram as diretrizes da OMS, modificando-as de acordo com suas conveniências em relação às suas peculiaridades geográficas, econômicas e epidemiológicas (JEONG *et al.*, 2016). Esse foi o caso do Brasil, que teve sua primeira legislação de reúso de água com definição de padrões publicada pelo estado da Bahia em 2010, considerando os aspectos indicados pela OMS. Posteriormente, foi a vez dos estados do Ceará e de São Paulo em 2017 (este último com atualização em 2020) e dos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul em 2020 (SANTOS *et al.*, 2020).

Inicialmente, a falta de conhecimento técnico, principalmente em relação aos riscos à saúde pública e ao meio ambiente acabaram por determinar práticas mais simplórias, para usos pouco restritivos e com padrões pouco rigorosos. Diante das experiências adquiridas, da evolução da tecnologia em produzir água de melhor qualidade e do aumento das demandas para usos cada vez mais nobres, os regulamentos foram sofrendo atualizações no sentido de apresentarem padrões mais restritivos, para usos mais nobres como o uso potável. Nesse contexto, destaca-se a Austrália que publicou o primeiro regulamento com padrões para o reúso potável (ANGELAKIS *et al.*, 2018). Essa evolução de regulamentação, desde a promulgação do primeiro regulamento sobre reúso de água no mundo (em 1918), até os dias atuais (considerando a inserção nacional) pode ser visualizada na **Figura 1**.

O trinômio *observação-necessidade-oportunidade* deve ser considerado nessa discussão histórica da evolução do reúso de água no mundo. No passado, a *observação* relacionada ao melhor desenvolvimento das culturas irrigadas com efluente tratado levou à sua aplicação como forma de enriquecimento nutricional, além do provimento de água. A essa prática dá-se o nome de fertirrigação. Essa observação foi fundamental para o atendimento das *necessidades* em regiões mais desfavorecidas em termos de disponibilidade hídrica. Posteriormente, a *oportunidade* do negócio favoreceu o desenvolvimento da prática de reúso nessas regiões, que ao longo dos anos se espalhou pelo mundo. Assim, o reúso de água vem se desenvolvendo e a regulamentação é parte fundamental desse processo.

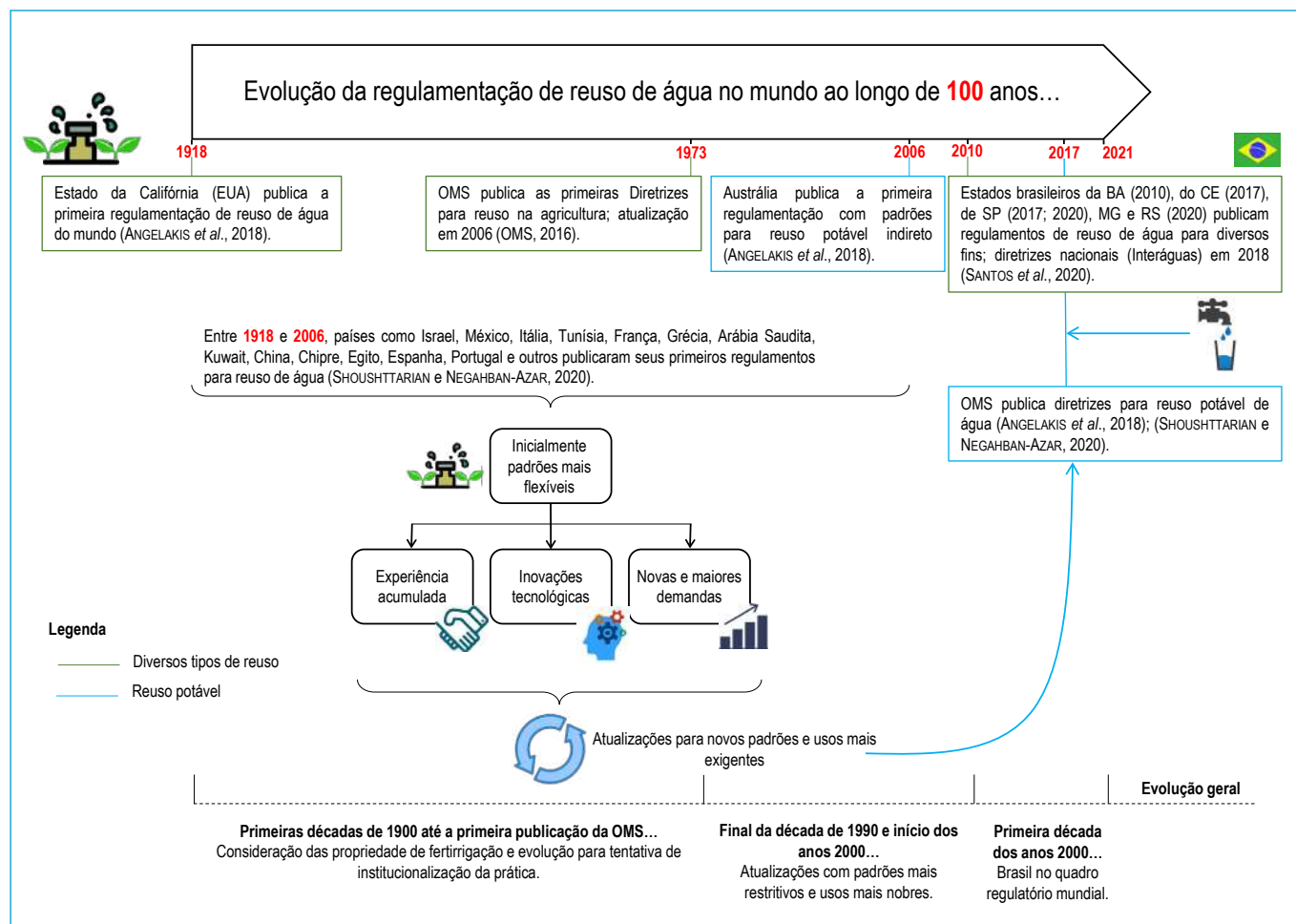


Figura 1 – Representação esquemática da evolução da regulamentação de reúso de água no mundo.

