

## Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil

**Ana Silvia Pereira Santos**

Professora Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ  
✉ [ana.pereira@uerj.br](mailto:ana.pereira@uerj.br)

**Ricardo Franci Gonçalves**

Professor Titular do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo – DEA/UFES

**Marília Carvalho de Melo**

Diretora-Presidente do Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM

**Maíra Araújo de Mendonça Lima**

Engenheira Ambiental – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

**Bruna Magalhães Araujo**

Mestre em Engenharia Ambiental – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – PEAMB/UERJ

Recebido em 3 de agosto de 2020

Aceito em 20 de setembro de 2020

### Resumo:

O reúso de águas tem sido considerado uma ferramenta estratégica para atenuar as pressões hídricas. No Brasil ainda não há uma legislação específica, de abrangência nacional, com a abordagem de padrões de qualidade de água para fins de reúso. Nesse estudo foram analisados 11 documentos reguladores (legais, normativos e norteadores) federais e sub federais, tanto em relação ao reúso de água como em relação aos usos múltiplos da água. Objetivou-se com isso estabelecer uma comparação entre os principais padrões de qualidade de água para contribuição à implementação e ao aprimoramento do instrumento de reúso no Brasil. Concluiu-se que os documentos legais que abordam o uso e o reúso de águas apresentam padrões sobrepostos e na maioria dos casos, com valores bastante discrepantes. Em relação à restrição de uso ou exposição ao risco para os casos de reúso urbano, há uma grande diversidade nas premissas conceituais entre os diferentes instrumentos avaliados. Os documentos legais específicos para reúso de águas no Brasil apresentam-se com restrições demasiadamente elevadas, podendo dificultar a implantação de ações efetivas de reúso no país. O padrão de qualidade de água específico para reúso deve ser condizente com a realidade socioeconômica do país, indicando principalmente o padrão microbiológico do efluente e os parâmetros que o representa. Avaliações de risco devem ser abordadas de maneira a respaldar os limites estabelecidos para padrões microbiológicos.

**Palavras-chave:** Uso de água, Reúso de água, Avaliação de risco microbiológico, Documentos legais, Documentos norteadores, Documentos normativos.

### A critical analysis of the water quality standards for use and water reuse in Brazil

### Abstract:

The water reuse has been a strategic tool to reduce pressure on water resources. There is no specific nationwide legislation in Brazil that addresses water quality standards for reuse. In this study 11 national and sub-national regulatory documents (legal, normative, and guidelines) were analyzed, both in relation

to water reuse and water use. The objective is to compare the main water quality standards regarding the subject in order to add to the implementation and the enhancement of water reuse in Brazil. The study concluded that the analyzed documents present overlapping standards and, in most cases, with very different values. In the subject of the use restriction or risk exposure for urban reuse, the different instruments evaluated there is a diversity in the conceptual premises. The specific Brazilian legislation addressing water reuse presents very restrictive standards, which can be barriers to the implementation of effective reuse in the country. The specific water quality standard for reuse must be consistent with the country's socioeconomic reality, primarily presenting the microbiological indicators of the effluent and the quality parameters that represent it. Risk assessment must be addressed in order to provides basis for the limits determined as microbiological standards.

**Keywords:** Water use, Water reuse, Risk assessment, Microbiological risk, Legal documents, Guiding documents, Normative documents.

## Un análisis crítico de los estándares de calidad del agua para uso y reutilización del agua en Brasil

### Resumen:

La reutilización del agua se ha considerado una herramienta estratégica para mitigar las presiones del agua. En Brasil, todavía no existe una legislación específica, de alcance nacional, que aborde los estándares de calidad del agua con el propósito de reutilizarla. En este estudio se analizaron 11 documentos regulatorios nacionales y subnacionales (legales, normativos y orientadores), tanto en relación con la reutilización del agua como en relación con los usos múltiples del agua. El objetivo era establecer una comparación entre los principales estándares de calidad del agua para contribuir a la implementación y mejora del instrumento de reutilización en Brasil. Se concluyó que los documentos legales que abordan el uso y la reutilización del agua tienen patrones superpuestos y, en la mayoría de los casos, con valores muy diferentes. En cuanto a la restricción de uso o exposición al riesgo para casos de reutilización urbana, existe una gran diversidad en las premisas conceptuales entre los diferentes instrumentos evaluados. Los documentos legales específicos para la reutilización del agua en Brasil se presentan con restricciones demasiado altas, lo que puede dificultar la implementación de acciones efectivas de reutilización en el país. El estándar específico de calidad del agua para la reutilización debe ser consistente con la realidad socioeconómica del país, indicando principalmente el patrón microbiológico del efluente y los parámetros que lo representan. Las evaluaciones de riesgos deben abordarse para apoyar los límites establecidos para los estándares microbiológicos.

**Palabras clave:** Uso del agua, Reutilización del agua, Evaluación de riesgos microbiológicos, Documentos legales, Documentos de guía, Documentos normativos.

### INTRODUÇÃO

No ano de 2013, parte significativa do Brasil iniciou um longo processo de seca severa (CUNHA *et al.*, 2015). A região sudeste brasileira, que concentra os estados com o maior desenvolvimento socioeconômico no país, desde 2013, tem vivenciado a pior seca dos últimos 55 anos e o resultado foi um fenômeno nomeado como Crise Hídrica especialmente em função da falta de água para abastecimento público nas principais capitais (NOBRE *et al.*, 2016). De acordo com Sapkota (2019), os impactos de seca serão agravados nos próximos anos em todo o planeta, em função do crescimento populacional e das mudanças climáticas. Segundo Misra (2014), a temperatura média global pode aumentar entre 1,4 e 5,8 °C e haverá uma redução

significativa da quantidade de água disponível e do rendimento agrícola até o final do século XXI.

Mesmo na condição do Brasil de uma das nações com maiores disponibilidades hídrica no mundo, o cenário da gestão das águas tem se tornado incerto. Segundo Brandão *et al.* (2019), pelo menos 8% da reserva mundial de água doce está no território brasileiro, entretanto com uma distribuição desigual. Nesse contexto de insegurança hídrica, o reúso de águas residuárias tratadas é indubitavelmente uma ferramenta estratégica para a reengenharia do ciclo da água nas cidades e no campo. A prática oferece uma fonte alternativa de água ao gerenciamento regional dos recursos hídricos, além de evitar o lançamento de águas residuárias nos corpos d'água.

Contudo, as resistências existentes devem ser suplantadas por meio de um adequado entendimento técnico sobre a prática de reúso e as normas que o regulam, considerando suas três principais regras: i) assegurar o eficiente tratamento das águas residuárias de modo a satisfazer as normas vigentes para o uso planejado; ii) não se constituir em ameaça à saúde dos usuários; e iii) conquistar a aceitação da população. A esses, devem se associar aspectos legais que considerem os tipos de reúso e valores máximos permissíveis para os parâmetros de qualidade de água de acordo com maior ou menor possibilidade de contaminação, envolvendo metodologias de gestão do risco.

Destaca-se que o alicerce para institucionalização de um instrumento, como é o caso do reúso, deve se apoiar em normas que regulem, direcionem e, concomitantemente, deem segurança à sua aplicação. Nesse sentido, com vista a impulsionar a prática de reúso no Brasil como um dos instrumentos indutores de promoção da segurança hídrica, o objetivo do estudo é apresentar e discutir o estado da arte em relação aos aspectos legais, normativos e norteadores envolvidos na prática de uso e reúso de água no país, bem como apresentar contribuições para o seu aprimoramento.

