



## 26 – REUSO DE ÁGUA COMO ALTERNATIVA PARA O SISTEMA HÍDRICO BRASILEIRO

### **Isadora Alves Lovo Ismail<sup>(1)</sup>**

Doutoranda em Tecnologia Ambiental, Mestre em Tecnologia Ambiental e Engenharia Química pela Universidade de Ribeirão Preto e Licenciada em Matemática pela Universidade de Franca.

### **Marília Vasconcelos Agnesini<sup>(2)</sup>**

Doutoranda em Tecnologia Ambiental e Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto e Engenharia Química pela Universidade de São Paulo.

### **Fernando Afonso Marrengula<sup>(3)</sup>**

Doutorando em Tecnologia Ambiental e Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto e Oceanógrafo Físico pela Universidade Eduardo Mondlane.

### **Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoalato<sup>(4)</sup>**

Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo e Engenheira Química pela Universidade de Mogi das Cruzes.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Costábile Romano nº 2201, Bloco D – Ribeirânia – Ribeirão Preto – SP – CEP: 14096-900 – Brasil – Telefone: (16) 3603-6718 – email: [eng.isadoralovo@gmail.com](mailto:eng.isadoralovo@gmail.com)

### **RESUMO**

No cenário mundial de eminente escassez dos recursos hídricos, novas fontes e alternativas de água deverão ser estudadas para atender a demanda por água no futuro. Vários mananciais estão poluídos e deteriorados, devido à falta de controle ou ausência de investimentos em coleta, tratamento e disposição final dos esgotos. Alguns desses mananciais também se encontram afastados dos centros urbanos, havendo uma certa dificuldade em fazer chegar água de boa qualidade e de potabilidade reconhecida, até destino final, prioritariamente ao consumo humano. A tecnologia do reuso da água surge como um esforço da engenharia ambiental buscando solucionar a utilização mínima de água em um processo produtivo e a máxima proteção ambiental com o menor custo possível. O reuso da água, além de resolver satisfatoriamente o problema de abastecimento, proporciona um ganho econômico com a redução na captação, na quantidade de elementos químicos para seu tratamento e no lançamento de efluentes. Este trabalho, através de pesquisas bibliográficas e eletrônicas, tem como objetivo mostrar as várias modalidades de reuso da água como alternativa de redução desse consumo, para fins não potáveis, a preservação ambiental, evitando o impacto da irrigação nos recursos hídricos naturais disponíveis e os possíveis impactos legais e sociais decorrentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, água, sistema hídrico.

### **INTRODUÇÃO**

Os efeitos na qualidade e na quantidade da água disponível, relacionados com crescimento acelerado da população, aumento do consumo e desperdício de água tratada, a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura, já são evidentes em várias partes do mundo e refletem uma possível crise hídrica. Vianna et al (2005) apontaram que no Brasil, dos 110 milhões dos habitantes residentes em centros urbanos, apenas 36% dispõem de rede de esgoto e somente 11% dessa população têm seus esgotos tratados antes da água retornar ao leito dos rios. Mesmo países que dispõem de recursos hídricos abundantes (por exemplo, o Brasil) não estão livres da ameaça de uma crise, as reservas de água potável estão diminuindo.

O Brasil enfrenta um dos maiores problemas de escassez de chuvas. O problema que antes atingia as regiões semiáridas se estendeu a grandes cidades nos últimos anos. E assim estima-se que 25 milhões da brasileira global viva hoje sob a situação de estresse hídrico. A crise no país se agrava pela falta de infraestrutura e investimentos no setor. O reuso de água surge como alternativa para reduzir os problemas causados com a escassez de recursos hídricos, pois está ligado à proteção à saúde pública e ao meio ambiente, ao saneamento ambiental e ao gerenciamento de recursos hídricos. O reuso é definido como o aproveitamento de água residuária ou água de qualidade inferior, tratada ou não (CROOK e OKUN, 1991).

No Brasil, ao contrário de outros países, a experiência do reúso é recente e não se podem estabelecer padrões, assim, o reúso é feito através de estudos sobre os riscos associados e os conhecimentos das condições específicas das regiões. O fato de não se estabelecer padrões, provém da ausência de legislação que estabelece limites para parâmetros físicos, químicos e biológicos. A resolução do CNRH nº 54 descreve que existem quatro modalidades para prática de reúso não potável: agrícola, ambiental, industrial e aquicultura. Já a NBR 13969 tem um item dedicado ao tema, inclusive com a definição de classes de água de reúso e indicação de padrões de qualidade, que descreve as unidades de pós-tratamento e sugere alternativas de disposição final de efluentes líquidos de tanques sépticos. Em 2017 foi publicada uma resolução conjunto da Secretaria de Estado da Saúde do Meio Ambiente e de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, que dispõe categorias de reúso, padrões de qualidade e de monitoramento.