3. EVOLUÇÃO DO QUADRO REGULATÓRIO SOBRE REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL

No Brasil, o primeiro documento de caráter regulador, mas não mandatório, que abordou o reúso de água foi a Norma Brasileira (NBR) 13.969/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997). Apesar de essa norma apresentar orientações para projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar aos tanques sépticos, o seu item 5.6 prevê orientações para o reúso local. Esta NBR previu classes de reúso considerando aplicações locais, como lavagem de pisos, calçadas e veículos, irrigação de jardins e de pomares, descarga em vaso sanitário entre outros. A qualidade para cada uma dessas classes poderia ser então alcançada a partir de arranjos específicos, que deveriam combinar diferentes tecnologias de tratamento de esgoto, tais

como lodo ativado, filtro aerado submerso, filtração terciária, cloração e até mesmo membranas. Atualmente, é possível observar que o documento se encontra descontextualizado, em função principalmente de se prever tecnologias tão avançadas para alcance de qualidades bastante restritivas, e em unidades localizadas.

Contudo, a publicação da NBR 13.969/1997 teve um papel importante e iniciou as ações mais tímidas de tentativas de regulamentação da prática de reúso de água no Brasil. A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 54, de 28 de novembro de 2005, foi publicada com a intenção de estabelecer modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável (BRASIL, 2005). Entretanto, o documento somente dispõe sobre aspectos gerais e não indica padrões de qualidade para os diferentes usos. Anos mais tarde, foi publicada, a Resolução do Conselho Nacional

de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430, de 13 de maio de 2011, com o objetivo de estabelecer condições e padrões para lançamento de efluentes (BRASIL, 2011). Neste caso, a palavra “reúso” foi mencionada somente uma vez, em seu artigo 27, ao afirmar que as fontes poluidoras devem proceder o reúso sempre que possível e adequado.

Nessa evolução do quadro regulatório, o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB) estudou a fundo a questão do reúso de água e propôs diretrizes voluntárias, além de definir padrões de reúso de água para aplicações urbanas, agrícolas e na piscicultura, conforme documentado por Bastos *et al.* (2008). O PROSAB primou pela indicação de padrões mais flexíveis, condizentes com a realidade nacional e fundamentados em análise de risco, embasadas em evidências epidemiológicas (BASTOS *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2020). Aliás, uma das principais premissas do PROSAB era exatamente considerar a capacidade de investimento e o desenvolvimento tecnológico nacional (SANTOS *et al.*, 2020).

Em 2010, a Bahia configurou-se como o primeiro estado brasileiro a publicar padrões legais de reúso de água para a agricultura, em que se considerou basicamente as diretrizes da OMS. Outros estados, como Ceará, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, adotaram regulamentos legais somente a partir de 2017 (SANTOS *et al.*, 2020). Por fim, a nível nacional, o Programa Interáguas definiu diretrizes não mandatárias para o reúso de águas no Brasil em 2018, que indicam padrões de reúso de água para usos na irrigação, urbanos, industriais, ambientais e aquicultura. O mesmo documento apresenta orientações (não padrões) para recarga de aquífero para usos não potáveis e para reúso potável direto e indireto (superficial ou subterrâneo) (INTERÁGUAS, 2018).

Outro destaque relevante é a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), que atualiza o marco legal do saneamento básico no país. Essa aborda o reúso de água de forma importante e destacada, quando inclusive define o esgotamento sanitário como “constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações

prediais até sua destinação final para *produção de água de reúso* ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente”. Essa definição, que coloca a “produção de água para reúso” anteriormente ao “lançamento no meio ambiente” aponta para uma tendência, podendo auxiliar de maneira importante a mudança de cultura em termos de reutilização de água no país.

Cada um dos documentos aqui citados (que indicam padrões de qualidade de água para reúso) determinam níveis de restrição diferentes e para diferentes usos, que estão intimamente relacionados aos objetivos propostos, aos riscos associados e à condição de desenvolvimento socioeconômico da região. Dessa forma, apesar de lentamente, o Brasil vem dando passos de acordo com as suas características, e as atualizações dos padrões são absolutamente aceitáveis e indicadas, ao longo das experiências adquiridas. Pelo fato de o Brasil ser um país de dimensões continentais com diferentes características culturais, econômicas, ambientais e sociais, dentro do próprio território nacional é necessário aplicar conceitos específicos para cada região. O que não deve acontecer é a adoção simplista de padrões internacionais que não condizem com a realidade regional.

4. CRITÉRIOS PARA O REÚSO DE ÁGUA NO CENÁRIO NACIONAL

O reúso de água somente acontece quando há efluente tratado disponível para a prática. Porém, no Brasil, observa-se que a universalização da coleta e tratamento de esgoto ainda está longe de ser alcançada. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a parcela da população atendida com coleta e tratamento de esgoto representa cerca de 43%. E, em relação à qualidade do efluente tratado, ainda há um déficit elevado; quase 30% do efluente tratado no país apresenta uma eficiência de remoção de matéria orgânica inferior a 80% (ANA, 2017). De acordo com Lima *et al.* (2021), somente 7% da vazão total coletada e tratada passa por etapa terciária de desinfecção. Portanto, há ainda uma necessidade de adequar as unidades que apresentam mais baixo desempenho, para que haja um possível planejamento do reúso em regiões que possuem potencial.