## METODOLOGIA

O trabalho buscou relacionar os padrões de qualidade de água estabelecidos em 11 documentos nacionais reguladores (legais, normativos e norteadores), tanto em relação ao reúso de água (1) como em relação aos usos múltiplos da água (2). Somente documentos que definem valores para os padrões de qualidade de água foram analisados no estudo. Essa análise foi realizada em função de parâmetros microbiológicos relacionados ao risco à saúde e de parâmetros físico-químicos de caracterização básica de esgotos. No primeiro grupo estão os indicadores de contaminação fecal (Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*); no segundo, sólidos, turbidez e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). O cloro residual também foi abordado por se tratar de um importante parâmetro relacionado, de maneira positiva, à eficácia de desinfecção; e de maneira negativa à degradação do solo e à formação de subprodutos carcinogênicos.

### 1) Documentos relacionado ao reúso de água

No caso do reúso, o Brasil, no âmbito federal, ainda não estabeleceu uma legislação com a abordagem de padrões de qualidade de água; e somente alguns estados e municípios, de que se tem conhecimento até a presente data, determinaram seus padrões nas esferas sub federais do território nacional: i) município de Campinas no estado de São Paulo (CAMPINAS, 2014); ii) estado da Bahia (BAHIA, 2010); iii) estado do Ceará (CEARÁ, 2017); iv) estado de São Paulo que foi atualizada recentemente (SÃO PAULO, 2020); v) estado do Rio Grande do sul (RIO GRANDE DO SUL, 2020); e vi) estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2020). Ressalta-se que a Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), que atualiza o marco legal do saneamento básico destaca o reúso de efluentes como tema de regulamentação, através das normas de referência, pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Ambiental (ANA).

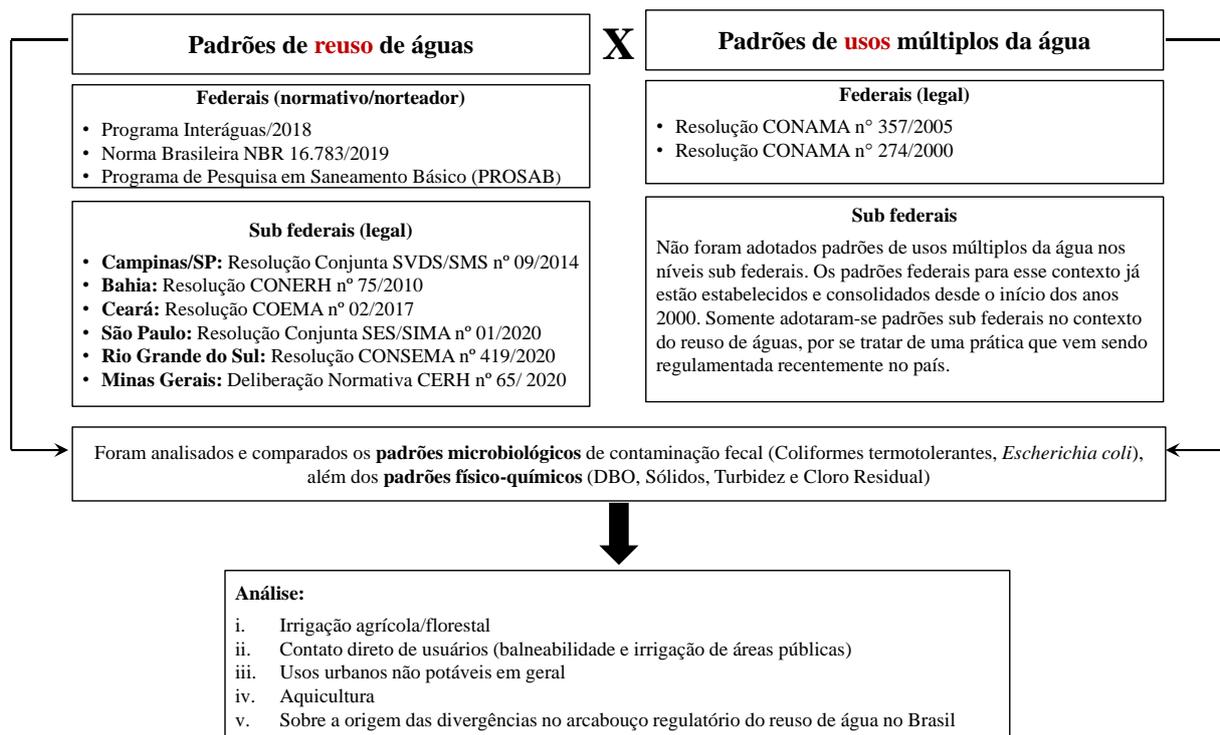
No que se refere aos aspectos norteadores que determinam padrões de reúso de água, foram considerados nessa discussão: i) critérios de qualidade de água definidos no âmbito do *Programa de desenvolvimento do setor águas - Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil. Produto III* (INTERÁGUAS, 2018); ii) diretrizes indicadas pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) e agrupadas por Bastos *et al.* (2008); além da iii) Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 16783/2019 (ABNT, 2019).

2) Documentos relacionados aos usos múltiplos da água

Em relação aos aspectos legais que envolvem os usos múltiplos da água no Brasil, com definição de padrões de qualidade de água, encontram-se discutidas no presente estudo, as normas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) e Resolução CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000).

O fluxograma referente à metodologia adotada para a análise dos dados pode ser observado na Figura 1, considerando os documentos reguladores citados, tanto para o uso como para reúso de água, nos níveis federal e sub federais. A análise foi realizada em relação a i) irrigação agrícola/florestal, ii) contato direto de usuários (balneabilidade e irrigação de áreas públicas); iii) usos urbanos não potáveis em geral; e iv) aquicultura. Ressalta-se que o uso industrial, apesar de ser indicado em alguns documentos analisados, não foi abordado na discussão, pelo fato de, em geral, não apresentar padrões. O uso ambiental também não foi abordado. Apesar de ele estar explícito em alguns documentos estudados, as categorias são muito distintas, dificultando uma análise conjunta.

**Figura 1** – Fluxograma da metodologia adotada para a análise dos documentos reguladores relacionados ao uso e ao reúso de água no Brasil.



**Legenda:** CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente; SVDS – Secretaria Verde, Meio Ambiente de Desenvolvimento Sustentável; SMS – Secretaria Municipal de Saúde; CONERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos; COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente; SES – Secretaria de Estado da Saúde; SIMA – Secretaria de Estado de Infraestrutura do Meio Ambiente; CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente; CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

**Fonte:** autoria própria.

## RESULTADOS

Os principais padrões de qualidade de água estabelecidos nos documentos reguladores de abrangência nacional, adotados na presente discussão, estão sistematizados nas Tabelas 1, 2 e 3. Na Tabela 1, abordam-se os padrões relacionados aos usos múltiplos da água; na Tabela 2, aqueles relacionados ao reúso de água no âmbito federal; e na Tabela 3, aqueles relacionados ao reúso de água nas instâncias sub federais. Na Tabela 4, observam-se as características gerais relacionadas a cada categoria de reúso, definidas em todas os 11 documentos abordados no estudo.

Ressalta-se que, nas Tabelas 1, 2 e 3, o parâmetro “coliformes”, foi incluído no cabeçalho de maneira genérica, porém em cada item é indicado que se trata de Coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Em relação ao parâmetro “sólidos”, de maneira análoga, adotou-se uma generalização, com indicação do tipo de sólidos (suspensos totais ou dissolvidos totais) em cada item. Por fim, o mesmo pode ser dito em relação ao parâmetro “cloro residual”, que em cada item está definido como total ou livre.

**Tabela 1** – Limites estabelecidos para parâmetros de qualidade de água em documentos legais federais relacionados aos usos múltiplos da água no Brasil.

