

Principais dispositivos legais e institucionais disponíveis no Brasil para reúso não potável de águas cinzas

Main legal and institutional instruments available in Brazil for non-potable graywater reuse

Thayane Pires Alves de Moura¹ , Rosane Cristina de Andrade¹ , Nathalia Salles Vernin¹ , Alena Torres Netto¹ 

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mails: thayanepamoura@gmail.com, rosane.andrade@eng.uerj.br, nathalia.vernin@eng.uerj.br, alenanetto@eng.uerj.br

Como citar: Moura, T. P. A., Andrade, R. C., Vernin, N. S., & Torres Netto, A. (2022). Principais dispositivos legais e institucionais disponíveis no Brasil para reúso não potável de águas cinzas. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e25. <https://doi.org/10.21168/rega.v19e25>

RESUMO: Diversas regiões do Brasil vêm enfrentando crises hídricas consecutivas e uma das alternativas tida como vantajosa, em termos ambientais e econômicos, para garantir a demanda hídrica é o reúso de águas, com destaque para a água cinza. Porém, o Brasil ainda carece de legislações específicas que garantam o reúso das águas. O objetivo deste trabalho foi analisar documentos e dispositivos legais e institucionais referentes ao reúso de água cinza para fins não potáveis, bem como o nível de restrição dessas legislações. Foram selecionados 12 documentos, onde apenas cinco estabeleciam parâmetros de qualidade para uso não potável de efluentes tratados e nenhum deles a nível federal, o que acaba limitando o uso da prática. Vale destacar que, em alguns dos documentos analisados, os parâmetros apresentam um nível de restrição maior que para balneabilidade (NBR 16.783/2019) e potabilidade (Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações), como é o caso dos coliformes termotolerantes, o que pode restringir o interesse e/ou implantação de sistemas de reúso de água para fins não potáveis no Brasil. Neste cenário de crescente demanda hídrica espera-se que este estudo possa subsidiar uma análise sobre as demandas legislativas acerca do tema, de forma a favorecer a adoção do reúso de água cinza para fins não potáveis, como instrumento para a melhoria da gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Legislação Ambiental; Reúso Urbano.

ABSTRACT: Several Brazilian regions have been facing consecutive water crises and one advantageous alternative considered, in environmental and economic terms to guarantee water demand, is the water reuse, especially gray water, yet Brazil lacks specific legislation that guarantee their reuse. The aim of this work was to analyze the Brazilian legal and institutional instruments regarding the reuse of gray water for non-drinking purposes, as well as the level of restriction of these legislations. Twelve documents were selected, from which only five established quality parameters for the non-drinking use of treated effluents and none of them at the federal level, which ends up limiting the use of the practice. It's worth mentioning that in some of the analyzed documents, the parameters have a higher level of restriction than for balneability (NBR 16.783/2019) and potability (Water Conservation and Reuse Manual in Buildings), as is the case for thermotolerant coliforms, which can restrict the interest of implementation of water reuse systems for non-potable purposes in Brazil. In this scenario of growing water demand, it is expected that this study can support an analysis of the legislative demands on the subject, in order to favor the adoption of the gray water reuse for non-potable purposes, as an instrument to improve the management of water resources.

Keywords: Water Resources; Environmental Legislation; Urban Reuse.

1 INTRODUÇÃO

O abastecimento urbano corresponde à segunda maior captação de água do Brasil, compreendendo 24,4% do total de retirada no país, ficando atrás apenas do setor de irrigação (49,8%). A demanda por uso de água é crescente, com aumento de 80% no total de água captada nas últimas duas décadas, sendo a previsão de que essa captação aumente em 26% até 2030 (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2019a). Caso não ocorra nenhum tipo de investimento em infraestrutura, é previsto que falte água para 74 milhões de brasileiros até 2035 (Pires, 2019), o que corresponde a aproximadamente 39% do total de habitantes no Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010).

Recebido: Agosto 31, 2022. Revisado: Setembro 07, 2022. Aceito: Novembro 25, 2022.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Neste cenário de crescente demanda hídrica, conciliado ao cenário de escassez cada vez mais recorrente, sobretudo no Nordeste e nas grandes regiões metropolitanas brasileiras, a adoção de políticas públicas visando a preservação dos recursos hídricos, bem como a diversificação da matriz hídrica, tornam-se imprescindíveis. Uma das alternativas que vem ganhando destaque é o reúso de água devido aos benefícios tanto econômicos quanto ambientais, sendo a meta proposta, pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), para o reúso não potável direto de cerca de $13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ até 2030 (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2018, 2019b). De acordo com Shaikh et al. (2019), a aplicação de medidas sustentáveis em edificações urbanas, como o reúso de água cinza para fins não potáveis é uma das potenciais soluções. Além disso, tais edificações encontram-se entre os principais consumidores de águas urbanas e, conseqüentemente, maiores geradores de efluentes (Raček, 2020).

A água cinza é o produto do consumo urbano em edificações, como hotéis, escolas, restaurantes, pousadas e outras instalações públicas (Raclavský et al., 2013), oriundo de lavanderias, chuveiros, banheiras e pias (Hernández Leal et al., 2007; Fountoulakis et al., 2016; Dantas et al., 2019). Edificações públicas, comerciais e industriais também produzem água cinza, entretanto, a maior geração se dá, principalmente, em residências, devido à maior incidência e periodicidade (Fernandes et al., 2019) e também as lavanderias profissionais, segundo Raček (2020).

Segundo May (2009), as características físicas, químicas e microbiológicas da água cinza variam de acordo com a qualidade da água de abastecimento, o material que compõe as tubulações das redes de distribuição, o transporte de substâncias químicas, os processos biológicos e as atividades exercidas na residência, além do comportamento do usuário. Fatores como número de moradores, faixa etária, saúde, estilo de vida e condições financeiras também influenciam na quantidade e qualidade da água cinza gerada (NSW Health, 2008).

A despeito do grande volume gerado, o Brasil carece de legislações específicas para o reúso de água, sobretudo para fins não potáveis. Essa é uma questão antiga e duramente criticada por diversos autores, pois obriga a adoção dos padrões de potabilidade para água de consumo humano (Brasil, 2018a), encarecendo os projetos de reúso de água cinza com fins não potáveis, além de dificultar a adoção da prática pela ausência de modelo a ser seguido (Paes et al., 2010; Gonçalves et al., 2019; Oliveira & Alves, 2020).

Diante do exposto, o reúso de água cinza para fins não potáveis é um importante instrumento para a melhoria da gestão de recursos hídricos, carecendo de maior atenção em relação a sua regulamentação e incentivo governamental. Segundo Alcoforado e Silva (2017), o reúso de água cinza gera vantagens imediatas, como o aumento da disponibilidade de água potável, a utilização de menos energia e produtos químicos para o tratamento do esgoto doméstico devido ao menor grau de contaminação, levando a redução do custo do tratamento.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi a realização de uma compilação e análise crítica de legislações, normas técnicas, manuais e documentos de âmbito nacional referentes ao reúso de água cinza para fins não potáveis no Brasil. Para tanto, utilizou-se da metodologia de pesquisa documental. Foram enumeradas as principais leis e regulamentações federais para o reúso de água cinza, bem como o nível de restrição dessas e possíveis oportunidades de melhoria. Além disso, foram considerados casos bem-sucedidos na implementação do reúso de água cinza com fins não potáveis. A partir da percepção do nível de restrição da legislação brasileira é possível sugerir oportunidades de melhoria das legislações vigentes para o reúso de águas cinza com fins não potáveis.

2 MÉTODO

O processo de pesquisa e seleção de legislações foi realizado com o uso do indexador *Google Scholar* (Google Acadêmico). Foram selecionados trabalhos em língua portuguesa, inglesa e espanhola, incluindo estudos experimentais e não-experimentais. Para que a pesquisa fosse relevante, foram utilizadas as palavras-chave: “disponibilidade hídrica”, “gestão dos recursos hídricos no Brasil”, “reúso de água” e “água cinza”, essas palavras ajudaram a selecionar artigos que se conectassem ao objetivo desse trabalho.

Foi feito o recorte temporal das publicações de 2015 a 2021. A busca resultou em 98 artigos. Esses passaram por análise dos resumos, palavras-chave e tópicos e então marcados como relevantes, o que resultou na seleção de 62 artigos.

Também foram levantadas legislações, normas, manuais e documentos governamentais bem como reportagens que trouxessem informações atualizadas sobre as legislações publicadas no Brasil e no mundo. Para o Brasil, foco do trabalho, foram encontrados 12 documentos, o que demonstra a escassez de estudos sobre o tema Não foi delimitado um período específico, considerando que o objetivo foi uma comparação ao longo dos anos (Figura 1).

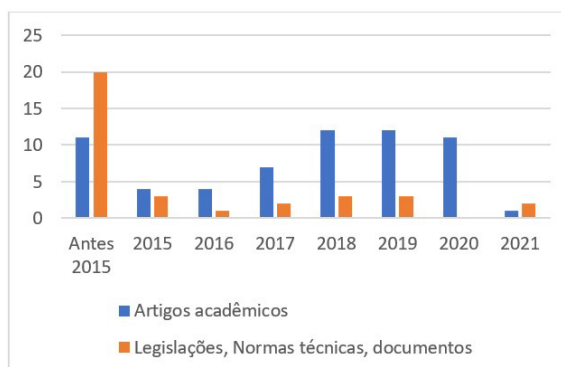


Figura 1 – Análise temporal dos artigos e legislações, normas técnicas e documentos gerais que tiveram o assunto de água cinza explorado no mundo.