O tipo de reúso demanda uma determinada qualidade de água, que é oferecida pela tecnologia de tratamento

adotada na ETE. Para garantir a qualidade exigida, precisam ser definidos padrões, critérios e diretrizes, que devem estar alinhados com um documento regulador, que por sua vez deve estar alinhado com uma política de reúso de água. Independentemente do nível administrativo (municipal, estadual ou federal), o documento regulador, que deve levar em consideração os objetivos e as características locais, deve ter a intenção de permitir, orientar e incentivar a prática de reúso de forma segura e responsável.

Na **Tabela 1** estão apresentados, em ordem cronológica, os padrões de qualidade de água de reúso para diferentes modalidades e os aspectos mais relevantes apresentados

tanto nas diretrizes do Programa Interáguas como nas legislações estaduais que indicam padrões de reúso no Brasil.

Além dos diferentes padrões de reúso estabelecidos em cada um dos documentos apresentados na **Tabela 1**, observam-se também aspectos específicos relacionados: (i) à definição de responsabilidades para produtores, distribuidores e usuários de água para reúso; (ii) ao licenciamento obrigatório; (iii) à abordagem do risco microbiológico para saúde pública e meio ambiente; (iv) aos níveis de restrição para cada tipo de reúso; (v) frequência de monitoramento; e (vi) à indicação de tecnologias de tratamento de esgoto para o alcance das qualidades definidas nos padrões.

Tabela 1 - Padrões e aspectos mais relevantes apresentados nos documentos reguladores no Brasil (federal não mandatário e estaduais mandatários).

| Regulamentos | Padrões de reúso | Modalidades de reúso | Aplicabilidade e aspectos relevantes |
|---|---|--|--|
| Bahia - Resolução CONERH nº 75/2010 | Categoria A - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). Categoria B - Coliformes: 10^4 Org/100 mL ¹ (Ct). | Categoria A: irrigação, inclusive hidroponia, de qualquer cultura incluindo produtos alimentícios consumidos crus. Categoria B: irrigação, inclusive hidroponia, de produtos alimentícios não consumidos crus e não alimentícios, forrageiras, pastagens, árvores, revegetação e recuperação de áreas degradadas. | Fins agrícolas e/ou florestal; sem restrição de nível de tratamento; características recomendadas pela OMS; apresenta responsabilidades para o produtor da água de reúso. |
| Ceará - Resolução COEMA nº 02/2017 ¹ | Urbano (exceto irrigação paisagística) - Coliformes: 5×10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). Irrigação paisagística: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). Agrícola/florestal-a - Coliformes: ND Org/100 mL ¹ (Ct). Agrícola/florestal-b - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). Ambiental - Coliformes: 10^4 Org/100 mL ¹ (Ct). Aquicultura - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). | Urbano: irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio em área urbana. Agrícola/florestal-a: culturas a serem consumidas cruas, cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação. Agrícola/florestal-b: demais culturas. Ambiental: implantação de projetos de recuperação do meio ambiente. Aquicultura: criação de animais e cultivo de vegetais aquáticos. | Voltado para lançamento de efluentes, reúso direto de água, reúso externo (agrícola/florestal, urbano, ambiental, industrial e aquicultura) e reúso interno; apresenta padrões mais restritivos para uso agrícola florestal-a. |
| Programa Interáguas - 2018 | Agrícola restrito - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct); DBO: 30 mg·L ⁻¹ ; Cloro residual livre: > 1,0 mg·L ⁻¹ . Agrícola irrestrito - Coliformes: 10 Org/100 mL ¹ (Ct); Turbidez: 5 NTU; DBO: 15 mg·L ⁻¹ ; Cloro residual livre: > 1,0 mg·L ⁻¹ . Urbano restrito - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct); Turbidez: 5 NTU; DBO: 30 mg·L ⁻¹ ; Cloro residual livre: > 1,0 mg·L ⁻¹ . Urbano irrestrito - Coliformes: 10 Org/100 mL ¹ (Ct); Turbidez: 5 NTU; DBO: 15 mg·L ⁻¹ ; Cloro residual livre: > 1,0 mg·L ⁻¹ . Industrial - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct). Ambiental - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct); DBO: 60 mg·L ⁻¹ . Aquicultura - Coliformes: 10^3 Org/100 mL ¹ (Ct); DBO: 60 mg·L ⁻¹ . | Agrícola irrestrito: irrigação de cultura alimentícia que se desenvolve rente ao solo sem processamento prévio. Agrícola restrito: irrigação de cultura alimentícia que se desenvolve distante do solo sem ou após processamento prévio; irrigação de culturas não destinadas ao consumo humano; cultivo de florestas plantadas. Urbano irrestrito: irrigação paisagística, bacias sanitárias e lavagem de logradouros. Urbano restrito: irrigação paisagística e outros usos em áreas restritas, tais como desobstrução de redes de esgoto, construção civil, lavagem de veículos e combate a incêndio. Industrial: Aplicação em vários processos e atividades industriais. Ambiental: Aplicação em lagoas urbanas, manutenção de <i>wetlands</i> e aumento da disponibilidade hídrica para fins ambientais. Aquicultura: criação de peixe ou cultivo de vegetais aquáticos. | Voltado para fins agrícolas, urbano, ambiental, industrial e aquicultura; apresenta níveis de tratamento mínimos; recomendações de licenciamento para cada tipo de reúso; considera-se as dimensões ambientais, econômico-financeira, social, cultural e de saúde pública. |

Continua...