Documento	Coliformes	Turbidez	DBO*	Sólidos	Cloro residual
	Org/100mL	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
CONAMA 357/2005 (Classe I)	200 (Ct)	40	3	-	-
CONAMA 357/2005 (Classe II)	1000 (Ct)	100	5	-	-
CONAMA 357/2005 (Classe III)	4000 (Ct)	100	10	-	-
CONAMA 274/2000	1000 (Ct) 800 (E.coli)	-	-	-	-

**Legenda:** Ct – Coliformes termotolerantes; E.coli – *Escherichia coli*. \* DBO = DBO<sub>5</sub> em todo o texto.

**Fonte:** Brasil (2000); Brasil (2005).

**Tabela 2** – Limites estabelecidos para parâmetros de qualidade de água em documentos normativo/norteadores federais relacionados ao reúso de água no Brasil.

Documento	Coliformes	Turbidez	DBO	Sólidos	Cloro residual
	Org/100mL	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
Interáguas (Agrícola restrito)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	30	-	> 1,0
Interáguas (Agrícola irrestrito)	10 (Ct)	5	15	-	> 1,0
Interáguas (Urbano restrito)	10 <sup>3</sup> (Ct)	5	30	-	> 1,0
Interáguas (Urbano irrestrito)	10 (Ct)	5	15	-	> 1,0
Interáguas (Aquicultura)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	60	-	-
PROSAB (Agrícola com irrigação irrestrita)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Agrícola com irrigação restrita)	10 <sup>4</sup> (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Urbano irrestrito)	200 (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Urbano restrito)	10 <sup>4</sup> (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Descarga de vaso sanitário)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Piscicultura afluyente ao tanque)	10 <sup>4</sup> (Ct)	-	-	-	-
PROSAB (Piscicultura dentro do tanque)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	-	-	-
NBR 16783/2019	200 (E.coli)	5	20	2000 <sup>(1)</sup> (SDT)	0,5-5,0 <sup>(2)</sup> (L)

**Legenda:** Ct – Coliformes termotolerantes; E.coli – *Escherichia coli*; SDT – Sólidos Dissolvidos Totais; L – cloro residual livre. **Notas:** <sup>(1)</sup> ou 3.200 µS/cm de condutividade elétrica; <sup>(2)</sup> recomendável máximo = 2,0 mg/L.

**Fonte:** INTERÁGUAS (2018); Bastos *et al.*, (2008); ABNT (2019).

**Tabela 3** – Limites estabelecidos para parâmetros de qualidade de água em documentos legais sub federais relacionados ao reúso de água no Brasil.

Documento	Coliformes	Turbidez	DBO	Sólidos	Cloro residual
	Org/100mL	NTU	mg/L	mg/L	mg/L
Campinas (Classe A)	100 (Ct / E.coli)	1	5	5 (SST)	> 1,5 (T) >1,0 (L)
Campinas (Classe B)	200 (Ct / E.coli)	5	30	30 (SST)	< 3,0 (T) < 2,0 (L)
BA (Categoria A)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	-	-	-
BA (Categoria B)	10 <sup>4</sup> (Ct)	-	-	-	-
CE (Urbano)	5000* (Ct)	-	-	-	-
CE (Agrícola/florestal-a)	ND (Ct)	-	-	-	-
CE (Agrícola/florestal-b)	1000 (Ct)	-	-	-	-
CE (Aquicultura)	1000 (Ct)	-	-	-	-
SP (Irrestrito)	ND (Ct / E.coli)	2	10	-	≥ 1,0
SP (Restrito)	200 (Ct) 120 (E.coli)	-	30	30 (SST)	≥ 1,0 (T)
RS (Urbano Classe A)	200 (Ct)	-	-	-	< 1,0 (T)
RS (Urbano Classe B)	10 <sup>3</sup> (Ct)	-	-	-	-
RS (Agrícola/florestal)	10 <sup>4</sup> (Ct)	-	-	-	-
MG (Agrossilvipastoril amplo)	10 <sup>4</sup> (Ct / E.coli)	-	-	-	-
MG (Agrossilvipastoril limitado)	10 <sup>6</sup> (Ct / E.coli)	-	-	-	-
MG (Urbano amplo)	10 <sup>3</sup> (Ct / E.coli)	-	-	-	-
MG (Urbano limitado)	10 <sup>4</sup> (Ct / E.coli)	-	-	-	-

**Legenda:** Ct – Coliformes termotolerantes; E.coli – *Escherichia coli*; SST – Sólidos Suspensos Totais; L – cloro residual livre; T – cloro residual total; ND – Não detectável; BA – Bahia; CE – Ceará; SP – São Paulo; RS – Rio Grande do Sul; MG – Minas Gerais. **Notas:** \*para fins de irrigação paisagística, o parâmetro “Coliformes termotolerantes” deve ser até 1000/100 mL.

**Fonte:** Campinas (2014); Bahia (2010); Ceará (2017); São Paulo (2020); Rio Grande do Sul (2020); Minas Gerais (2020).

**Tabela 4** – Características gerais de cada categoria de reúso adotada em todos os documentos reguladores abordados no estudo.

Documento	Categoria/Características
CONAMA 357/2005 (padrões para usos múltiplos da água)	<b>Classe I:</b> irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e ingeridas cruas sem remoção de película. <b>Classe II:</b> irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa ter contato direto, aquicultura e atividade de pesca. <b>Classe III:</b> irrigação de arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
CONAMA 274/2000 (padrões para balneabilidade)	Balneabilidade por contato primário para a categoria satisfatória.
Interáguas/2018 (padrões para reúso agrícola, urbano, ambiental, industrial e aquícola)	<b>Agrícola irrestrito:</b> irrigação de cultura alimentícia que se desenvolve rente ao solo sem processamento prévio. <b>Agrícola restrito:</b> irrigação de cultura alimentícia que se desenvolve distante do solo sem processamento prévio; após processamento prévio; não destinadas ao consumo humano; cultivo de florestas plantadas. <b>Urbano irrestrito:</b> irrigação paisagística, bacias sanitárias e lavagem de logradouros. <b>Urbano restrito:</b> irrigação paisagística e outros usos urbanos em áreas restritas, tais como desobstrução de redes de esgoto, construção civil, lavagem de veículos e combate a incêndio. <b>Aquicultura:</b> criação de peixe ou cultivo de vegetais aquáticos.
PROSAB (padrões para reúso agrícola, urbano, aquícola e vaso sanitário)	<b>Agrícola irrigação irrestrita:</b> qualquer cultura, hidropônico e consumidas cruas. <b>Agrícola irrigação Restrita:</b> hidropônico e qualquer cultura não ingerida crua, culturas alimentícias e não alimentícias, forrageiras, pastagens e árvores. <b>Urbano irrestrito:</b> irrigação (campos de esporte, parques, jardins e cemitérios), usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso irrestrito ao público, limpeza de ruas. <b>Urbano restrito:</b> irrigação (parques, canteiros de rodovias), usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso controlado ou restrito ao público, abatimento de poeira em estradas vicinais, usos na construção civil. <b>Descarga de vaso sanitário. Piscicultura afluyente e interno ao tanque.</b>
NBR 16783/2019	Descarga de vaso sanitário; lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas; lavagem de veículos; irrigação