Foram avaliadas as diferenças que delimitam os parâmetros de qualidade da água entre legislações e normas para perceber as falhas e/ou ausências. A partir daí, sugeriu-se melhorias que podem ser implementadas para fortalecer e tornar viável a implementação do reúso no Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Categorias de água de reúso

Existe uma barreira social que acaba sendo um entrave à difusão da técnica no Brasil, esse preconceito com relação ao reúso de água cinza ocorre em virtude do desconhecimento / desconfiança da sociedade quanto à origem e à qualidade das água de reúso, ainda que esta atenda aos parâmetros de potabilidade após o tratamento (Araujo et al., 2009; Oliveira et al., 2018; Costa et al., 2018; Anuja et al., 2021).

De modo geral, a água cinza contém água, matéria orgânica, produtos químicos, gorduras, sabão, fibras e cabelos (Brasil, 2018b). De acordo com Hernández Leal et al. (2007), a água cinza correspondem a aproximadamente 50 a 70% do esgoto doméstico, sendo que cerca de 30% deste efluente corresponde à fração orgânica e, de 9 a 20% são nutrientes. Segundo Boyjoo et al. (2013), a água cinza pode representar entre 41 a 91% do total de água consumida em uma residência.

Algumas recomendações são feitas por Alves et al. (2016) para a prática do reúso de água cinza, tais como: verificação da possível presença de corantes, gorduras, restos de sabão, amaciante e alvejante (a fim de evitar danos em pisos, paredes, veículos e roupas durante o reúso), bem como de partículas que possam aderir às superfícies porosas, e ainda a presença de cloro residual em concentrações que possam prejudicar o desenvolvimento de plantas irrigadas com estas águas. Os usos recomendados e não recomendados para a água cinza foram listadas por Alves et al. (2016), como exposto na Figura 2.



Figura 2 – Usos recomendados e não recomendados para o reúso de água cinza. **Fonte:** Elaborado a partir de Alves et al. (2016).

Devido à sua menor contaminação em relação a outros tipos de efluentes domésticos, além de menor variação de sua vazão de geração ao longo do ano, a água cinza é considerada uma potencial fonte de reúso de água (Fountoulakis et al., 2016; Hespanhol, 2008). Esse potencial aumenta ao se pensar no reúso industrial que, embora deva ser cada vez mais incentivado, está sujeito à demanda produtiva e evolução tecnológica.

De acordo com Maimon & Gross (2018), os benefícios potenciais do reúso de água cinza são amplos, variando desde benefícios diretos para o usuário até benefícios para todo o setor hídrico. De acordo com os autores, o benefício mais importante para os usuários de água cinza ocorre onde há baixa disponibilidade de água, uma vez que a economia do recurso hídrico pode permitir uma sustentação da agricultura (familiar ou em larga escala), mesmo em períodos de seca. Em locais onde há abundância do recurso, o benefício consiste na economia financeira de água refletida nas taxas pagas pelos usuários.

O reúso de água cinza promove uma redução proporcional nas vazões de esgoto sanitário produzido em edificações, reduzindo o volume destinado às estações de tratamento (Gonçalves, 2010; Guerra, 2016). De acordo com Reis et al. (2018), essa economia (mensal ou anual) das concessionárias responsáveis pelo tratamento de esgotos e no abastecimento de água potável é refletida nas contas de energia elétrica e de água. No entanto, é fundamental salientar que a alteração na matriz hídrica exige um trabalho em conjunto e bem estruturado entre sociedade e Administração Pública, pois a diminuição da vazão de entrada nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) pode causar problemas de deposição de sedimentos, devido à redução da capacidade de autolimpeza dos condutos, consequência do menor fluxo de passagem de efluentes, exigindo uma frequência maior de manutenção dos sistemas (Galvão, 2019).

A implementação de sistemas de reúso de água cinza precisa ter um bom planejamento tanto na instalação quanto na operação. Sistemas de reúso de água cinza de grande porte, obrigatoriamente, precisam estar incluídos na fase de projeto da edificação, pois é inviável a realização de reformas para adaptação e inclusão do sistema, tendo em vista que, para a prática, é necessário que existam redes duplas que separam a água cinza dos demais efluentes domésticos (Sant'Ana et al., 2013). No caso de sistemas simplificados, como em residências, algumas observações são importantes na operação, como a remoção de compostos nitrogenados e fosfatados. Para tal, recomenda-se utilizar produtos com concentrações menores desses compostos, além de reduzir a quantidade de detergente utilizado. Ademais, se o sistema é projetado para funcionar manualmente, como no caso de água cinza de máquinas de lavar roupas, é necessária a atenção do usuário para retirada do efluente nas fases corretas de lavagem (Paes et al., 2010; Sant'Ana et al., 2013; Reis & Andrade Sobrinho, 2016).

O reúso de água pode ser classificado em duas grandes categorias: reúso potável e reúso não potável, sendo estas subdivididas de acordo com a finalidade e o planejamento do reúso das águas. Ainda que não haja consenso acadêmico nessas subdivisões, autores como Hespanhol (2008), Angelakis et al. (2018), Oliveira et al. (2019) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2021) trazem contribuições, cujos pontos de convergência permitem descrições gerais não só das categorias "reúso potável" e "reúso não potável", como também de suas subdivisões (Figura 3).

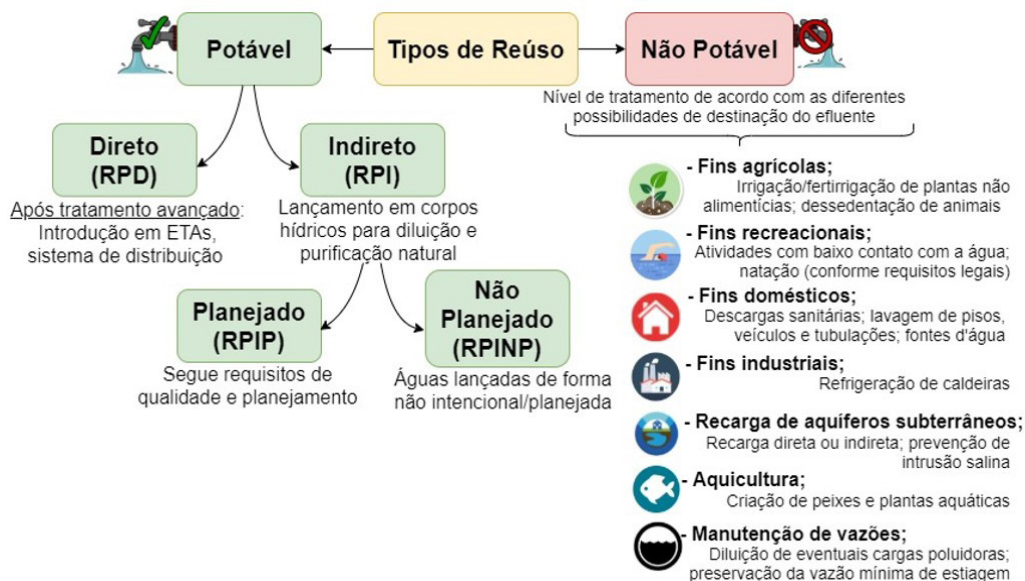


Figura 3 – Descrição das categorias do reúso de água e suas subdivisões.

3.2 Reúso de água cinza: Panorama mundial

Diversos países possuem a prática do reúso de água cinza instituída de forma avançada em seus territórios. De acordo com a Agência Internacional de Energia (Internacional Energy Agency, 2016), a retirada de água para abastecimento urbano responde pela segunda maior porcentagem no mundo, além da terceira posição mundial em relação ao consumo efetivo. Estima-se que a retirada de água para abastecimento urbano irá aumentar em 17% até 2040. Portanto, a reutilização de água cinza é a alternativa mais adequada com relação aos efluentes domésticos, devido ao seu grande volume e menor concentração de poluentes comparados às águas amarela e marrom (Shi et al., 2018).

O Código de Práticas para o Reúso de Água cinza da Austrália (2015) menciona que, ainda que considerada menos patogênica, a água cinza possui potencial de contaminação. Microrganismos como bactérias, protozoários, vírus e parasitas podem estar presentes em concentrações suficientemente altas. Esse potencial de contaminação pode ser reduzido evitando contato humano com o efluente ou tratando-o a nível de qualidade adequado ao uso pretendido. Além disso, no manual mencionado, consta que a presença de óleos, gorduras, detergentes, sabonetes, nutrientes, sais, partículas de cabelo, alimentos e fiapos nas água cinza pode afetar a operação adequada dos sistemas a longo prazo. Isto é, se não houver o correto gerenciamento desses efluentes, pode ocorrer o entupimento de tubulações, além de degradar a estrutura do solo pela presença de sais, inclusive reduzindo a sua capacidade de retenção de água, nos casos em que o efluente é utilizado para irrigação.

Vuppaladadiyam et al. (2019) apontam que as principais barreiras para a implementação do reúso de água cinza a nível mundial são: (1) administrativas e não tecnológicas, como restrições financeiras, institucionais e legais em quantidade e qualidade; e (2) restrições sociais e culturais, inclusive religiosas, que envolvem a percepção e aceitação do público acerca do efluente tratado. Oteng-Peprah et al. (2018) identificaram que a percepção da população de alguns países acerca do reúso de água cinza é melhor quando a finalidade é o uso não potável, sendo que isso se deve principalmente à percepção de contaminação e a falta de confiança no nível de tratamento oferecido pelos sistemas de tratamento. Áreas que mais comumente sofrem com o estresse hídrico e que possuem abastecimento de água inseguro também possuem maiores índices de apoio populacional.