Tabela 1 - Continuação

| Regulamentos | Padrões de reúso | Modalidades de reúso | Aplicabilidade e aspectos relevantes |
|--|---|---|--|
| São Paulo - Resolução Conjunta SES/SIMA nº 01/2020 | <p>Classe A - Coliformes: ND (Ct/<i>E. coli</i>); Turbidez: 2 NTU; DBO: 10 mg·L⁻¹; Cloro residual livre: ≥ 1,0 mg·L⁻¹.</p> <p>Classe B - Coliformes: 200 Org·100 mL⁻¹ (Ct), 120 Org·100 mL⁻¹ (<i>E. coli</i>); DBO: 30 mg·L⁻¹; SST: 20 mg·L⁻¹; Cloro residual total: ≥ 1,0 mg·L⁻¹.</p> | <p>Classe A (Irrestrito): irrigação paisagística; lavagem de logradouros e espaços públicos e privados; construção civil; desobstrução de galerias; lavagem de veículos; combate a incêndio.</p> <p>Classe B (Restrito): exclusivamente a todos os anteriores, exceto combate a incêndio.</p> | Fins urbanos; restritivos em relação aos padrões; tratamento mínimo secundário, desinfecção e filtração; apresenta atribuições para produtor e usuário da água de reúso; identificação dos veículos e tanques. |
| Rio Grande do Sul - Resolução CONSEMA nº 419/2020 | <p>Urbano Classe A - Coliformes: 200 Org·100 mL⁻¹ (Ct); Cloro residual total: < 1,0 mg·L⁻¹.</p> <p>Urbano Classe B - Coliformes: 10³ Org·100 mL⁻¹ (Ct).</p> <p>Agrícola/florestal - Coliformes: 10⁴ Org·100 mL⁻¹ (Ct).</p> | <p>Urbano Classe A (irrestrito): irrigação paisagística em locais de acesso irrestrito, lavagem de logradouros e veículos.</p> <p>Urbano Classe B (restrito): irrigação paisagística em locais de acesso limitado ou restrito, abatimento de poeira, construção civil, ETES e desobstrução de tubulações.</p> <p>Agrícola/florestal: irrigação de qualquer cultura, exceto frutos, hortaliças, raízes e tubérculos com contato direto com o solo ou com a água para consumo humano na forma crua.</p> | Voltado para fins urbanos, industriais, agrícola e florestais; licenciamento ambiental para o gerador ou usuário da água de reúso. |
| Minas Gerais - Deliberação Normativa CERH nº 65/2020 | <p>Agrossilvipastoril amplo - Coliformes: 10⁴ Org·100 mL⁻¹ (Ct/<i>E. coli</i>).</p> <p>Agrossilvipastoril limitado - Coliformes: 10⁶ Org·100 mL⁻¹ (Ct/<i>E. coli</i>).</p> <p>Urbano amplo - Coliformes: 10³ Org·100 mL⁻¹ (Ct/<i>E. coli</i>).</p> <p>Urbano limitado (exceto desobstrução de galerias) - Coliformes: 10⁴ Org·100 mL⁻¹ (Ct/<i>E. coli</i>).</p> <p>Desobstrução de galerias: 10⁷ Org·100 mL⁻¹ (Ct/<i>E. coli</i>)</p> | <p>Agrossilvipastoril amplo: fertirrigação superficial, localizada ou por aspersão.</p> <p>Agrossilvipastoril limitado: fertirrigação superficial ou localizada, evitando contato da água de reúso com o produto alimentício.</p> <p>Urbano amplo: lavagem de pátios, logradouros ou outros com exposição similar; lavagem de veículos comuns; descargas sanitárias.</p> <p>Urbano limitado: lavagem de veículos especiais e externa de trens e aviões, controle de poeira, combate a incêndio, desobstrução de galerias.</p> | Voltado para fins agrossilvipastoris ² , urbanos, ambientais e industriais; padrões mais flexíveis; objetiva a aplicação e o incentivo da prática; padrões para reúso em fertirrigação; apresenta responsabilidades para o produtor, distribuidor e usuário da água de reúso. |

Ct - Coliformes termotolerantes; *E. coli* - *Escherichia coli*; ND - Não detectável; NTU - Unidade de turbidez nefelométrica; DBO - Demanda bioquímica de oxigênio; SST - Sólidos suspensos totais.

Notas: ¹Essa Resolução 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. Assim, o estado não apresenta um documento regulador específico para a prática de reúso como os demais. ² Atividades agrossilvipastoris englobam agricultura, pastagens e silvicultura, as quais podem ser desenvolvidas em sistemas consorciados ou separadamente.

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2020).

Links disponíveis para consulta dos documentos reguladores abordados na Tabela 1: Bahia - Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídrico (CONERH) nº 75/2010; Ceará - Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) nº 2/2017; Programa Interáguas - 2018); São Paulo - Resolução conjunta Secretaria de Estado da Saúde e de Infraestrutura e Meio Ambiente (SES/SIMA) nº 1/2020; Rio Grande do Sul - Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) nº 419/2020; Minas Gerais - Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídrico (CERH) nº 65/2020.