(padrões para reúso em edificações)	paisagística; uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos), arrefecimento de telhados, sistemas de resfriamento a água.
Campinas/2014 (padrões para reúso urbano)	<b>Classe A (irrestrito):</b> combate a incêndio e lavagem automatizada externa de veículo. <b>Classe B (restrito):</b> irrigação paisagística, lavagem de logradouros e outros espaços, construção civil, desobstrução de galerias e redes de esgoto.
Bahia/2010 (padrões para reúso agrícola e/ou florestal)	<b>Categoria A:</b> irrigação, inclusive hidroponia, de qualquer cultura incluindo produtos alimentícios consumidos crus. <b>Categoria B:</b> irrigação, inclusive hidroponia, de produtos alimentícios não consumidos crus e não alimentícios, forrageiras, pastagens, árvores, revegetação e recuperação de áreas degradadas
Ceará/2017 (padrões para lançamento de efluentes e reúso agrícola/florestal, urbano, ambiental, industrial e aquícola)	<b>Urbano:</b> irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate de incêndio em área urbana. <b>Agrícola/florestal-a:</b> culturas a serem consumidas cruas, cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação. <b>Agrícola/florestal-b:</b> demais culturas. <b>Aquicultura:</b> criação de animais e cultivo de vegetais aquáticos;
São Paulo/2020 (padrões para reúso urbano)	<b>Irrestrito:</b> irrigação paisagística; lavagem de logradouros e espaços públicos e privados; construção civil; desobstrução de galerias; lavagem de veículos; combate a incêndio. <b>Restrito:</b> exclusivamente a todos os anteriores, exceto combate a incêndio.
Rio Grande do Sul/2020 (padrões para reúso urbano, industrial agrícola e florestal)	<b>Urbano Classe A (irrestrito):</b> irrigação paisagística em locais de acesso irrestrito, lavagem de logradouros e veículos. <b>Urbano Classe B (restrito):</b> irrigação paisagística em locais de acesso limitado ou restrito, abatimento de poeira, construção civil, ETEs e desobstrução de tubulações. <b>Agrícola/florestal:</b> 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.
Minas Gerais/2020 (padrões para reúso em fertirrigação, urbanos e ambiental)	<b>Agrossilvipastoril amplo:</b> fertirrigação superficial, localizada ou por aspersão. <b>Agrossilvipastoril limitado:</b> fertirrigação superficial ou localizada, evitando-se contato da água de reúso com o produto alimentício. <b>Urbano amplo:</b> lavagem de pátios, logradouros ou outros com exposição similar; lavagem de veículos comuns; descargas sanitárias. <b>Urbano limitado:</b> lavagem de veículos especiais e externa de trens e aviões, controle de poeira, combate a incêndio, desobstrução de galerias (para a desobstrução, o limite referente a coliformes termotolerantes ou <i>E.coli</i> é de $1 \times 10^7$ NMP/100 mL).
<b>Fonte:</b> Brasil (2000); Brasil (2005); INTERÁGUAS (2018); Bastos <i>et al.</i> , (2008); ABNT (2019); Campinas (2014); Bahia (2010); Ceará (2017); São Paulo (2020); Rio Grande do Sul (2020); Minas Gerais (2020).	

## DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante considerar a definição de “restrito” e “irrestrito” para as diferentes condições estabelecidas na maioria dos documentos relacionados ao reúso de água estudados. Ressalta-se que a regulamentação do estado de São Paulo, apesar de indicar essas condições, não as define em seu item “definições”. Os estados da Bahia e do Ceará, além do município de Campinas, não indicam categorias com ou sem restrição, bem como a NBR 16783/2019. Somente a regulamentação do estado do Rio Grande do Sul apresenta claramente essas definições, e o documento Interáguas se destaca nesse contexto, por apresentar definições de usos restritos e irrestritos, para diferentes categorias, segundo diferentes fontes.

As condições de restrição ou não podem ser observadas, principalmente, no acesso ou na irrigação. Quando se trata de acesso, entende-se que o irrestrito aborda situações com livre circulação de indivíduos e grande possibilidade de contato direto com a água de reúso; e restrito é aquele cujo contato com a população seja insignificante (RIO GRANDE DO SUL, 2020). Dessa forma, com o objetivo de minimizar os riscos de contaminação microbiológica, usos com acesso irrestrito apresentam padrões com valores mais restritivos do que aqueles de acesso restrito. A irrigação agrícola restrita ou irrestrita refere-se também à maior ou menor possibilidade de contaminação microbiológica. Em geral, os padrões mais restritivos são estabelecidos para culturas que apresentam maior possibilidade de contato com a água de reúso (consumidos crus, que se desenvolvem rente ao solo, tubérculos e hortaliças); os limites mais altos, em geral, são indicados para outros tipos de culturas (consumo após processamento, frutíferas, arbóreas, cerealíferas e forrageiras) (USEPA, 2012; INTERÁGUAS, 2018). Assim, valores mais restritivos (mais baixos) estão associados a acesso e irrigação irrestrita. De maneira oposta, valores menos restritivos (mais altos) estão associados a acesso e irrigação restrita.

Ainda, como forma de esclarecimento, os termos “amplo” e “limitado” adotados na regulamentação do estado de Minas Gerais, não se referem a acesso ou irrigação restrita ou irrestrita. Neste caso, o uso amplo indica que possui amplas possibilidades de aplicações e o uso limitado, aplicações limitadas (MINAS GERAIS, 2020).

Para efeito de análise dos diferentes documentos reguladores, a interpretação dos resultados obtidos no levantamento de dados desse trabalho foi realizada a partir da discussão sobre os padrões adotados para uso em comparação aos padrões adotados para reúso de águas no Brasil. Quatro categorias diferentes foram consideradas como base, conforme apresentado na Figura 1 do item “metodologia”: i) *irrigação agrícola/florestal*; ii) *contato direto de usuários (balneabilidade e irrigação de áreas públicas)*; iii) *usos urbanos não potáveis em geral*; e iv) *aquicultura*.

#### *i) Irrigação agrícola/florestal*

O uso de água para irrigação agrícola ou florestal é abordado na Resolução CONAMA n° 357/2005 que adota uma classificação para diferentes culturas. Além dessa regulamentação relacionada ao uso da água, os seguintes documentos relacionados ao reúso para irrigação (exceto para irrigação paisagística) foram considerados nesse item:

- Interáguas;
- PROSAB;
- Regulamentação do estado da Bahia;
- Regulamentação do estado do Ceará;
- Regulamentação do estado do Rio Grande do Sul;
- Regulamentação do estado de Minas Gerais;

Ressalta-se que somente a regulamentação do estado de Minas Gerais, entre as demais, adota a prática de fertirrigação em detrimento à irrigação somente. Essa, envolve a reutilização da água promovendo o atendimento tanto da demanda hídrica como das necessidades nutricionais de espécies vegetais, sem, entretanto, comprometer a qualidade do solo e das águas subterrâneas, além do desenvolvimento das plantas (SANTOS *et al.*, 2006; MINAS GERAIS, 2020).

Observa-se que todos os instrumentos estudados nesse item abordam padrões de indicação de contaminação fecal, por se tratar do parâmetro que essencialmente está relacionado à transmissão de doenças oro-fecais. Entretanto, somente a CONAMA 357/2005 e o Interáguas apresentam valores para os parâmetros DBO e turbidez, com elevada variação e discrepância entre eles (3,0 a 30,0 mg/L para DBO e 5 a 100 NTU para Turbidez). A resolução CONAMA 357/2005 é bem mais restritiva em termos de DBO, sendo muito leniente com

relação ao parâmetro turbidez, que é um indicador da presença de sólidos em suspensão na água. Trata-se de um contrassenso, pois é sabido que os sólidos em suspensão podem servir de nicho de proteção para diversos organismos patogênicos e prejudicam a desinfecção da água. Talvez por isso o Interágua seja demasiadamente mais restritivo em relação à turbidez. Já o parâmetro “cloro residual” é abordado somente pelo Interágua, apesar de possibilitar uma garantia de proteção da água durante a distribuição e a reservação.

Ressalta-se que o cloro pode danificar a estrutura do solo e da planta em processos de irrigação com água de reúso e as espécies de vegetais apresentam, em geral, baixa tolerância a este elemento (PEDRERO *et al.* 2010; VON SPERLING, 2014). Ainda, a aplicação de compostos clorados na desinfecção da água pode induzir à formação de subprodutos da desinfecção com efeitos carcinogênicos e mutagênicos comprovados (DUARTE e RODRIGUES, 2020).