A despeito das vantagens, ainda não há um padrão para a prática do reúso de água cinza ao redor do mundo. O Japão usa sistematicamente o sistema reúso de água desde os seus sistemas de distribuição. No território japonês, cidades como Tóquio e Fukuoka determinam a implantação de sistemas duplos de distribuição para edifícios com áreas maiores que 3.000 m² e/ou tubulações de distribuição de água com diâmetro maior que 50 mm (Ogoshi et al., 2001). De acordo com Ogoshi et al. (2001), desde 1951, os primeiros ensaios para o reúso planejado iniciaram no Japão com a finalidade de fornecer água de reúso proveniente de uma estação de tratamento para uma indústria de papel em Tóquio. Mas, somente em 1964, ano dos Jogos Olímpicos de Tóquio e após severas secas enfrentadas em diversos locais do Japão, é que foram desempenhados esforços para a prática do reaproveitamento de água residuárias. Em 1997, cerca de 1.475 edifícios já forneciam água cinza para reúso em descargas de prédios comerciais, complexos de apartamentos e para paisagismo (Ogoshi et al., 2001).

Observa-se que a prática do reúso, incluindo o reúso de água cinza, também possui relação com a situação econômica do país. Embora enfrente severas crises hídricas e seja o país que mais sofre com o estresse hídrico no mundo, o Catar é financeiramente rico e possui alto padrão de vida devido às diversas jazidas de petróleo presentes em seu território. Diante desse cenário, ainda que seja um tipo de tratamento caro, a principal fonte de abastecimento de água do Catar é a dessalinização (cerca 99% da água consumida no país). O reúso de água não é incentivado por meio de políticas públicas, inclusive não sendo bem visto pela população catariana (Dare et al., 2017; Yoonus et al., 2020). O Catar possui uma expressiva infraestrutura de saneamento básico, em que o tratamento e o abastecimento de água potável são universais, em Doha, maior centro populacional, 95% das edificações estão conectadas à rede de tratamento, entretanto, apenas 27% desses efluentes tratados são destinados ao reúso. Com relação à água cinza, cerca de 67% dos efluentes tratados são distribuídos para a capital do país, sendo utilizada para irrigação de paisagens, para irrigação de culturas forrageiras, para recarga subterrânea e despejo no lago Abu-Nakhla (Dare et al., 2017; Manawi et al., 2017). Ainda assim, o Catar não possui leis que apoiem explicitamente o reúso de água cinza.

Nos Estados Unidos da América (EUA), apesar da existência de legislação para o reúso de água cinza, o país não possui uma regulação federal para a reutilização deste efluente, sendo a gestão e o estabelecimento de parâmetros restritivos para o reúso de água realizado pelos estados, onde 30 entre 50 estados possuem regulação própria para o reúso de água cinzas. Vale destacar a Califórnia como o primeiro estado a implantar, em 1989, uma regulação específica voltada ao reúso de água cinzas, após enfrentamento de um período de seca (Al-Adhadh et al., 2019).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency, 2020) publicou o documento denominado “Diretrizes para o reúso de água” que, dentre outras funções, recomenda aplicações para a água de reúso e sugere parâmetros de acordo com o tipo de tratamento recebido. Uma questão discutida há anos nos EUA refere-se às restrições legais específicas dos estados que acabam tornando o reúso de água cinza muito caro e/ou complexo. No território californiano, por exemplo, o reúso de água cinza necessita de licenciamento e a prática encontra grandes impedimentos quando a finalidade é a irrigação subterrânea. Contudo, essa não é uma realidade em todos os estados, como o Arizona, que possui um regramento simples, não sendo necessário licenciamento – o que amplia a permissão da prática, bastando para a sua legalidade o atendimento aos parâmetros estabelecidos pelo estado para a água cinza (Al-Adhadh et al., 2019; Yu et al., 2013).

Em uma análise regional, Otiniano (2018) aponta que os países da América Latina estão realizando estudos sobre o reúso de água cinza, uma vez que, devido à situação socioeconômica das residências, há maior carência de água. No entanto, segundo Cantillo & Corpus (2018), a prática do reúso de água ainda é embrionária nos países latino-americanos, comparada a outras regiões do mundo.

Na América do Sul, a Colômbia é o país mais avançado no tema do reúso de água cinza (Díaz, 2017; Quispe, 2018). O país possui um dos maiores projetos para tratamento e reúso urbano de água da América do Sul, o Centro Empresarial Elemento, localizado em Bogotá, com área construída superior a 132.000 m², garantindo uma economia de aproximadamente 45% no consumo de água potável por meio da coleta de água de chuva e coleta e tratamento de água cinza de chuveiros e lavatórios, sendo posteriormente reinseridas no sistema para uso em descargas sanitárias, irrigação de jardins e limpeza exterior (Díaz, 2017; Grupo Crispa, 2015).

De acordo com Díaz (2017), embora não possua legislação específica para o reúso de água cinza, o governo colombiano está focado na incorporação de novas estratégias para o uso responsável dos recursos hídricos, principalmente direcionadas às grandes cidades e às novas construções. Em consonância com esse objetivo, o governo colombiano publicou legislações como a Resolução nº 1.207/2014 (Colômbia, 2014), onde foram adotadas disposições relacionadas com o uso de água residuária tratada, sendo previsto o reúso industrial em descargas sanitárias. Além disso, o governo colombiano publicou em julho de 2015 a Resolução nº 549, estabelecendo parâmetros para as construções sustentáveis previstas no Decreto nº 1.285 de 12 de junho de 2015 (Colômbia, 2015). Nessa resolução, o Ministério da Habitação, Cidade e Território da Colômbia estabeleceu a economia mínima de 10% para os sistemas hidráulicos das edificações, a depender do clima local.

3.3. Reúso de água: Panorama nacional

O uso da água no Brasil é ineficiente devido às perdas nos sistemas de distribuição e aos desperdícios ao utilizar água potável para fins menos nobres, como irrigação de gramados esportivos públicos ou privados, resfriamento de torres industriais, lavagem de pisos e em descargas sanitárias. Sendo assim, o reúso de água, incluindo o reúso de água cinza, apresenta-se como solução adequada e viável para redução do estresse hídrico e sobrecarga dos mananciais (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2018; Carvalho et al., 2015).

O reúso de água começou a ser pensado como alternativa, no Brasil, quando as plantações de cana-de-açúcar passaram a reutilizar o efluente originário das destilarias de álcool, conhecido como vinhaça, para a irrigação. Em 1993, o setor industrial iniciou a implantação de medidas estruturais contra a escassez de água e quatro fábricas do Polo Industrial de Cubatão, São Paulo, incluíram os efluentes reutilizados nas torres de refrigeração do processo produtivo (Leite, 2003).

No Brasil, os efluentes domésticos são classificados em quatro grandes grupos categorizados por cores, baseado em Otterpohl et al. (2002): água amarela, água cinza (que podem ser subdivididas em água cinza clara e água cinza escuras), água marrom e água negra (Figura 4). A separação dos sistemas de acordo com o tipo de efluente gerado permite a economia de espaço, a redução de custos e aumenta a eficiência e o reaproveitamento, pois cada tipo de efluente possui recursos e problemas que são melhor aproveitados e solucionados quando tratados separadamente (Brasil, 2018b).

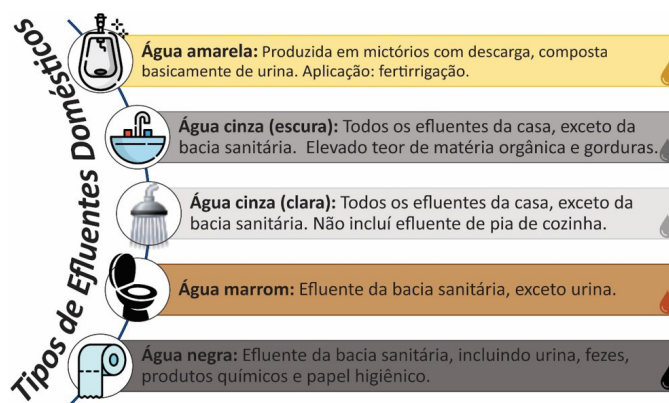


Figura 4 – Descrição dos diferentes tipos de efluentes domésticos de acordo com as definições do Catálogo de Soluções Sustentáveis de Saneamento (CataloSan).

Embora o reúso de água seja uma fonte hídrica alternativa, a prática ainda é incipiente no Brasil, com poucas experiências relacionadas ao reúso planejado e institucionalizado. Além da escassez de informação à população e carência de políticas públicas sobre essa temática (Almeida, 2011; Oliveira et al., 2019). O Reúso Potável Indireto Não Planejado (RPINP) é praticado extensivamente (Hespanhol, 2015) no Estado do Rio de Janeiro, por exemplo. Esse tipo de reúso é realizado ao lançar efluentes sem tratamento à montante do ponto de captação localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (Coelho et al., 2012; Sotero-Martins et al., 2020). A prática do RPINP, embora amplamente difundida no país, não é recomendada, pois a prática é considerada prejudicial para o meio ambiente e para a saúde pública de usuários de sistemas de distribuição de água tratada por sistemas convencionais (Hespanhol, 2015; Cruz & Mierzwa, 2020).