A definição de responsabilidades e atribuições para produtores e usuários da água para reúso é claramente identificada em todos os documentos reguladores estudados. A Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 65/2020 do estado de Minas Gerais ainda indica que o produtor de água de reúso deve ser cadastrado no órgão ambiental. O licenciamento obrigatório da prática de reúso também é indicado nas resoluções do Ceará, São Paulo e Rio Grande do Sul. A Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente nº 419/2020 do estado do Rio Grande do Sul indica que, para fins de licenciamento, o empreendedor pode ser o produtor ou

o usuário. No caso da Bahia, há uma indicação de aprovação do empreendimento pelo órgão ambiental competente, porém, não retrata exatamente um licenciamento. Ainda, o documento do Programa Interáguas aborda a necessidade de seguro contra incidentes.

Diante do entendimento de o risco à saúde e ao meio ambiente ser intrínseco à prática de reúso de água, considera-se este um aspecto relevante a ser abordado nos regulamentos de reúso. O Programa Interáguas e os estados de São Paulo, de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul abordam padrões associados ao risco. Os dois últimos vetam a utilização da água para reúso 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 água de reúso. O 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 reúso para fins agrícolas/florestais deve ser interrompida nas áreas que apresentem indícios de riscos e danos ambientais ou à saúde pública.

O nível de restrição, que também é definido de acordo com o maior ou menor risco de contaminação, é indicado por todos os documentos reguladores. Esse nível é caracterizado pelas categorias “restrito” ou “irrestrito”, “amplo” ou “limitado”, ou somente tipos “a” e “b”. Mas, de forma geral, todos eles indicam maior ou menor restrição para diferentes usos, considerando padrões de qualidade específicos. Usos restritos ou limitados permitem padrões mais flexíveis, enquanto usos irrestritos ou amplos sugerem padrões mais restritivos.

Esses padrões de qualidade da água de reúso, para serem alcançados, dependem da tecnologia de tratamento de esgoto adotada e ao seu desempenho. Somente o estado de São Paulo e o Programa Interáguas definem fluxogramas de tratamento para atendimento aos padrões. No caso do Interáguas, os fluxogramas compostos por tratamento secundário e desinfecção direta foram indicados para reúso agrícola restrito, urbano restrito, industrial, ambiental e aquicultura. Já o secundário seguido de filtração terciária e desinfecção são indicados para reúso agrícola irrestrito e urbano irrestrito. Por outro lado, a Resolução conjunta Secretaria de Estado da Saúde e de Infraestrutura e Meio Ambiente (SES/SIMA) nº 01/2020 de São Paulo somente define um fluxograma mínimo composto por etapa secundária, seguida de desinfecção e filtração. De acordo com Bastos *et al.* (2008), um dos destaques do PROSAB foi exatamente a definição de critérios baseados nos padrões de qualidade de água para cada tipo de reúso e não a definição de tecnologias de tratamento de esgoto.

De forma a alcançar os objetivos do reúso, de maneira segura, o monitoramento eficaz se torna premente para a avaliação do cumprimento dos padrões de qualidade de água. Nesse sentido, todos os documentos reguladores

mencionados o adotam como instrumento de fiscalização, cuja frequência pode ser definida em função de diferentes aspectos. O estado de São Paulo adota uma frequência de acordo com os parâmetros; o estado do Rio Grande do Sul, em função da vazão destinada ao reúso; o estado de Minas Gerais, para ambos os casos; e os estados da Bahia e do Ceará indicam que a frequência deve ser adotada caso a caso, de acordo com as premissas do órgão ambiental.

Ressalta-se que a determinação das frequências de monitoramento para cada parâmetro não é tarefa fácil. Apesar de o parâmetro “indicadores de contaminação fecal” ser de relativamente complexa e onerosa análise laboratorial, trata-se de um dos mais importantes, relacionado diretamente aos riscos de contaminação microbiológica. Nesse caso, deve ser abordado com destaque, mas, por outro lado, a obrigatoriedade de uma frequência alta do seu monitoramento pode inviabilizar economicamente a sua operação. Já os parâmetros físico-químicos de determinação mais simples, como pH e condutividade, permitem monitoramento com maior frequência, apesar de não apresentarem a mais forte aderência com os riscos. Entretanto, outro parâmetro de mais fácil detecção, a “turbidez”, tem forte relação com os aspectos microbiológicos da água, apesar de se tratar de um parâmetro físico-químico. Neste caso, a turbidez (representada pela presença de sólidos em suspensão totais) pode servir de anteparo para os microrganismos, inibindo o desempenho dos processos de desinfecção. Ainda, é importante mencionar os parâmetros físico-químicos mais comuns na caracterização de águas como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e nutrientes. Tratam-se, também, de parâmetros relevantes para a prática de reúso, na medida em que a DBO e a DQO representam o desempenho da ETE com fidelidade e os nutrientes são importantes insumos agrícolas em casos de fertirrigação.

No que se refere à vazão, em geral, ETES com maiores portes demandam monitoramentos mais intensivos e o contrário também vale. Porém, quando se trata de reúso de água, a relação com a vazão não pode ser única para a definição da frequência de monitoramento. Nesse caso, é importante ressaltar o tipo de reúso a que se destina, uma vez que modalidades associadas aos riscos mais elevados demandam necessariamente maiores frequências

de monitoramento e em práticas com menores riscos o monitoramento pode ser mais flexível.

Nota-se que o conceito de “fertilização” foi adotado somente no documento regulador do estado de Minas Gerais. Já a indicação de identificação de veículos associados ao reúso e tanques de armazenamento de água de reúso é adotada somente pelos estados de Minas Gerais e São Paulo. Ambos, inclusive, já definem no próprio documento regulador as características dos selos de identificação.