Em relação ao parâmetro “Coliforme termotolerantes”, o único parâmetro comum a todos os documentos aqui em discussão, os limites mais severos para reúso são os do Interágua ( $10$  a  $10^3$  org/100 mL) e da regulamentação do estado do Ceará (não detectável a  $10^3$  org/100 mL). Observa-se que nestes dois casos há uma elevada preocupação com a possibilidade de contaminação da cultura irrigada, dos consumidores, dos operadores e do solo, principalmente na categoria mais restritiva do documento do estado do Ceará. Santos *et al.* (2006) afirmam que um dos maiores problemas da utilização de águas residuárias na agricultura é a possibilidade de contaminação biológica do produto agrícola; entretanto, se as técnicas de tratamento e manejo dessas águas forem adequadas, os riscos de contaminação biológica dos vegetais passam a ser mínimos. De maneira complementar, Santos e Vieira (2020) afirmam que, de acordo com a exposição ao risco de contaminação, os padrões devem ser adotados de forma a minimizá-lo.

Muitas pesquisas conduzidas com irrigação de diferentes culturas com efluentes sanitários tratados afirmam que eventualmente há contaminação das primeiras camadas do solo e somente da parte exterior do vegetal (ROCHA *et al.*, 2003; AL-LAHHAM *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2006; PEDRERO *et al.*, 2010). Bastos *et al.* (2002), que realizaram pesquisa referente à irrigação de hortaliças com efluentes de lagoas de maturação em série, afirmam que a irrigação com o efluente da terceira lagoa da série resultou em alfaces de qualidade bacteriológica similar à do controle (alfaces irrigadas com água da torneira), superior à de

alfaces regularmente comercializadas em feiras livres e plenamente aceitáveis pelos critérios da legislação brasileira.

Neste ponto, é importante destacar que o conhecimento de que a cultura foi irrigada com esgoto tratado, mesmo resultando em um produto de melhor qualidade, causa repulsa naturalmente (CHING, 2010). Trata-se de um fenômeno de interesse mundial atualmente, conhecido como “*Yuck Factor*” (“Fator Eca”, em português), que vem a ser uma reação de aversão ou de repugnância que influencia diretamente, entre potenciais consumidores ou usuários, a aceitabilidade de alimentos e demais produtos produzidos com água de reúso. Entretanto, boa parte dos cursos d’água brasileiros encontram-se com elevados graus de poluição e contaminação (ANA, 2017) e acabam sendo usados para irrigação de diversas culturas, inclusive hortaliças e vegetais consumidos crus com contato direto com a água de irrigação.

De fato, ainda é necessário se avaliar a questão do enquadramento dos corpos d’água. Esse instrumento visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinados. Entretanto, há uma grande dificuldade em se aplicar o enquadramento, motivo pelo qual muitos corpos hídricos classificados atualmente, de acordo com a CONAMA 357/2005, não apresentam as características de qualidade a eles associadas. Machado *et al.* (2019) afirmam que muitas vezes o Plano para Efetivação do Enquadramento pode se tornar uma peça de ficção em função da falta de recursos financeiros, do baixo engajamento das prefeituras, além da inexperiência em se desenvolver ações que contribuam para a efetivação do enquadramento.

Observa-se assim que os padrões para uso da água, quando comparados aos padrões para reúso de água, apresentam valores bastante discrepantes. Em relação aos indicadores de contaminação fecal, os regulamentos de reúso dos estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul são bem menos restritivos do que a legislação de uso da água, a CONAMA 357/2005 (exceto nos casos de irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas sem a remoção de películas). Santos e Vieira (2020) afirmam que, de maneira geral, padrões mais flexíveis a nível nacional podem incentivar a generalização da prática de reúso no Brasil, e, como consequência, a experiência adquirida poderá proporcionar uma maior exigência nos padrões a serem estabelecidos no futuro. Conforme mencionado anteriormente, a Lei 14.026/2020 (BRASIL, 2020), recém publicada, indica a necessidade da determinação de

normas de referência para o reúso de água pela ANA, além de enfatizar a adoção do reúso como medida de uso racional, juntamente com ações relacionadas à perda de água nos sistemas, o racionamento do seu consumo e o aproveitamento de água de chuva.

O PROSAB propôs o estabelecimento de padrões de qualidade fundamentados em avaliação quantitativa de risco microbiológico (AQRM) ou embasados em evidências epidemiológicas, sempre calcadas na realidade brasileira. Importante ressalva foi realizada a esse último aspecto, uma vez que evidências epidemiológicas associadas ao reúso são praticamente inexistentes no país. As principais conclusões do programa com relação à prática do reúso de água podem ser resumidas nos seguintes pontos: (i) As normas não devem especificar tecnologias de tratamento de águas residuárias, mas sim a qualidade do efluente tratado; (ii) A qualidade microbiológica do efluente tratado é a informação mais importante, ressaltando-se que os parâmetros turbidez e concentração residual do desinfetante compõem o padrão microbiológico de qualidade; (iii) O padrão de qualidade da água de reúso deve ser condizente com a realidade do país, o que pressupõe se considerar a sua capacidade de investimento e o seu desenvolvimento tecnológico (Bastos *et al.* 2008).

*ii) Contato direto de usuários (balneabilidade e irrigação de áreas públicas)*

Todos os documentos abordados no presente estudo, exceto os dos estados da Bahia e de Minas Gerais, foram considerados nessa discussão. Os documentos reguladores de ambos os estados apresentam somente duas categorias para irrigação (Bahia) ou fertirrigação (Minas Gerais) e em nenhuma delas a paisagística está claramente definida; no caso do estado de Minas Gerais, ainda há uma definição de uso ambiental, mas que também não se caracteriza como irrigação paisagística. Assim, a irrigação paisagística está indicada nas seguintes categorias dos documentos abordados:

- CONAMA 357/2005: Classe II;
- Interáguas: Urbano irrestrito e restrito;
- PROSAB: Urbano irrestrito e restrito;
- NBR 16783/2019: Não há distinção de categoria;
- Regulamentação do município de Campinas: Classe B;
- Regulamentação do estado do Ceará: Urbano;
- Regulamentação do estado de São Paulo: Irrestrito e restrito;

- Regulamentação do estado do Rio Grande do Sul: Urbano Classe A (acesso irrestrito) e Classe B (acesso restrito);

O padrão da Resolução CONAMA nº 274/2000 foi incluído nessa discussão, considerando-se que, no caso do reúso urbano para fins paisagísticos, a principal preocupação é com o risco associado ao contato humano. Apesar de essa legislação adotar parâmetros para balneabilidade, há uma preocupação similar em relação ao contato direto da população com a água na irrigação para paisagismo e, conseqüentemente, a exposição da saúde humana ao risco microbiológico.

Inicialmente, é importante observar que há, para os usos abordados nesse item, entre a maioria dos documentos citados, uma preocupação com o acesso do público em geral, relacionado ao contato direto. Para irrigação paisagística, há uma distinção clara entre acesso irrestrito e restrito para os documentos reguladores dos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul, além do Interágua e do PROSAB.

No caso do padrão de indicação de contaminação fecal, o PROSAB é o que define valores mais lenientes ( $10^4$  org/100 mL) em sua categoria de acesso restrito; a regulamentação do estado de São Paulo é a que indica a menor flexibilidade (não detectável) em sua categoria de acesso irrestrito. O PROSAB e a legislação do estado do Rio Grande do Sul determinam valor igual para suas categorias de acesso irrestrito (200 org/100 mL), que coincide com o valor determinado em categoria única tanto pela NBR 16783/2019 como pelo documento do município de Campinas e ainda pelo documento legal de São Paulo em sua categoria de acesso restrito. O valor de  $10^3$  org/100 mL pode ainda ser observado como limite para o Interágua e para as categorias de acesso restrito dos documentos reguladores dos estados do Ceará e do Rio Grande do Sul.