Neste contexto, a discussão da prática do reúso no Brasil vem sendo impulsionada, visando melhoria na disponibilidade hídrica no país, principalmente na região Nordeste. Em 2017, foi concluído o “Projeto Reúso”, fruto da parceria entre o extinto Ministério das Cidades (atual Ministério do Desenvolvimento Regional), o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Integração, com o objetivo de oferecer subsídios para a instituição do reúso como uma política de Estado pelo Governo Federal. A meta proposta pelo projeto para o reúso não potável direto é de cerca de $13 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ até 2030, em contraste aos quase $2 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ estimados em 2017. O alcance da meta representaria 4% do total de água de reúso mundial, colocando o país em posição de destaque (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2018). Além disso, o “Projeto Reúso” constatou que cerca de 50% do potencial de reúso nacional abrange a região Sudeste, principalmente associado ao reúso industrial. Nessa estimativa, o país possui um potencial para reúso entre 10 e $15 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, comparado à capacidade atual. O total estimado de investimentos para atingir $13 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ até 2030 ficou entre 4 e 6 bilhões de reais, correspondendo a cerca de 300 a 500 milhões de reais por ano, de 2018 até 2030. A longo prazo, espera-se o alcance de cerca de $175 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ de reutilização de água (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2018). De acordo com Castilho & Oliveira (2018) o uso de água não potável é uma necessidade não somente como alternativa de suprimento para regiões que tem escassez hídrica, mas também para reduzir custos com tratamento para o descarte de efluentes em águas superficiais.

A despeito desses documentos norteadores, destaca-se que ainda não há uma legislação nacional que estabeleça parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade para os efluentes destinados ao reúso. Contudo, em âmbito estadual e municipal, são observadas algumas legislações que estabelecem esses padrões de qualidade dos efluentes tratados, bem como os critérios recomendados. A falta de uma legislação federal para o reúso de água cria insegurança jurídica nas partes interessadas em aderir à prática, além de não incentivar a criação de legislações voltadas, especificamente, às diversas categorias de reúso.

Na Figura 5, é apresentado o histórico das legislações e manuais citados, em ordem cronológica, incluindo a abrangência e o estabelecimento de parâmetros de qualidade para os efluentes. Destacam-se o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005) e a NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019), que não têm poder legal, mas são documentos norteadores. Outro ponto importante a ser destacado é que antes da NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019) ser lançada, a NBR 13.969/1997 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997) foi a primeira publicação que estabeleceu parâmetros de qualidade para água residuária de acordo com a finalidade de uso, tornando-se um norteador para projetos de reúso e até mesmo referência para legislações similares. A Lei Municipal de Niterói nº 2.856 de julho de 2011 (Niterói, 2011), por exemplo, cita em seu próprio texto que os parâmetros estabelecidos são baseados na NBR 13.969/1997 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997).

Com a publicação da NBR 16.783 em novembro de 2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019), a NBR 13.969/1997 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997) deixou de ser a principal referência no tema. Isso ocorreu porque a NBR 16.783 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019) é voltada exclusivamente para usos alternativos da água em edificações e, apesar de não estabelecer classes para a água de reúso, estabelece parâmetros de qualidade para fins não potáveis a serem atendidos no reúso urbano, seja de águas pluviais, cinzas, negra ou esgotos sanitários.

Vale ressaltar que, apesar de algumas divergências entre as publicações mencionadas, as principais fontes de água cinzas são as máquinas e tanques de lavar roupas, chuveiros, banheiras, pias, lavatórios, lavanderias profissionais e bidês (mencionados apenas na Lei Municipal de Porto Alegre nº 10.506) (Porto Alegre, 2008). Em relação às possíveis formas de reúso, o maior consenso na literatura trata-se do reúso em descargas sanitárias (aproximadamente 49,8% do consumo de água potável domiciliar), além de lavagem de paredes, pisos e veículos, combate a incêndios, usos com fins ornamentais e irrigação com fins paisagísticos. Destaca-se que apenas a Lei Municipal de São Paulo nº 14.018/2005 não define as possíveis finalidades de aplicação da água de reúso (São Paulo, 2005).

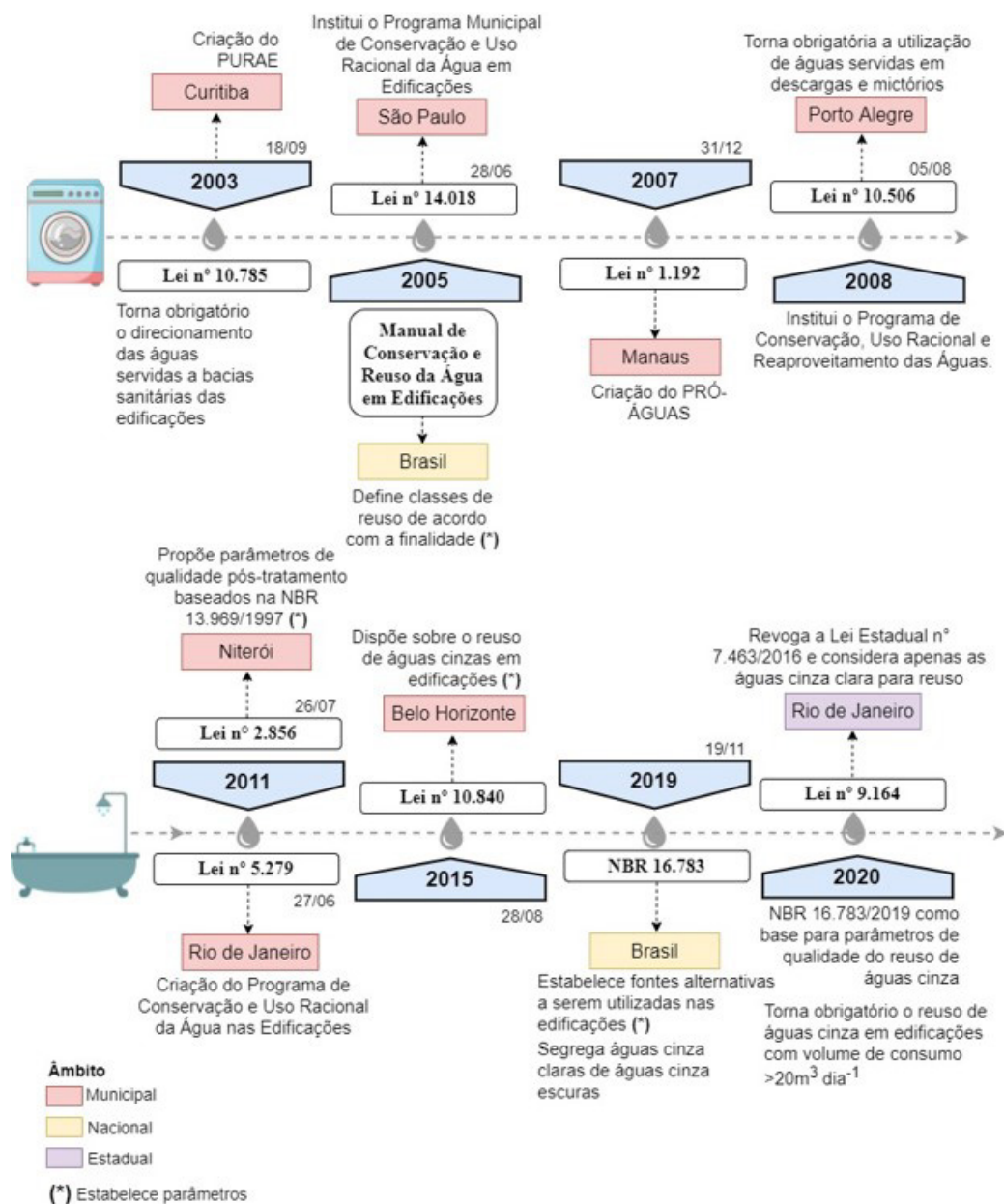


Figura 5 – Linha do tempo das legislações, normas, manuais e documentos governamentais sobre reúso de água cinzas no Brasil. **Nota:** PURAE= Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações; PRO-ÁGUAS= Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações.

3.3.1. Reúso de água cinza: Panorama nacional

A publicação da NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019) representa uma marco para o reúso de água cinza no Brasil, por se tratar da primeira norma técnica voltada a estabelecer parâmetros não potáveis para fontes alternativas de água em edificações, como a água de reúso. A despeito deste avanço, ainda temos mais aspectos negativos do que positivos no que tange o estímulo à instalação de projetos, tais como: carência de legislações específicas para o reúso de água cinza à nível federal; o desinteresse dos usuários pela implementação do sistema devido à ausência de um modelo a ser seguido; a não obrigatoriedade de implementação; a exposição da população a riscos sanitários devido à ausência de parâmetros específicos a este fim; a estética não atrativa do efluente tratado e, por fim, a adoção de legislações internacionais como base, sendo essa uma alternativa pouco recomendada por não considerar a realidade socioeconômica e particularidades do território brasileiro.