Conforme observado na discussão anterior e na Tabela 1, geralmente, a aplicação de água para reúso pode ser dividida em diversas categorias: (i) reúso urbano; (ii) reúso agrícola (que pode incluir silvicultura e pastagens); (iii) reúso ambiental (que pode incluir a recarga subterrânea ou superficial para fins não potáveis); (iv) reúso na aquicultura; (v) reúso industrial; (vi) reúso não potável em geral; e (vii) reúso potável. Ainda, os empreendimentos podem ser centralizados ou descentralizados. O primeiro caso apoia-se em um sistema coletivo que coleta e transporta o efluente gerado em uma bacia de esgotamento para ser tratado em uma ETE única. O segundo, coleta e trata o esgoto produzido *in loco*, onde inclusive, há a possibilidade de separação das águas fecais e cinza. O sistema descentralizado, considerando o reúso de água cinza, é abordado na NT 4 dessa coletânea (PAULO *et al.*, 2022).

Na presente NT, de forma a facilitar a discussão, as tipologias de reúso foram agrupadas em: (i) agrícola; (ii) urbano; (iii) industrial; e (iv) aquícola. Ressalta-se que o uso potável ou mesmo a recarga de aquífero não potável não são destacadas no contexto nacional.

4.1. Reúso agrícola

O reúso de água na agricultura, de longe, é a aplicação mais dominante da prática de reúso no mundo (ANGELAKIS *et al.*, 2018) e a sua utilização possui diversas vantagens, como a redução das pressões de captação de água nos mananciais e dos conflitos pelo uso da água, o gerenciamento e recuperação de nutrientes, entre outros fatores. Em que pese tais vantagens, além da elevada demanda por água desse setor no Brasil, a adoção da água para reúso na agricultura deve prezar pela qualidade, principalmente em irrigação de culturas consumidas cruas e de desenvolvimento rente

ao solo, devido aos riscos potenciais para a saúde e o solo. Maiores detalhes acerca do uso de efluente sanitário em atividades agrossilvipastoris podem ser consultados na NT 3 desta coletânea (MARQUES *et al.*, 2022).

De maneira geral, conforme apresentado na Tabela 1, observam-se valores bastante divergentes em comparação direta entre os padrões estabelecidos pelos documentos em estudo. A adoção desses valores é consequência de diferentes interesses e objetivos regionais, características distintas de desenvolvimento socioeconômico, ambientais e culturais, além de diferentes níveis de maturidade com a prática de reúso, relacionadas às suas experiências. Cada região apresenta um contexto específico e teve seus documentos reguladores estabelecidos em épocas também distintas.

Em relação aos padrões de indicação de contaminação fecal (coliformes termotolerantes e *E. coli*), os valores encontram-se no intervalo de “não detectável” à 10^6 org·100 mL⁻¹. Claro que os valores mais baixos estão relacionados aos usos irrestritos ou amplos. Entretanto, observa-se, por exemplo, que o estado de Minas Gerais, apesar de vetar o uso em culturas consumidas cruas, indica padrões bem mais flexíveis que os demais e, no seu conceito mais restritivo (usos amplos), o valor é superior àqueles indicados para os usos restritos no estado do Ceará e no Programa Interáguas. Observa-se ainda demasiada restrição no estado do Ceará para usos em culturas a serem consumidas cruas, cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação, indicando padrão “não detectável” para os indicadores de contaminação fecal. Entendimento semelhante é observado para o estado do Rio Grande do Sul, que além de não permitir irrigação dessas culturas com água para reúso, ainda estabelece padrões mais restritivos comparativamente à Bahia e a Minas Gerais. Os padrões indicados por estes dois últimos estados parecem mais alinhados com os padrões indicados pela OMS. Possivelmente, esses padrões possam sugerir um fomento da prática de reúso na irrigação, possibilitando a redução da captação dos mananciais e de conflitos pelos usos da água nessas regiões.

O levantamento das características regionais é de extrema importância para a definição dos padrões para

a prática de reúso, pois, com isso, é possível conhecer a qualidade do efluente que está sendo produzido na região de interesse, as demandas, a análise das potencialidades e, assim, elaborar padrões realistas, dentro do risco aceitável.

Lima *et al.* (2020) realizaram uma análise ampla do potencial de reúso para irrigação em todas as regiões hidrográficas brasileiras. Os autores concluíram que no território nacional seria possível suprir 9% da demanda total de irrigação com potencial parcialmente instalado de produção de água para reúso, e que a região hidrográfica do Paraná apresenta potencial instalado de atendimento, com água para reúso, de 40% da demanda para irrigação. Apesar de parecer um cenário utópico para a realidade brasileira, destaca-se que em Israel, segundo Marin *et al.* (2017), 87% do efluente tratado no país é direcionado à agricultura, representando 40% da demanda total de irrigação.

4.2. Reúso urbano

Em ambientes urbanos, a água para reúso pode ser adotada para diversos fins, tais como lavagem de ruas, de pátios, de estacionamentos e de veículos, combate a incêndio, desobstrução de galerias de águas pluviais e de esgoto, irrigação paisagística, construção civil, descarga de vaso sanitário, entre outros. Esses usos ainda podem ser definidos como restrito/limitado ou irrestrito/amplo, ou ainda definidos em categorias do tipo “classes”. Todos os documentos reguladores apresentados na Tabela 1 indicam padrões para usos urbanos e somente o documento do estado de São Paulo é que define padrões exclusivamente para este fim. Observa-se, assim, que os usos em ambientes urbanos, além dos usos para fins agrícolas, apresentam uma tendência de alta demanda no país, fazendo com que maior atenção deva ser dada a esses fins, com o objetivo de se reduzir as pressões sobre os recursos hídricos.