Observa-se assim uma maior preocupação com o risco de contaminação microbiológica de usuários e operadores, no estado de São Paulo, no município de Campinas e na NBR 16783/2019. Essa preocupação pode ser considerada demasiado elevada, e até mesmo um contrassenso, principalmente quando se comparam esses documentos com aqueles de uso da água, nomeadamente a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Resolução CONAMA nº 274/2000. A primeira define um valor de até  $10^3$  org/100 mL para a irrigação paisagística e a segunda, define o mesmo valor para balneabilidade por contato primário, que considera o contato direto e o maior risco de ingestão da água.

Em relação à turbidez, todos os instrumentos que abordam o parâmetro determinam padrões entre 2 e 5 NTU, exceto a Resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU), por se referir a águas superficiais e não a água de reúso como as demais. Nesse caso, são esperados valores de turbidez mais elevados em águas superficiais em geral, por carregarem sólidos suspensos em seus fluxos. Importante observar nesse contexto que, entre todos os instrumentos reguladores abordados nesse item, somente o do município de Campinas indica padrões para sólidos em suspensão totais (5 mg/L para acesso irrestrito e 30 mg/L para acesso restrito). Trata-se valores condizentes com qualidades elevadas de esgoto sanitário tratado (VON SPERLING, 2014).

Ainda em se tratando de sólidos, os dissolvidos totais (SDT) são abordados somente pela NBR 16783/2019 com valor limite de 2000 mg/L. Valores elevados de SDT, associados à alta condutividade elétrica, podem promover a salinização do solo (PEDRERO *et al.*, 2010; VON SPERLING, 2014) e, neste caso, atenção deve ser dada à esse uso.

Em relação à DBO, há uma grande variação entre os valores definidos pelos documentos estudados nesse item. O padrão mais leniente (30 mg/L) é indicado pelo documento regulador de Campinas e pelas categorias de acesso restrito do documento do estado de São Paulo e do Interáguas. O padrão mais restritivo (5 mg/L) é indicado pelo documento relacionado ao uso da água, a Resolução CONAMA nº 357/2005.

### *iii) Usos urbanos não potáveis em geral*

Santos e Vieira (2020) compilaram os principais usos urbanos não potáveis, destacados por diferentes autores e concluíram que proteção contra incêndio, ar condicionado, descarga de vaso sanitário, lavagem de veículos e lavagem de ruas e de demais espaços urbanos são os principais usos urbanos não potáveis para água de reúso. Usos como construção civil e desobstrução de galerias de águas pluviais e de redes de esgoto não são normalmente contemplados por outros países. Para o segundo caso, Santos e Vieira (2020) destacam que a limpeza de tubulações se trata de uma prática essencialmente brasileira, por essas 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 esgotos domésticos adotados no Brasil.

Para além de todos os usos urbanos não potáveis destacados anteriormente, apesar de abordados em alguns documentos estudados nesse trabalho, os seguintes usos não serão discutidos por serem pontuais: abatimento de poeira (PROSAB e documentos reguladores do Rio Grande do Sul e de Minas Gerais), arrefecimento de telhados e sistemas de refrigeração a água (NBR 16783/2019) e usos internos às necessidades das ETEs (documento regulador do Rio Grande do Sul). Ainda, essa discussão sobre usos urbanos não potáveis será realizada somente em relação ao padrão de indicação de contaminação fecal. Esse parâmetro relaciona-se essencialmente com o risco de contaminação microbiológica de operadores e usuários, sendo esse o principal aspecto associado à essa tipologia de reúso.

Para essa discussão serão abordados os seguintes documentos (somente relacionados ao reúso de água), com seus respectivos usos urbanos, exceto a irrigação paisagística já abordada no item anterior:

- Interáguas: Urbano irrestrito e restrito;
- PROSAB: Urbano irrestrito e restrito, além da descarga de vaso sanitário;
- NBR 16783/2019: Não há distinção de categoria;
- Regulamentação do município de Campinas: Classe A e Classe B;
- Regulamentação do estado do Ceará: Urbano;
- Regulamentação do estado de São Paulo: Irrestrito e restrito;
- Regulamentação do estado do Rio Grande do Sul: Urbano Classe A (acesso irrestrito) e Classe B (acesso restrito);
- Regulamentação do estado de Minas Gerais: Urbanos amplo e limitado

A primeira observação que se faz nesse item é sobre a exposição do público à água de reúso (restrito x irrestrito). Na NBR 16783/2019 e na regulamentação do estado do Ceará não há diferença entre o tipo de exposição; todos os tipos de uso estão relacionados à mesma exposição. Nestes casos, para a NBR 16783/2019, há uma maior preocupação com a exposição em relação à segunda, em função dos valores limites indicados para os parâmetros de qualidade de água em ambos os casos. Para os demais documentos reguladores discutidos nesse item, há uma considerável divergência em relação ao nível de restrição para cada uso (Tabela 5).

**Tabela 5** – Nível de restrição para cada tipologia de reúso urbano em diferentes documentos reguladores e seus respectivos padrões de indicadores de contaminação fecal.

Uso	Documentos reguladores (indicadores de contaminação fecal – org/100 mL)					
	Interáguas	PROSAB*	Campinas	SP	RS	MG**
Lavagem ruas	I (10)	I (200)	R (200)	R (200)	I (200)	I (10 <sup>3</sup> )
Lavagem veículos	R (10 <sup>3</sup> )	-	I (100)	R (200)	I (200)	***
Desobstrução redes	R (10 <sup>3</sup> )	-	R (200)	R (200)	R (10 <sup>3</sup> )	R (10 <sup>4</sup> )
Construção civil	R (10 <sup>3</sup> )	R (10 <sup>4</sup> )	R (200)	R (200)	R (10 <sup>3</sup> )	-
Combate incêndio	R (10 <sup>3</sup> )	-	I (100)	I (ND)	-	R (10 <sup>4</sup> )
Vaso sanitário	I (10)	-	-	-	-	I (10 <sup>3</sup> )

**Legenda:** SP – São Paulo; RS – Rio Grande do Sul; MG – Minas Gerais; I – Irrestrito; R – Restrito. **Notas:**  
\* PROSAB aborda padrão para descarga de vaso sanitário = 10<sup>3</sup> org/100 mL; \*\* Minas Gerais não aborda os termos “restrito” e “irrestrito” e sim “limitado” e “amplo”; \*\*\* lavagem de veículos especiais (limitado) e de veículos comuns (amplo).

As tipologias de reúso “desobstrução de galerias de águas pluviais e de redes de esgoto” e “construção civil” são classificados por todas os documentos reguladores que abordam esse uso como acesso restrito e dessa forma, permitem padrões menos restritivos, independentemente dos valores adotados em cada documento. O reúso de água praticado em descarga de vaso sanitário é classificado como acesso irrestrito, também por todos os documentos que abordam esse uso (exceto pelo PROSAB que o define como categoria única); neste caso, os padrões são mais restritivos e bastante discrepantes entre os documentos reguladores do estado de Minas Gerais e o Interáguas. Entendimentos contrários entre os documentos reguladores desse item são observados para os usos em lavagem de ruas, lavagem de veículos e combate a incêndio.

Sobre o uso na lavagem de ruas, os documentos reguladores do município de Campinas e do estado de São Paulo apresentam entendimento de alto risco de exposição (acesso restrito), contrário aos demais. Neste caso, ambos apontam padrões de indicadores de contaminação fecal mais restritivos (200 org/100 mL) do que aquele definido no documento do estado de Minas Gerais (10<sup>3</sup> org/100 mL) para a categoria de acesso amplo e igual ao padrão do PROSAB e do estado do Rio Grande do Sul para acesso irrestrito.