Com relação aos parâmetros de qualidade observados nos documentos encontrados (Tabela 1), nota-se que o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005) é o que apresenta o maior número de parâmetros, 36 no total. Os parâmetros das Leis Municipais nº 2.856/2011 (Niterói, 2011), nº 11.552/2012 (Londrina, 2012) e nº 10.840/2015 (Belo Horizonte, 2015) são idênticos quali e quantitativamente totalizando 8 parâmetros. De todas as publicações, a NBR 16.783/2019 é a que estabelece o menor número de parâmetros (7). Além disso, a referida norma técnica permite a escolha entre a análise de sólidos dissolvidos totais ou a análise de condutividade elétrica, não sendo necessário realizar a análise dos dois parâmetros.

Diferentemente das leis municipais e da norma técnica, o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005) separou a água de reúso em classes, de acordo com a finalidade de uso pretendido e, após o estabelecimento das classes, foram definidos os parâmetros a serem atendidos. Todavia, o Manual não estabeleceu nenhum tipo de tratamento em seu texto, assim como a NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019). No caso da NBR 16.783/2019, existe a preocupação em garantir a autonomia na escolha da melhor tecnologia de tratamento, uma vez que deve ser levado em consideração fatores que têm influencia diretamente no sistema de reúso, como as características da fonte alternativa; usos não potáveis pretendidos; vazões de projeto; área técnica disponível; e as condições para uso, operação e manutenção do sistema. Esse posicionamento, em relação à tecnologia de tratamento, aumenta a viabilidade da implantação e operação do sistema.

As leis descrevem, de forma genérica, que a água cinza deverá atender aos parâmetros exigidos após passarem por “sistemas de tratamento próprio para receberem os produtos químicos adequados para a eliminação dos poluentes, desinfecção e polimento”. Nota-se que não há categorização de tratamentos, tampouco uma descrição e avaliação mais aprofundadas para nortear a instalação e operação dos possíveis sistemas de reúso de água cinza nos locais de publicação dessas leis. Sendo assim, a descrição genérica e, ao mesmo tempo, citando a etapa de polimento no tratamento de água, não permite ao interessado em implantar um sistema de reúso de água cinza a adoção de um sistema mais econômico e que atenda aos parâmetros exigidos. Ademais, não foram previstos, em nenhuma das duas legislações, incentivos fiscais necessários ao sucesso de qualquer política pública (Valente & Jesus 2020).

Tabela 1 - Detalhamento dos parâmetros listados nas publicações destacadas.

Parâmetros	Publicação			
	Manual de Cons. e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo)	Lei Municipal nº 2.856/2011	Lei Municipal nº 10.840/2015	NBR 16.783/2019
Alcalinidade	X	-	-	-
Alumínio	X	-	-	-
Amônia	X	-	-	-
Bicarbonato	X	-	-	-
Boro, Cálcio	X	-	-	-
Carbono orgânico total	-	-	-	X
Cloretos	X	-	-	-
Cloro residual	X	X	X	X
Coliformes termotolerantes	X	X	X	X
Coliformes totais	X	X	X	-
Compostos orgânicos voláteis	X	-	-	-
Condutividade elétrica	-	-	-	X
Cor	X	X	X	-
DBO	X	-	-	X
DQO	X	-	-	-
Dureza	X	-	-	-

Tabela 1 – Continuação...

Parâmetros	Publicação			
	Manual de Cons. e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo)	Lei Municipal nº 2.856/2011	Lei Municipal nº 10.840/2015	NBR 16.783/2019
Ferro	X	-	-	-
Fósforo total	X	-	-	-
Manganês, Magnésio	X	-	-	-
MBAS	X	-	-	-
Nitrato e Nitrito	X	-	-	-
Nitrogênio (total e amoniacal)	X	-	-	-
Odor e aparência	X	-	-	-
Óleos e graxas	X	-	-	-
Oxigênio dissolvido	X	X	X	X
pH	X	X	X	-
Salinidade	X	-	-	-
Sílica	X	-	-	-
Sódio	X	-	-	-
Sólido dissolvido total	X	X	X	X
Sólido suspenso total	X	-	-	-
Sulfato	X	-	-	-
Turbidez	X	X	X	X

Nota: (X) Parâmetro listado, (-) parâmetro não listado.

Uma comparação entre os parâmetros de qualidade e o tipo de tratamento exigido em cada publicação pode ser observada na Tabela 2. Destaca-se que foram utilizados somente padrões estritamente relacionados à água cinza, sendo assim, os demais parâmetros citados no Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005) e na NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019) não foram considerados. Vale lembrar que as classes de água de reúso do Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo (2005) são definidas de acordo com as exigências mínimas para o uso da água não-potável, em função das diferentes finalidades de uso, variando de Classe 1 a Classe 4, sempre com alguma restrição de acesso ao público. A definição das classes é feita de acordo com as definições de qualidade baseadas nos parâmetros apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de água de reúso de água cinza, finalidades de uso, parâmetros e tratamentos nas publicações encontradas.

Documento	Turb. (NTU)	Cor (uH)	Col. termot.	Col. totais	ST (mg L ⁻¹)	pH	Cloro residual (mg L ⁻¹)	OD
SINDUCON- C1	≤2	≤10	ND	-	≤500	6,0-9,0	Detectável	-
SINDUCON- C2	-	-	≤1000	-	30	6,0-9,0	-	-
SINDUCON- C3	<5	<30	≤200	-	<20	6,0-9,0	-	-
SINDUCON- C4	-	-	2,2	2,2	500-1000	5,0-8,3	-	-
Lei nº 2.856/2011	<5	≤15	ND	ND	<200	6,0-9,0	0,5-2,0	>2,0
Lei nº 11.552/2012	<5	≤15	ND	ND	<200	6,0-9,0	0,5-2,0	>2,0
Lei nº 10.840/2015	<5	≤15	ND	ND	<200	6,0-9,0	0,5-2,0	>2,0
NBR 16.783/2019	≤5	-	≤200	-	≤2000	6,0-9,0	0,5-2,0	-

Nota: Coliformes totais (Col. totais) e termotolerantes (Col. termot.) (NMP 100 mL⁻¹); ST= sólidos totais; ND= não detectável; (-) Não informado; OD= oxigênio dissolvido; Turb.= turbidez. C1-C4= classe de água definida no Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo (2005), onde C1 refere-se à Água de reúso Classe 1 com usos preponderantes para descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de roupas e de veículos; C2 - Água de reúso Classe 2 com usos preponderantes para lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira; C3 - Água de reúso Classe 3 com uso preponderante para irrigação de áreas verdes e rega de jardins e; C4 - Água de reúso Classe 4 com uso preponderante para resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

Nota-se que a água de reúso de Classe 1 do Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005) possuem os parâmetros mais restritivos. Inclusive consta no manual que tais parâmetros foram adotados em consideração à exposição do público, usuários e operários. O limite estabelecido para o parâmetro turbidez (≤ 2 NTU) é o menor tanto em comparação com as classes de água abordadas no manual, quanto aos demais documentos analisados (< 5 NTU), bem como o parâmetro cor (≤ 10 UH), sendo que o limite de ≤ 15 UH é o limite estabelecido no padrão de potabilidade vigente na Portaria de Potabilidade, Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº. 5, de 28 de setembro de 2017, alterado pela Portaria GM/MS nº. 888, de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2017, 2021).

Em contrapartida, o parâmetro de sólidos totais (ST) da Classe 4 do SINDUSCON é o menos restritivo ($500-1000 \text{ mg L}^{-1}$) quando comparado aos demais documentos ($20-200 \text{ mg L}^{-1}$), exceto quando comparado à NBR 16.783/2019 ($< 2000 \text{ mg L}^{-1}$) (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019). Em relação aos ST, a água de Classe 3 possui limite mais restritivo, uma vez que é destinada à irrigação. Nesta finalidade de reúso, as maiores preocupações estão concentradas na saúde pública, na vegetação e no lado estético, uma vez que um ambiente irrigado com água com alto teor de sólidos pode reduzir a saúde das plantas do local, restringindo a sua beleza cênica e promovendo a constante deposição de sólidos nas plantas, o que reduz a capacidade de penetração da luz, o que pode atrapalhar os processos de trocas gasosas, afetando o crescimento e metabolismo dos vegetais (Monte et al., 2019).

Outro parâmetro que interfere diretamente na saúde ambiental é o oxigênio dissolvido (OD). O OD está relacionado à capacidade de autodepuração, ou seja da capacidade das água do corpo receptor recuperarem as condições existentes à montante do ponto de lançamento da carga poluidora (Mendonça et al., 2020). O limite estabelecido nas Leis Municipais nº 2.856/2011 (Niterói, 2011), nº 11.552/2012 (Londrina, 2012) e nº 10.840/2015 (Belo Horizonte, 2015) é de $\text{OD} > 2,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Destaca-se, também, o papel do cloro na qualidade dos efluentes de água cinza. O parâmetro cloro residual possui papel fundamental uma vez que é associado à capacidade de desinfecção do sistema, inibindo o crescimento de microrganismos, caso ocorra novamente a contaminação ao longo do sistema de distribuição (Silva et al., 2017). Devido à capacidade de desinfecção, sua presença é essencial do início ao fim do sistema de distribuição, e sua ausência favorece o surgimento e colonização de microrganismos patogênicos. O cloro residual corresponde à soma do cloro livre e do cloro combinado, esse segundo com potencial de desinfecção até 200 vezes menor que o primeiro. Portanto, a detecção de cloro residual combinado não é um bom indicativo, sendo necessária a adição de mais cloro à água para aumento do teor de cloro residual livre, que ocorre após oxidação das cloraminas presentes no cloro residual combinado. Contudo, se excedido o limite de $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, características como “sabor e odor de cloro” são conferidas à água, podendo também provocar problemas de saúde ao usuário, como irritação na pele, olhos e vias respiratórias (Cirne et al., 2015).