É importante salientar que entre os documentos reguladores apresentados na Tabela 1, há uma enorme divergência de entendimento relacionada ao *nexus* nível de restrição-tipo de uso. Por exemplo, a “lavagem de ruas” é considerada como um uso irrestrito (alta exposição) para os padrões do Interáguas e dos estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul, no entanto, trata-se de um uso

restrito (baixa exposição) para o documento regulador do estado de São Paulo. Neste caso, mesmo os níveis de restrição sendo diferentes para o mesmo tipo de uso em distintos documentos, as Resoluções dos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul apresentam valores semelhantes para indicadores de contaminação fecal ($200 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$). Outros exemplos desse tipo podem ser observados para outros usos, como lavagem de veículos e combate a incêndio. Dessa forma, Santos *et al.* (2020) afirmam que a discrepância de entendimento pode levar a uma insegurança por parte do usuário, dificultando ainda mais a aceitação da água para reúso pelo público geral.

Ainda no âmbito urbano, um uso que merece destaque é aquele relacionado à desobstrução de galerias de águas pluviais e de esgoto. Santos e Vieira (2020) destacam que esse uso se trata de uma prática essencialmente brasileira, pelo fato de essas tubulações se apresentarem constantemente assoreadas. Isso se dá em função das diferenças entre concepção, construção e operação dos sistemas unitários e dos sistemas separadores absolutos de coleta de águas pluviais e de esgoto sanitário adotados no Brasil. Para este caso, o documento regulador do estado de São Paulo define padrões extremamente restritivos para os indicadores de contaminação fecal ($200 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$), enquanto os documentos do Ceará, do Rio Grande do Sul e de Minas Gerais definem padrões mais flexíveis, da ordem de $5 \times 10^3 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, $1 \times 10^3 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ e $1 \times 10^7 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, respectivamente. Assim é importante avaliar, de maneira prática e aplicada, o que acarreta a definição de padrões tão exigentes para esse tipo de uso.

Novamente, destaca-se que a necessidade de levantamento das características regionais é de extrema importância para a elaboração dos padrões para este fim, principalmente em função da qualidade do efluente que vem sendo produzido na região de interesse e da necessidade de adaptá-lo ao reúso, de forma a incentivar a prática segura e responsável, e não a limitar.

4.3. Reúso industrial

De acordo com ANA (2019), o uso de águas na indústria é responsável pelo terceiro maior consumo de água

no Brasil, estando mais concentrado na região Sudeste. Porém, considerando as peculiaridades desse setor, como tipologias e processos distintos, as quantidades consumidas podem variar amplamente.

Em termos de critérios e padrões para o reúso industrial, somente o documento do Programa Interáguas indica padrões para este fim, além de definir que os critérios são de responsabilidade do empreendedor. Nessa mesma linha, os documentos dos estados do Ceará e de Minas Gerais não definem padrões para reúso industrial, mas também definem que o uso no processo industrial é de responsabilidade do empreendedor. Esse aspecto se alinha ao conceito do reúso interno, onde a produção da água para reúso pode ser consequência de atividades que ocorrem nas instalações internas do próprio pátio industrial. O documento do estado do Rio Grande do Sul, também, não define padrões para reúso industrial, e menciona que é necessário “obedecer às especificações técnicas de acordo com a finalidade e tecnologia do processo industrial a que se destina”.

De maneira complementar, tanto o documento do Programa Interáguas como o do estado de Minas Gerais definem que o reúso industrial não deve ser praticado em indústrias do setor alimentício. E o documento regulador do estado de São Paulo, apesar de em seu território estar instalado o Aquapolo (maior projeto de reúso industrial da América Latina), não contempla a água para reúso proveniente de estações de tratamento de esgoto implantadas por estabelecimentos comerciais ou industriais.

4.4. Reúso aquícola

Na aquicultura ocorre o cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos, entre outros, em ambientes controlados. De acordo com *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), além da aquicultura ser a atividade de produção de alimentos que mais cresce no mundo, no Brasil, a produção aquícola foi de, aproximadamente, 46% da produção total de pescado nacional em 2017 (FAO, 2019). Assim, pode-se observar a relevância da prática e suas consequências para o meio ambiente no país como um todo.

Considerando a aplicação da água para reúso na prática de aquicultura, entre os documentos estudados e apresentados na Tabela 1, somente o do estado do Ceará e do Programa Interáguas abordam essa modalidade, ambos com definição de padrão de $10^3 \text{ Org}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ para indicadores de contaminação fecal. Esse valor apresenta-se alinhado com os padrões determinados pela OMS e pelo PROSAB para essa prática (BASTOS *et al.*, 2008).