Para a lavagem de veículos, destaca-se o documento regulador do estado de Minas Gerais, que indica acesso limitado para veículos especiais (caminhões de coleta e transporte de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, construção civil, mineração, trens e aviões) e acesso amplo para veículos comuns. Para os demais, esse uso é indicado como acesso restrito no Interágua e no documento regulador de São Paulo; e irrestrito nos documentos reguladores do município de Campinas e do estado do Rio Grande do Sul. Todos apresentam padrões com valores na mesma ordem de grandeza, exceto o Interágua.

Por fim, os documentos reguladores do município de Campinas e do estado de São Paulo indicam baixo risco de exposição (acesso irrestrito) para o uso em combate a incêndio, com valores demasiadamente restritivos (100 org/100 mL e não detectável, respectivamente) para o padrão de indicação de contaminação fecal. O Interágua e o documento de Minas Gerais indicam alto risco de exposição (acesso restrito) com valores de  $10^3$  org/100 mL e  $10^4$  org/100 mL, respectivamente.

#### iv) Aquicultura

O uso de água na aquicultura somente é abordado pela Resolução CONAMA 357/2005, pelo Interágua, pelo PROSAB e pelo documento regulador do estado do Ceará. Destaca-se que, para a Resolução CONAMA 357/2005, a qualidade requerida para aquicultura refere-se à mesma imposta para a irrigação de hortaliças não consumidas cruas, de plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer (água doce Classe II). Ainda, a mesma legislação adotou o uso de água na aquicultura para água salina e salobra, ambas de classe I, as quais não serão levadas aqui em consideração por não se tratar de água doce.

Todos os documentos estudados que abordam essa categoria indicam padrão de contaminação fecal de  $10^3$  org/100 mL. De maneira complementar, o PROSAB ainda indica o padrão de  $10^4$  org/100 mL para a água de reúso afluente ao tanque, considerando o decaimento bacteriano adicional ou efeito de diluição (BASTOS *et al.*, 2008). Em relação ao parâmetro DBO, a Resolução CONAMA nº 357/2005 define um valor bastante restritivo (5 mg/L), talvez por se tratar de uma legislação referente a uso, e não à reúso de água. Para o mesmo parâmetro, o Interágua impõe o limite de 60 mg/L, o que corresponde ao valor limite máximo permitido para a maioria das legislações estaduais brasileiras para lançamento de efluentes (SANTOS *et al.*, 2014).

De acordo com Bastos *et al.* (2008), os critérios de qualidade sugeridos pelo PROSAB para reúso na piscicultura visam a proteção da saúde do consumidor, do trabalhador (inclusive das pessoas envolvidas na comercialização e processamento do produto) e do público com acesso às áreas de piscicultura. O mesmo entendimento, inclusive com critério de qualidade similar, pode ser observado no Interáguas, que usa como maior grupo de risco e exposição os consumidores e trabalhadores em geral (INTERÁGUAS, 2018).

v) *Sobre a origem das divergências no arcabouço regulatório do reúso de água no Brasil*

Os resultados deste estudo jogam luzes sobre a importante discrepância conceitual e, conseqüentemente, de conteúdo entre os vários documentos legais, normativos ou orientadores (diretivas) que compõem o arcabouço regulatório da prática do reúso de água no Brasil. Basicamente, duas correntes de pensamento diferentes sobre como mitigar o risco decorrente do reúso não potável de água à saúde humana estão presentes na comunidade técnica brasileira e, portanto, na origem destas diferenças. A predominância de uma ou outra nas diferentes câmaras técnicas ou serviços de consultoria que deram origem aos diferentes documentos analisados proporcionou o surgimento de textos com menor ou maior rigor.

Uma destas correntes de pensamento entende que a estratégia correta é a minimização do risco, o que resulta no regramento de tipos de reúso e de parâmetros de qualidade de água mais restritivos. O seu foco é a garantia quase que plena da saúde do usuário da água de reúso, o que colateralmente aporta segurança jurídica também para o produtor desta água. Obviamente, esta abordagem pressupõe uma concepção rigorosa de todas as etapas estruturais e não estruturais que compõem os sistemas de engenharia do tratamento e reúso de água. O emprego de tecnologias mais caras e complexas é uma das conseqüências muito criticadas (MALAMIS *et al.*, 2014), tendo em vista a limitada e tradicional capacidade de investimento no setor de saneamento que o Brasil possui.

A outra corrente de pensamento, à qual os autores deste trabalho se alinham, defende que a regulação da prática do reúso de água no Brasil seja desenvolvida com base na aplicação da metodologia de “Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico” (BASTOS *et al.*, 2008, HESPANHOL, 2009). Além disso, seus integrantes defendem propostas de adaptação do nível de referência de risco a técnicas locais, culturais, condições econômicas e sociais dos países em desenvolvimento com base em uma abordagem de benefícios de risco. Sua principal

crítica às normas mais rigorosas está no regramento muito restritivo às práticas específicas, sem que se considere os benefícios correspondentes. A sua implementação limita o emprego de tecnologias simples e de baixo custo que, em muitos casos, são capazes de gerar soluções dentro de limites aceitáveis de risco à saúde humana e que podem ser replicadas de maneira sustentável pelo país.

Essas duas correntes de pensamento levantam uma discussão mais profunda, relacionada (1) à uniformização dos padrões de reuso a nível federal e (2) à responsabilidade da administração pública pelos danos decorrentes da aplicação da prática de reuso.

No primeiro caso, a definição de um quadro regulatório para a água de reuso se torna mais complexa no Brasil, ao se considerar as grandes diferenças socioeconômicas, ambientais e culturais que acometem o território nacional. Nesse sentido, a uniformização dos padrões de qualidade da água de reuso, em função do uso, poderia ser aplicada por meio de uma diretiva mínima a nível federal. Essa ação se assemelharia à da União Europeia na década de 1980, relacionada aos padrões de qualidade de efluente para lançamento em copos receptores. Dessa forma, no contexto da Lei 14.026/2020 que define a ANA como responsável pela elaboração de normas de referência para o setor saneamento, seria razoável que a instituição fixasse padrões baseados na estrutura da avaliação de risco, de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2016) e não da Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA, 2012). Entretanto, os estados e municípios teriam autonomia para a definição de padrões e critérios mais rigorosos de acordo com suas características regionais.

No segundo caso, é fundamental o estabelecimento no quadro regulatório, de instrumentos de controle para a responsabilização das partes envolvidas em caso de danos. Santos e Vieira (2020) citam que tanto o Brasil como Portugal abordam a necessidade de um seguro contra incidentes em seus documentos reguladores (no caso do Brasil, referem-se ao Interáguas, 2018; no caso de Portugal, referem-se ao Decreto Lei 119/2019); e ainda, que Portugal envolve a imposição de uma caução no processo de licenciamento, com o objetivo de garantir o pagamento de indenizações por eventuais danos causados por erros ou omissões de projeto ou incumprimento das disposições legais. Segundo APA (2019), o risco é algo intrínseco à prática de reuso de água, visto que a aplicação das metodologias de avaliação semiquantitativas de risco microbiológico apresenta valores estimados sempre acima de zero, para a variável “risco”.

## CONCLUSÕES

Os documentos legais que abordam o uso e o reúso de água apresentam padrões sobrepostos e na maioria dos casos, com valores bastante discrepantes. Documentos reguladores envolvidos com o uso de águas, em geral apresentam valores menos restritivos para parâmetros de contaminação fecal do que os documentos reguladores que consideram o reúso de águas. Essa situação pode ser observada principalmente em relação à irrigação tanto de culturas comestíveis como nos casos de irrigação paisagística.