Para o parâmetro pH, foram adotados padrões de potabilidade sugeridos na Portaria de Potabilidade, do Ministério da Saúde (6,0-9,0) (Brasil, 2021). Entretanto, este é um parâmetro essencial para o equilíbrio químico de processos naturais e daqueles conduzidos na operação do sistema. Um pH em desequilíbrio pode provocar problemas como corrosão das tubulações, reduzindo a vida útil do sistema, além de atrapalhar os processos químicos para tratamento do efluente (Sampaio et al., 2019).

Para o parâmetro Coliformes Totais também foram adotados os padrões usados para potabilidade, sendo considerado o mais restritivo e limitante nas publicações, de modo geral. Em duas legislações, é exigido “ausência” e, na água de classe 1 do Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2005), a sua presença deve ser “não detectável”. Porém, questiona-se a necessidade da inexistência de coliformes para o uso não potável. Vale destacar que o critério de ausência é o mesmo presente na Portaria de Potabilidade (Brasil, 2021). A Resolução CONAMA nº 274, de novembro de 2000 (Brasil, 2000), que institui padrões de balneabilidade (qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário) para as águas brasileiras, considera imprópria apenas águas com concentrações de coliformes totais superiores a $2500 \text{ NMP por } 100 \text{ mL}^{-1}$. Essa recreação permite o contato direto do usuário com a água através do nado, esqui aquático ou mergulho. Todas as finalidades de contato primário citadas sujeitam o usuário à ingestão involuntária de água. Sendo assim, contatos a partir da lavagem ou irrigação são menos inseguros que os de recreação, considerando que esse ocorrerá somente com as extremidades do corpo (mãos e pés). Com relação à mesma restrição para bacias sanitárias, pode-se acrescentar que o simples tratamento com cloração e monitoramento do cloro residual são capazes de garantir a segurança do ambiente que, naturalmente, é mais propício à proliferação de microrganismos (Oliveira & Gonçalves 2011).

Considerando que as datas de publicação das legislações dos municípios de Niterói e Belo Horizonte são anteriores à NBR 16.783/2019 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019), compreende-se que não havia um norteamento à época (2011-2015), sendo adotado padrão similar ao de Coliformes Termotolerantes. Portanto, é interessante uma revisão das atuais legislações vigentes nos municípios de Niterói e Belo Horizonte, objetivando tornar a prática do reúso de água cinza mais acessível.

Sendo assim, nota-se a presença de parâmetros demasiadamente restritivos, até mais do que os estabelecidos para água potável, como no caso de turbidez e cor, relacionados diretamente aos padrões estéticos do recurso hídrico, importantes para a aceitação dos usuários e um dos principais limitantes ao reúso de água no Brasil e no mundo (Vuppaladadiyam et al., 2019). Vale enfatizar que o estabelecimento de parâmetros de qualidade para a água cinza tratada deve ser vinculado à finalidade de uso do efluente. Um nível de exigência muito elevado para um uso menos nobre, como usos não potáveis, dificulta e desestimula seu reúso, uma vez que pode torná-lo mais oneroso.

3.3.1.1. Exemplos de Aplicação

Ao longo da pesquisa, foi possível identificar que a prática do reúso de água cinza ainda se encontra em fase inicial no Brasil. Portanto, não há muitos exemplos relevantes e conhecidos do reúso de água cinza no território brasileiro. Ainda assim, dois casos de sucesso se sobressaíram: o Sistema Bioágua Familiar e o Edifício Residencial Royal Blue.

No semiárido brasileiro, foi implantado o chamado Sistema Bioágua Familiar, que utiliza água cinza das residências para produção de alimentos. O sistema é fruto da união entre o Projeto Dom Hélder Câmara (Ministério do Desenvolvimento Agrário e Fundo Internacional para Desenvolvimento da Agricultura), a ONG ATOS e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por meio de uma parceria com famílias agricultoras do Rio Grande do Norte. Devido aos problemas com falta de água, comuns na região, frequentemente os agricultores lançavam água cinza in natura nas copas das plantações, causando problemas de poluição. Dessa forma, o projeto objetivou produzir água de reúso tratada para garantir segurança alimentar e redução da poluição ambiental (Santiago & Jalfim 2018; Silva et al., 2018; Radingoana et al., 2020).

No sistema Bioágua Familiar, ocorre a filtração de partículas sólidas presentes na água cinza de chuveiros, lavatórios, pias de cozinha e máquinas de lavar, com posterior tratamento biológico por biodegradação, realizada por microrganismos e minhocas. A água é então encaminhada para um tanque de armazenamento com capacidade de 1.767 L para ser direcionada a um sistema de irrigação por gotejamento de hortaliças, frutas, plantas medicinais e folhas verdes para alimentação de animais. Os primeiros sistemas foram projetados com capacidade de vazão de saída de $1,06 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, possibilitando a irrigação de uma área total de 246 m^2 (Santiago & Jalfim 2018). Após o sucesso na implantação do sistema, em 2013, o projeto ganhou o patrocínio do Programa Petrobrás Socioambiental, possibilitando sua difusão para mais 20 comunidades rurais e assentamentos da reforma agrária de oito municípios do Rio Grande do Norte. Na segunda fase do projeto (2013 a 2015), o sistema passou a atender 200 famílias e, atualmente, encontra-se instalado na região semiárida dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia (Santiago & Jalfim 2018; Santos et al. 2019).

O Edifício Residencial Royal Blue é um residencial de luxo localizado na Praia do Canto, em Vitória (ES). Conta com um sistema de reúso de água cinza de 27 m^2 de área total, com $8.427,03 \text{ m}^2$ de área construída. O empreendimento é dotado de 15 pavimentos e 30 apartamentos (Gonçalves, 2010; Belisario, 2014). Seu sistema de reúso de água cinza possui capacidade de produção de $144 \text{ L}\cdot\text{hab}\cdot\text{dia}^{-1}$, sendo o efluente tratado destinado a descargas sanitárias, utilização em áreas externas, limpezas, banheiros da área de lazer e na irrigação de jardins; correspondendo a cerca de 22% do total de água consumida na edificação. O edifício possui boa capacidade de produção de água cinza tratada, mas apenas 36% destas águas são utilizadas (Belisario, 2014; Gonçalves et al., 2019; Gonçalves, 2010).

O sistema de reúso de água cinza do Edifício Residencial Royal Blue é complexo e bem projetado, com tubulações separadas para passagem de água negra e de água cinza. É composto, resumidamente, por sistema de filtração de sólidos, reatores anaeróbios, filtro biológico e desinfecção por cloração (Belisario, 2014).

Como exposto ao longo do trabalho, tem-se poucos exemplos de aplicações práticas de reúso da água cinza no Brasil. Mas os trabalhos existentes sobre a temática (Kammers & Ghisi, 2006; Castilho & Oliveira, 2018; Odppes et al., 2018; Sousa et al., 2020; Yoonus et al., 2020; Yoonus & Al-Ghamdi, 2020) demonstram que a prática de reúso é relevante principalmente nos contextos ambientais e econômicos, mas é necessário que as políticas governamentais ofereçam incentivos financeiros à população, de modo a impedir que as condições socioeconômicas da região sejam um entrave para o uso de práticas mais sustentáveis, principalmente em regiões que sofrem com escassez de água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizado um levantamento documental em normas técnicas, manuais, documentos públicos e legislações e foram encontradas apenas 12 publicações principais que tratam do reúso de água cinza a nível federal, estadual e municipal. Esse número é restrito para um tema tão relevante. Além disso, dos documentos analisados, somente cinco estabelecem parâmetros de qualidade para uso não potável do efluente tratado. Destaca-se que apenas uma entre as cinco legislações mencionadas corresponde a uma lei federal, o que limita a prática do reúso de água cinza nas três esferas governamentais e no âmbito civil.

Na análise dos documentos que apresentam o estabelecimento de parâmetros, o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações é o documento mais restritivo quanto aos parâmetros de qualidade da água. Destaca-se que parâmetros demasiadamente restritivos, tais como cor, turbidez e coliformes totais e termotolerantes, mesmo que para fins não potáveis, podem desencorajar ou impossibilitar o reúso de água, principalmente quando influenciados por fatores como características

da fonte alternativa, usos não potáveis pretendidos, vazões de projeto, área técnica disponível e as condições para uso, operação e manutenção do sistema.

A adoção do reúso como forma de gestão da água é necessária frente à realidade do esgotamento da disponibilidade de mananciais para abastecimento público. Esse cenário pode atingir níveis de saturação do recurso quando a velocidade de poluição se sobrepuser a de recuperação e autodepuração do corpo hídrico. Logo, quanto maior o volume de efluentes tratados e reutilizados, menor a captação de água dos mananciais e menor a poluição dos recursos hídricos pelo lançamento de efluentes, sendo o reúso de água cinzas um dos mais indicados devido às características intrínsecas deste efluente.

A partir dessas análises é possível observar que no Brasil poucas legislações abordam parâmetros de qualidade da água cinza e as poucas que abordam vem adotando os padrões de potabilidade para água de consumo humano, mesmo para projetos de reúso de água cinza para fins não potáveis, encarecendo os projetos. Além disso não há categorização de tratamentos, nem orientação técnica para nortear a instalação e operação dos possíveis sistemas de reúso de água cinza, o que dificulta a adoção da prática pela ausência de modelo a ser seguido.