A justificativa de somente a legislação do Ceará abordar essa modalidade pode estar relacionada com a demanda da região. A região Nordeste do Brasil apresenta elevado potencial para produção aquícola, devido ao seu elevado número de reservatórios de água doce com características favoráveis para o cultivo de organismos aquáticos (VIDAL e XIMENES, 2019). Assim, o reúso aquícola nessa região pode diminuir consideravelmente as pressões sobre os recursos hídricos, porém há que se observar os riscos relacionados ao meio ambiente e à saúde pública.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário apresentado em termos de regulamentação da prática de reúso de água e da evolução a partir das experiências adquiridas, a definição de um quadro regulatório deve abranger, principalmente, os seguintes aspectos:

- Tipologias de reúso e padrões (para usos mais restritos e menos restritos) alinhados com as expectativas de evolução e institucionalização da prática, de acordo com aspectos de desenvolvimento socioeconômico, principais demandas e objetivos claros.
- Mecanismos de licenciamento, com definição de responsabilidades para produtores, distribuidores, consumidores, usuários e operadores, podendo ainda envolver a aplicação de um seguro contra incidentes.
- Abordagem do risco microbiológico, tanto em relação à saúde pública como em relação ao meio ambiente. Ainda, o plano de gestão do risco deve ser igualmente instituído, de forma a cumprir com as metas impostas.
- Definição de um ambiente amistoso, de transparência e de confiança entre as partes interessadas na água para reúso, de forma a minimizar os impactos de rejeição. Uma cultura de uso racional, conservação e reúso da água deve ser criada, na medida em que se avança

com o quadro regulatório e com a implantação dos empreendimentos.

- Criação de uma identidade visual para veículos, tanques de armazenamento e dutos referentes à prática de reúso, que podem ser relevantes para a aproximação do público em geral com a prática de reúso.
- Avaliação da gestão integrada entre sistemas centralizados e descentralizados, conforme conveniência e aplicabilidade para a região.

Ressalta-se que todos os aspectos aqui apresentados e amplamente discutidos só fazem sentido diante de um planejamento adequado e com a definição de uma política de conservação, uso racional e reúso de água de modo a tornar a prática segura e responsável para atendimento aos objetivos propostos.

Essa nota técnica apresentou dados científicos e técnicos sobre a abordagem regulatória da prática de reúso, de forma a oferecer instrumentos para decisões baseadas

principalmente em dados técnico-científicos e não em relações estritamente políticas. A institucionalização regional do reúso de água é fortemente dependente da criação de uma cultura de reúso como forma de diminuir as pressões sobre os recursos hídricos, conforme apresentado ao longo de todo o texto.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao colega Lucas de Almeida Chamhum Silva o apoio para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto – INCT ETEs Sustentáveis.

Este trabalho faz parte da série de publicações do INCT ETEs Sustentáveis

REFERÊNCIAS

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

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Manual de usos consuntivos da água no Brasil*. Brasília, Brasil: ANA, 2019. 75 p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. Brasília, Brasil: ANA, 2017. 88 p.

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.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira - NBR 13969: *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997. 60 p.

BASTOS, R. K. X.; KIPERSTOK, A.; CHERNICHARO, C. A. L.; FLORENCIO, L.; MONTEGGIA, L. O.; von SPERLING, M.; AISSÉ, M. M.; BEVILAQUA, P. D.; PIVELI, R. P. Subsídios à regulamentação do reúso de águas no

Brasil - Utilização de esgotos sanitários tratados para fins agrícolas, urbanos e piscicultura. *Revista DAE*, v. 177, n. 122, 2008.

BRASIL. Diário Oficial da União. Lei Federal nº 14.026, de 16 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. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, completa e altera a Resolução nº 357, de março de 2005. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios para o reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fishery and Aquaculture Statistics. *Statistiques des pêches et de l'aquaculture. Estadísticas de pesca y acuicultura 2017*. Roma. 2019.

INTERÁGUAS. Programa de Desenvolvimento do Setor Águas. *Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Produto III - Critérios de qualidade de água. 2018. Brasília.

JEONG, H.; KIM, H.; JANG, T. Irrigation water quality standards for indirect wastewater reuse in agriculture: a contribution toward sustainable wastewater reuse in South Korea. *Water*, v. 8, n. 4, p. 169, 2016.

LIMA, 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 Supply*, v. 21, n. 6, P. 2799-2810, 2021.

MARIN, P.; TAL, S.; YERES, J.; RINGSKOG, K. *Water management in Israel: Key Innovations and lessons learned for water scarce countries*. World Bank, Washington, DC. 2017.

MARQUES, M. V. A.; CHAMHUM-SILVA, L. A.; MATOS, A. T.; BOMFIM, N. F.; BARROS, K. K.; BASTOS, R. K. X.; KATO, M. T. Reúso não potável de água: Aspectos legais, aproveitamento urbano e agrícola, e tecnologias emergentes para produção de água para reúso. Nota Técnica 3 - Uso agrícola: Condições de aplicabilidade de efluente de estações de tratamento de esgoto. *Cadernos Técnicos Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 29-41, 2022.

MELO, M. C.; SANTOS, A. S. P.; SANTOS, N. A. P.; ARAÚJO, 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.

OMS. Organização Mundial de Saúde. *Potable Reuse: Guidance for producing safe drinking-water*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2017. 152 p.

OMS. Organização Mundial de Saúde. *Quantitative microbial risk assessment: application for water safety management*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2016. 187 p.

PAULO, P. L.; VIEIRA, J.; TAKAHASHI, K. M.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; SILVA, J. B.; BONCZ, M. A. Reúso não potável de água: Aspectos legais, aproveitamento urbano e agrícola, e tecnologias emergentes para produção de água para reúso. Nota Técnica 4 - Água para reúso: água cinza tratada em *wetlands* construídos. *Cadernos Técnicos Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 43-58, 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.

SHOUSHTARIAN, F.; NEGAHBAN-AZAR, M. Worldwide Regulations and Guidelines for Agricultural Water Reuse: A Critical Review. *Water*, v. 12, n. 4, p. 971, 2020.

VIDAL, M. F.; XIMENES, L. F. Produção de pescados na área de atuação do BNB. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S/A, 2019 (Análise Setorial). *Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste* (ETENE). Ano 4, n. 91, agosto, 2019.