Salienta-se que metodologias de avaliação de risco microbiológico, mesmo adaptadas às características locais, culturais e socioeconômicas dos países em desenvolvimento com base em uma abordagem de benefícios de risco, não são abordadas nos documentos relacionados ao reúso de águas avaliados no presente trabalho, exceto nas considerações do PROSAB.

Em relação à restrição de uso ou exposição ao risco para os casos de reúso de águas em ambiente urbanos, há uma grande dificuldade de entendimento entre os diferentes instrumentos avaliados e alguns deles não levam em consideração diferentes tipos de exposição. O reúso de águas destinado a lavagem de logradouros, combate a incêndio, lavagem de veículos e descarga de vaso sanitário apresentam diferentes entendimentos em relação à exposição ao risco, dentre os documentos estudados. Neste mesmo âmbito, somente os usos para construção civil e desobstrução de galerias possuem coerência de abordagem nos documentos, caracterizados como baixa exposição. Essa discrepância de entendimento pode levar a uma insegurança por parte do usuário, dificultando ainda mais a aceitação da água de reúso pelo público geral.

Assim, conclui-se que, possivelmente, os documentos legais específicos para reúso de águas no Brasil estejam com restrições demasiadamente elevadas, podendo dificultar a implantação de ações efetivas de reúso no país. Destaca-se que o padrão de qualidade de água específico para reúso deve ser condizente com a realidade socioeconômica do país, indicando principalmente o padrão microbiológico do efluente e as componentes que o envolvem. A unificação de termos relacionados à restrição também deveria fazer parte de uma regulamentação nacional de forma a facilitar o entendimento da área técnica. Avaliações de

risco, por mais simplificadas que sejam, devem ser abordadas de maneira a respaldar os limites estabelecidos para padrões microbiológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2020.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). **Guia para reutilização de água – usos não potáveis.** Lisboa, Portugal, 2019.

AL-LAHHAM, O.; EL-ASSI, N.M.; FAYYAD, M. Impact of treated wastewater irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. **Agricultural Water Management**, v. 61, p. 51-62. 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377402001737>>. Acesso em: 01 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16783: Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações.** Rio de Janeiro, RJ, 2019.

BAHIA. Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídrico (CONERH) nº 75. Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal. **Diário Oficial do Estado da Bahia.** Salvador/BA, 2010.

BASTOS, R.K.X.; NEVES, J.C.I.; BEVILACQUA, P.D.; SILVA, C.V.; CARVALHO, G. R.M. Avaliação da contaminação de hortaliças irrigadas com esgotos sanitários. In: XXVII CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. **Anais...** México, 2002. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2011/07/avalia%C3%A7%C3%A3o-de-contamina%C3%A7%C3%A3o-d-hortali%C3%A7as-irrigadas.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2020.

BASTOS, R.K.X.; KIPERSTOK, A. CHERNICHARO, C.A.L.; FLORENCIO, L.; MONTEGGIA, L.O.; SPERLING, M.; AISSE, M.M.; BEVILACQUA, 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. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_177\\_n\\_122.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_177_n_122.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2020.

BRANDÃO, A.S.; CABRAL, A.E.B, DEUS, E.P., SILVA, W.K.D.; SILVA, W.M.M. Estudo de Caso: Uso de água recuperada na construção civil. **Revista DAE**, v. 67, n. 217, maio/2019. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_217\\_n\\_1782.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_217_n_1782.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2020.

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

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274/2000. Dispõe sobre balneabilidade de corpos hídricos por contato direto. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.

CAMPINAS. Resolução conjunta SVDS/SMS N° 09/2014. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para reúso direto não potável de água, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas. **Diário Oficial do Município**, Campinas, 2014.

CEARÁ. Resolução COEMA N° 2/2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Fortaleza, 2017.

CHING, L. Eliminating “Yuck”: A simple exposition of media and social change in water reuse policies. **International Journal of Water Resources Development**, v. 26, n° 1, p.111-124. 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07900620903392174>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

CUNHA, A.P.M.A.; ALVALA, R.C.S.; NOBRE, C.A.; CARVALHO, M.A. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian Semiarid Region. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 214, p. 494-505. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.09.010>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

DUARTE, A.S.; RODRIGUES, F.M. Avaliação do risco para a saúde devido à presença de trihalometanos na água de abastecimento. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 35-49. 2020. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/viewFile/35287/21626>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

HESPAÑHOL, I. Viabilidade de um AVAD não superior a  $10^{-4}$  por pessoa por ano, para reúso agrícola de água, em países em desenvolvimento. **Ambi-Água**, v. 4, n° 2, p. 124-134. 2009. Disponível em: <[http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2013/09/AVAD\\_AmbienteAgua.pdf](http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2013/09/AVAD_AmbienteAgua.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2020.

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. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/interaguas/MCID\\_Reuso\\_Produto3-CriteriosdeQualidadedaAguaReuso.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/interaguas/MCID_Reuso_Produto3-CriteriosdeQualidadedaAguaReuso.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2020.

MACHADO, E.S.; KNAPIK, H.G.; BITENCOURT, C.C.A. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n° 2, p. 261-269. 2019. Disponível em:<<https://www.scielo.br/pdf/esa/v24n2/1809-4457-esa-24-02-261.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

MALAMIS, S.; ANDREADAKIS, A.; MAMAI, D.; NOUTSOPOULOS, C. Can strict water reuse standards be the drive for the wider implementation of MBR technology? **Desalination and water reuse**, v. 53, n° 2, p. 3303-3308. 2014. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19443994.2014.933613>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídrico (CERH) n°65. Diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte/MG, 2020.

MISRA, A.K. Climate Change and challenges of water and food security. **International Journal of Sustainable Built Environmental**, v. 3, n° 1, p. 153-165. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221260901400020X>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

NOBRE, C., MARENGO, J., SELUCHI, M., CUARTAS, L. and ALVES, L. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 8, p. 252-262. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2016.82022>>. Acesso em: 15 set. 2020.

PEDRERO, F. KALAVROUZOTIS, I.; ALARCÓN, J.J.; KOUKOULAKIS, P.; ASANO, T. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture – Review of some practices in Spain and Greece. **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 1233-1241. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377410001009>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

PORTUGAL. Decreto Lei N° 119 de 21 de agosto de 2019. **Estabelece o regime jurídico de produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização**. Lisboa, 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) nº 419. Critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial Eletrônico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre/RS, 2020.

ROCHA, R.E.M.; PIMENTEL, M.S.; ZAGO, V.C.P. Avaliação de biossólido de águas servidas domiciliares como adubo em couve. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, nº. 12, p. 1435-1441. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pab/v38n12/a10v38n12.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

SANTOS, A.S.P.; PEREIRA, R.O.; BOTTREL, S.C.; JORDÃO, E.P. Aspectos legais para lançamento de efluentes no Brasil. In: XXXIV CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. **Anais...** Monterrey, México. 2014.

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, n. 1, p. 50-68. 2020. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/36462/21627>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

SANTOS, S.S.; SOARES, A.A.; MATOS, A.T.; MANTOVANI, E.C.; BATISTA, R.O.; MELO, J.C. Contaminação microbiológica de do solo e dos frutos de cafeeiros fertirrigados com esgoto sanitário. **Engenharia na Agricultura**, v. 14, nº 1, p. 16-22. 2006.

SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SIMA N° 1/2020. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2020.

SAPKOTA, A.R. Water reuse, food production and public health: Adopting transdisciplinary, systems-based approaches to achieve water and food security in a changing climate. **Environmental Research**, v. 171, p. 576-580. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30477872/>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Guidelines for water reuse**. Washington, DC, USA. 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 4ª ed, Belo Horizonte. UFMG, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Quantitative microbial risk assessment: application for water safety management**. Geneva Switzerland. 2016.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).