Esse cenário mostra que é preciso ocorrer atualização e criação de legislações e normas técnicas de forma a viabilizar a implantação de projetos de reúso de água para fins não potáveis. Essas orientações seriam uma forma de esclarecer a população quanto à origem e à qualidade da água de reúso reduzindo o preconceito com relação ao seu uso, que é outro gargalo à difusão da técnica no Brasil.

Além disso, a demanda por projetos autossustentáveis vem aumentando a fim de reduzir a degradação ambiental por meio do uso de resíduos, materiais reciclados, matérias primas renováveis e tecnologias que não causem danos ao meio ambiente; assim o reúso de água para fins não potáveis é uma alternativa promissora para demandas menos restritivas. Desta forma, o reúso de águas cinzas é vantajoso para as pessoas, para os recursos hídricos e para o meio ambiente

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo auxílio referente ao processo E-26/010.002251/2019. A Profa Nathaia Vernin também agradece à FAPERJ pelo auxílio E-26/010.002523/2019.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2018). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual* (101p.). Brasília: ANA.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2019a). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual* (119 p.). Brasília: ANA.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2019b). *Reúso d'água: ação da ANA para implantar plano da bacia Piancó-Piranhas-Açu resulta em quatro plantas no RN e PB*. Brasília: ANA.
- Al-Adhadh, A. R., Aziz, H. Y., & Abbas, B. J. (2019). Reviewing the advantages and disadvantages of reusing the Greywater. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 16, 78-82.
- Alcoforado, C. G., & Silva, R. F. (2017). Sistema de tratamento de esgoto doméstico em condomínio horizontal e reúso de águas cinzas. *Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE*, 9, 85-99.
- Almeida, R. G. (2011). Aspectos legais para a água de reúso. *Revista Vértices*, 13(2), 31-43. <http://dx.doi.org/10.5935/1809-2667.20110012>
- Alves, W. C., Zanella, L., Castro, J. R., & Queiroz, R. S. (2016). *Manual para aproveitamento emergencial de águas cinzas do banho e da máquina de lavar* (32 p.). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- Angelakis, A. N., Asano, T., Bahri, A., Jimenez, B. E., & Tchobanoglous, G. (2018). Tchobanoglous, G., Water reuse: from ancient to modern times and the future. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 26. <http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2018.00026>
- Anuja, J., Darshan, B., Saraswathi, G., & Meyyappan, N. (2021). Study on reuse of grey water: a review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1979(1), e012004. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1979/1/012004>
- Araujo, E. P., Rodrigues, R. P., & Nunes, R. (2009). O gerenciamento da demanda de água é o caminho para propiciar a sua preservação. *Universitas. Arquitetura e Comunicação Social*, 5, 1-10.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (1997). *NBR 13.969: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2019). *NBR 16.783: uso de fontes alternativas de água não potável em edificações*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Austrália. (2015). *Code of practice for the reuse of greywater in Western Australia* (59 p.). Department of Health.
- Belisario, G.Z. (2014). *Comparação de balanços hídricos de diferentes edificações multifamiliares de alto padrão no bairro da Praia do Canto, Vitória (ES)* (Monografia). Universidade Federal do Espírito Santo.
- Belo Horizonte. Câmara Municipal. (2015). Lei municipal nº 10.840 de 28 de agosto de 2015. *Diário Oficial do Município* (84 p.). Belo Horizonte.
- Boyjoo, Y., Pareek, V. K., & Ang, M. (2013). A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology*, 67(7), 1403-1424. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2013.675>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (2000). Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2017). Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. (2018a). *Projeto Reúso: elaboração de proposta do plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil*. Brasília.
- Brasil. (2018b). *CataloSan: catálogo de soluções sustentáveis de saneamento - gestão de efluentes domésticos*. Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2021). Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Cantillo, S. P., & Corpus, W. (2018). Diseño e implementación de un filtro para tratamiento de aguas grises en la aplicación de un sistema de riego para una huerta casera en San Andrés Islas, Colombia. *Revista LOGINN*, 2(1), 15-24.
- Carvalho, S. T., Pereira, G. S., Oliveira, V. S., Sabará, M. G., & Flores, M. E. P. (2015). Aproveitamento de águas pluviais e águas cinzas no ambiente doméstico. In D. F. Andrade (Ed.), *Gestão ambiental* (Vol. 2, pp. 108-117). Belo Horizonte: Poisson.
- Castilho, C. P., & Oliveira, L. H. (2018). Avaliação durante operação de sistemas de água não potável em edifícios residenciais. *Ambiente Construído*, 18(1), 409-421. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000100229>
- Cirne, J. R. R., Meira, C. M. B. S., Silva Júnior, M. G., Fernandes, M. S. M., & Alves, R. V. (2015). Influência do Cloro Residual na Qualidade da Água dos Reservatórios que Abastecem o Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). In *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* (6 p.). Rio de Janeiro.
- Coelho, F. M., Azevedo, J. P. S., & Volschan Júnior, I. (2012). Análise multicritério de propostas para a melhoria da qualidade da água captada para abastecimento da Região Metropolitana oeste do Rio de Janeiro. In D. Tubbs Filho, J. C. O. A. & J. S. Vettorazzi (Eds.), *Bacia hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos* (340 p.). Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Ambiente.
- Colômbia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Resolución nº 1207, de 25 de julio de 2014. *Diario Oficial*, Bogotá.
- Colômbia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Resolución nº 549, de 10 julio de 2015. *Diario Oficial*, Bogotá.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. (2021). *Águas interiores*. Recuperado em 5 de setembro de 2021, de <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/>
- Costa, L. S., Oliveira, L. R., Castro, R. M., Castro, M. N., Almeida, L. F. O., & Carvalho, E. W. V. (2018). Avaliação de um equipamento protótipo para tratamento de águas cinzas com fins não potáveis. *Revista Internacional de Ciências*, 8(2), 149-167.
- Cruz, N., & Mierzwa, J. C. (2020). Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. *Saúde e Sociedade*, 29(1), e180824. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902020180824>
- Dantas, P. R., Chaves, M. T. L., Cavalcante, D. M., Albuquerque, W. G., Medeiros, W. P., & Bezerra, A. M. S. (2019). Reúso de água cinzas tratada em sistema de alagado construído com resíduos da construção civil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1), 62-68. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5819>
- Dare, A. E., Mohtar, R. H., Jafvert, C. T., Shomar, B., Engel, B., Boukchina, R., & Rabi, A. (2017). Opportunities and challenges for treated wastewater reuse in the West Bank, Tunisia, and Qatar. *Transactions of the ASABE*, 60(5), 1563-1574. <http://dx.doi.org/10.13031/trans.12109>

- Díaz, A. G. (2017). *Optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises* (Dissertação de mestrado). Universidade Nacional da Colômbia.
- Fernandes, C. N., Cavalcante, F. L., & Batista, R. O. (2019). *Desinfecção solar de efluentes sanitários* (100 p.). Natal: Instituto Federal do Rio Grande do Norte.
- Fountoulakis, M. S., Markakis, N., Petousi, I., & Manios, T. (2016). Single house on-site grey water treatment using a submerged membrane bioreactor for toilet flushing. *The Science of the Total Environment*, 551–552, 706–711. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.057>
- Galvão, C. W. (2019). Reúso da água em edificações urbanas e seus impactos na hidráulica do sistema público de esgotamento sanitário. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos* (pp. 1-2). Porto Alegre: ABRHidro.
- Gonçalves, R. F. (2010). Reúso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, 3, 120-131.
- Gonçalves, R. F., Keller, R. P., & Franci, T. K. (2019). Análise comparativa das práticas de reúso de água cinzas em edificações urbanas na Alemanha e no Brasil. *Revista DAE*, 67(217), 75-89. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.024>
- Grupo Crispa. (2015). *Elemento*. Recuperado em 10 de agosto de 2020, de <https://www.grupocrispa.com.co/>
- Guerra, B. B. (2016). Uso da água como fonte renovável em edificações. *Revista de Arquitetura IMED*, 5(2), 4-9. <http://dx.doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n2p4-9>
- Hernández Leal, L., Zeeman, G., Temmink, H., & Buisman, C. (2007). Characterisation and biological treatment of greywater. *Water Science and Technology*, 56(5), 193-200. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2007.572>
- Hespanhol, I. (2008). Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Dossiê água. *Estudos Avançados*, 22(63), 131-158. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200009>
- Hespanhol, I. (2015). Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. *Revista USP*, 79(106), 79. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p79-94>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). *Tabela 1286: população e distribuição da população pelas grandes regiões e unidades da federação nos censos demográficos: variável – população (pessoas)*. Rio de Janeiro.
- Internacional Energy Agency – IEA. (2016). Water energy nexus. In *World Energy Outlook* (63 p.). Paris: OECD/IEA.
- Kammers, P. C., & Ghisi, E. (2006). Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. *Ambiente Construído*, 6(1), 75-90.
- Leite, A. M. F. (2003). *Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos* (Dissertação de mestrado). Universidade Católica de Brasília.
- Londrina. Câmara Municipal de Londrina. (2012). Lei Municipal nº 11.552, de 24 de abril de 2012. Londrina.
- Maimon, A., & Gross, A. (2018). Greywater: limitations and perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 1-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coesh.2017.11.005>
- Manawi, Y., Fard, A. K., Hussien, M. A., Benamor, A., & Kochkodan, V. (2017). Evaluation of the current state and perspective of wastewater treatment and reuse in Qatar. *Desalination and Water Treatment*, 71, 1-11. <http://dx.doi.org/10.5004/dwt.2017.20174>
- May, S. (2009). *Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo.
- Mendonça, J. K. A., Gonçalves, D. F., & Rigue, F. M. (2020). Experimento para determinação semiquantitativa de oxigênio dissolvido em água doce. *Revista Sítio Novo*, 4, 53-61.
- Monte, B. R., Pereira, J. R., & Barranco, J. F. A. (2019). A agricultura irrigada na região do Semiárido legal mineiro: um estudo sobre os avanços e impactos ambientais. *Revista Livre Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 4, 222-248.
- Niterói. Prefeitura Municipal. (2011). Lei Municipal nº 2856, de 29 de outubro de 2021. *Diário Oficial da Prefeitura de Niterói*, Rio de Janeiro.
- NSW Health. (2008). *NSW guidelines for greywater reuse in sewered, single household residential premises*. Australia.
- Odppes, R. J., Michalovicz, D. T., & Bilotta, P. (2018). Reúso de água em indústria de fabricação de estruturas em concreto: uma estratégia de gestão ambiental. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 14(34), 82-100.
- Ogoshi, M., Suzuki, Y., & Asano, T. (2001). Water reuse in Japan. *Water Science and Technology*, 43(10), 17-23. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2001.0569>
- Oliveira, D. P. F., Andrade, T. C. O., & Broetto, F. (2019). Água residuária: usos e legislação. In A. R. Zabotto (Ed.), *Estudos sobre impactos ambientais: uma abordagem contemporânea* (pp. 11-19). Botucatu: FEPAF.

- Oliveira, L. M., & Alves, L. A. (2020). Estudo sobre modalidades de reaproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas para uso residencial. *Revista Boletim do Gerenciamento*, 13(13), 10-20.
- Oliveira, L. O. V., & Gonçalves, R. F. (2011). Avaliação da qualidade microbiológica da água cinzas para reúso em descarga sanitária. In *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* (pp. 26). Porto Alegre.
- Oliveira, L., Costa, L. S., Castro, R. M., Castro, M. N., Almeida, L. F. O., & Carvalho, E. W. V. (2018). Avaliação de um equipamento protótipo para tratamento de águas cinzas com fins não potáveis. *Revista Internacional de Ciências*, 8(2), 262-280.
- Oteng-Peprah, M. A., Acheampong, M. A., & deVries, N. K. (2018). Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception: a review. *Water, Air, and Soil Pollution*, 229(8), 255. <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8>
- Otiniano, J. L. E. L. (2018). *Revisión sistemática de estudios realizados sobre reutilización de aguas grises tratadas en viviendas* (Monografia). Faculdade de Engenharia, Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Otterpohl, R., Braun, U., & Oldenburg, M. (2002). Innovative technologies for decentralised wastewater management in urban and peri-urban areas. In *Specialised Conference on Small Water and Wastewater Treatment Systems* (pp. 27-36). Istanbul: IWA.
- Paes, R. P., Silva, G., Priante, J., Lima, E., & Priante Filho, N. (2010). Aplicação de tecnologias de conservação do uso da água através do reúso: estudo de caso Cuiabá, MT. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 15(3), 97-107.
- Pires, A. P. F. (2019). *Relatório Temático Água: biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano no Brasil*. São Carlos: Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/978-85-60064-84-7>.
- Porto Alegre. (2008). Lei municipal nº 10.506. Institui o Programa de Conservação, Uso racional e Reaproveitamento das águas. *Diário Oficial*.
- Quispe, P. P. (2018). *Reutilización de aguas grises domesticas ante la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares* (Monografia). Universidad Peruana los Andes.
- Raček, J. (2020). Gray water reuse in urban areas. In M. Zelenakova, P. Hlavínek & A. Negm (Orgs.), *Management of water quality and quantity* (pp. 195-217). Cham: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-18359-2_8.
- Raclavský, J., Biela, R., Vrána, J., Hlušík, P., Raček, J., & Bartoník, A. (2013). Greywater and rainwater management in buildings. *Advanced Materials Research*, 649, 195-198. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.649.195>
- Radingoana, M. P., Dube, T., & Mazvimavi, D. (2020). Progress in greywater reuse for home gardening: opportunities, perceptions and challenges. *Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C*, 116, 102853. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2020.102853>
- Reis, F. M. P., Costa, T. V. B., & Alves, F. (2018). Reúso de águas cinzas em habitações populares no Estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Petra*, 4, 1-22.
- Reis, M. C. P., & Andrade Sobrinho, R. (2016). Análise da eficiência do investimento em sistemas para redução do consumo de água em residência de padrão popular. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva* (pp. 1-7). Belém: SBCMAC.
- Sampaio, C. A. P., Ide, G. M., Batalha, C. P., Pereira, L. C., & Bueno, L. F. (2019). Análise técnica de água de fontes rurais. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 4(2), 213-217. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019116954>
- Sant'Ana, D., Boeger, L., & Monteiro, L. (2013). Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 1: reduções no consumo de água. *Água e Sociedade Paranoá*, 10(10), 77-84.
- Santiago, F., & Jalfim, F. (2018). O sistema bioágua familiar. In CTA (Org.), *Capitalização de experiências: lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil* (88 p.). Wageningen.
- Santos, K. M. S., Oliveira, M. F., & Albuquerque, T. M. A. (2019). Reúso de água como alternativa de gestão de oferta. In *Anais do Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe* (pp. 5). Aracajú.
- São Paulo. (2005). Lei Municipal de São Paulo nº 14.018. Instituiu o Programa municipal de conservação e uso racional da água em edificações e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado*.
- Shaikh, I. N., Ahammed, M. M., & Krishnan, M. P. S. (2019). Graywater treatment and reuse. In *Sustainable water and wastewater processing* (pp. 19-54). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-816170-8.00002-8>
- Shi, K. W., Wang, C.-W., & Jiang, S. C. (2018). Quantitative microbial risk assessment of Greywater on-site reuse. *The Science of the Total Environment*, 635, 1507-1519. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.197>
- Silva, A. B., Brito, J. M., Duarte, J. S., & Almeida, O. E. L. (2017). Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 1, 11-17.

- Silva, E. A. A., Silva, F. E., Silva, M. E. L., & Assunção, M. S. L. (2018). Eficiência do sistema bioágua no tratamento de águas cinzas. In *Anais do Congresso Brasileiro dos Engenheiros Sem Fronteiras*. Natal. Recuperado em 10 de agosto de 2020, de <http://artigo-4ba929b002716c94ac4c4a88cf38aac15cb97-arquivo.pdf>
- Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo – SindusCon-SP. (2005). *Manual de conservação e reúso de água em edificações* (152 p.). São Paulo.
- Sotero-Martins, A., Salles, M. J., Carvajal, E., Handam, N. B., Santos Junior, N., De Almeida, T. C., Moura, P. G., Santos, R. F., & Martin, L. E. (2020). Distribuição e análise espacial dos municípios do Estado do Rio de Janeiro nos blocos regionais de concessão à privatização da principal Companhia de Saneamento do Estado. *Revista Científica Lua Nova. Revista de Cultura e Política*. No prelo. <http://dx.doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1041>
- Sousa, L. C. O., Bezerra, S. T. M., Amorim, J. M. B. S., Alves, I. M., & Duarte, A. D. (2020). Avaliação de alternativas direcionadas à redução do consumo de água potável em residências: estudo de caso em Caruaru, PE, Brasil. *Ambiente Construído*, 20(4), 465-487. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400483>
- U.S. Environmental Protection Agency – USEPA. (2020). *National water reuse action plan: improving the security, sustainability, and resilience of our nation's water resources*. Washington.
- Valente, L. P., & Jesus, N. N. (2020). Incentivos fiscais de ICMS para redistribuição de alimentos para entidades beneficentes. *Revista Tributária e de Finanças Públicas*, 144, 133-156.
- Vuppaladiyam, A. K., Merayo, N., Prinsen, P., Luque, R., Blanco, A., & Zhao, M. (2019). A review on greywater reuse: quality, risks, barriers and global scenarios. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 18(1), 77-99. <http://dx.doi.org/10.1007/s11157-018-9487-9>
- Yoonus, H., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Environmental performance of building integrated grey water reuse systems based on Life-Cycle Assessment: a systematic and bibliographic analysis. *The Science of the Total Environment*, 712, e136535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136535>
- Yoonus, H., Mannan, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Environmental performance of building integrated grey water reuse systems: life cycle assessment perspective. In *World Environmental and Water Resources Congress 2020* (pp. 1-7). Reston: American Society of Civil Engineers.
- Yu, Z. L. T., Rahardianto, A., DeShazo, J. R., Stenstrom, M. K., & Cohen, Y. (2013). Critical review: regulatory incentives and impediments for onsite graywater reuse in the United States. *Water Environment Research*, 85(7), 650-662. <http://dx.doi.org/10.2175/106143013X13698672321580>

Contribuições dos autores:

Thayane Pires Alves de Moura: contextualização do trabalho.

Rosane Cristina de Andrade: correções e revisão final.

Nathalia Salles Vernin: levantamentos de dados complementares a pesquisa e ainda com a análise formal dos dados, correções e revisão final.

Alena Torres Netto: visualização geral do artigo, correções e revisão final.