De acordo com Von Sperling (2009), o tratamento de efluente passa pelas etapas de tratamento preliminar, tratamento primário, secundário e terciário, sendo essa última etapa composta por processos físicos e químicos, como por exemplo, os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, adsorção por carvão e osmose reversa, sendo esse último, o reúso de água. Os tratamentos geralmente empregados para efluente de estação de tratamento de esgoto (ETE) para utilização como reúso são: adsorção em carvão ativado; filtração em areia; oxidação com ozônio, dióxido de cloro e peróxido de hidrogênio; separação por membranas (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose inversa); destilação e precipitação (MIERZWA e HESPANHOL, 2005; METCALF e EDDY, 2003; MANCUSO e SANTOS, 2003). Cornelli et al (2014), por meio de uma revisão sistemática sobre os métodos de tratamento de esgotos domésticos, identificaram, em 274 artigos científicos, 36,5% utiliza tratamentos anaeróbios combinados aos aeróbios, e 34,6% utilizam unicamente processos aeróbios, esse percentual pode estar relacionado às vantagens da técnica aeróbia: alto desempenho, tecnologia simples, eficaz e volume reduzido de lodo. O processo predominante foi o biológico (66,1%), enquanto que o nível de tratamento mais utilizado foi o secundário (65,5%).

Atualmente, a tecnologia e os fundamentos ambientais, permitem fazer o uso e o reúso dos recursos hídricos disponíveis localmente, mediante programas adequados de gestão. A implementação da prática de reúso da água já configura uma realidade adotada em alguns países, inclusive pelo Brasil. O reúso de água reduz a demanda sobre os mananciais devido à substituição da água potável por uma água de reúso com qualidade inferior, para fins menos nobres.

De acordo com a CETESB (2012), a utilização direta ou indireta de águas residuárias pode se caracterizar como:

- Reuso indireto não-planejado: a água utilizada é descarregada no meio ambiente e novamente aproveitada, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada.
- Reuso indireto planejado da água: os efluentes são descarregados de forma planejada nos corpos d'água superficiais ou subterrâneas, que por sua vez são utilizadas de maneira controlada, no atendimento de alguma necessidade.
- Reuso direto planejado das águas: os efluentes tratados são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso.
- Reciclagem da água: caracteriza-se pelo reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. É um uso particular do reúso direto planejado.

## **OBJETIVOS**

Apresentar os conceitos e legislações sobre reúso de água, bem como suas diferentes modalidades, com base em materiais acadêmicos e modelos já existentes, ressaltando a importância da implantação dessa alternativa para o sistema hídrico brasileiro.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

Foram consultados diversos estudos como dissertações, teses, monografias, trabalhos de conclusão de curso, manuais, artigos de revistas e periódicos, bem como a legislação e normas técnicas brasileiras pertinentes ao assunto. Foram utilizadas as palavras-chave: ○ reúso; água; alternativo; sistema hídrico.

Os trabalhos analisados foram também comparados com a norma NBR nº 13969 (ABNT, 1997), que dispõe sobre projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, a fim de classificar os usos, a Resolução CONAMA nº 430 (2011), referente ao lançamento dos efluentes de qualquer fonte poluidora, A Resolução CONAMA nº 357 (2005) dispõe sobre as condições de lançamentos de efluente em corpo d'água na qual consta que o valor de pH deve estar entre 5 a 9 e a temperatura não exceder a 40° C e a Resolução nº 54 (2005), do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece critérios para a sua prática que regulamenta e estimula a sua aplicação para fins não potáveis em todo território nacional.

## CONCEITOS SOBRE REUSO DE ÁGUA

### Conceitos sobre reuso de água

Reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Podendo ser direto ou indireto, assim como ser obtido por ações planejadas ou não planejadas (LAVRADOR FILHO, 1987). Outra boa definição para reuso seria, segundo Mierzwa e Hespanhol (2005) a utilização dos efluentes tratados ou o uso direto de efluentes em substituição à fonte de água normalmente explorada, contribuindo com a redução do volume de água captado no manancial e do efluente gerado pela indústria.

O reuso de água é a utilização de águas tratadas em diversas atividades. A Environmental Protection Agency (EPA) publicou normas que sugere as categorias de reuso: urbano; industrial; agrícola; ambiental e recreacional; recarga de aquíferos; aumento de suprimento de água potável por meio de reuso potável indireto e direto (USEPA, 2004).

Num cenário que se estende por décadas de escassez de água de qualidade em determinadas partes do planeta, onde a demanda já superou ou está próxima de superar a oferta, o reuso de águas é uma opção ecológica e socialmente correta, pois reduz o gasto de água potável, desviando esse insumo para uso humano e para operações industriais, nas quais é imprescindível o uso de água de melhor qualidade (ADROVER, 2012; PEDRAZA, 2010; DO MONTE, 2007; BIXIO, 2006; FATTA, 2005; ANGELAKIS et al, 1999). Aplicações de água de reuso em tarefas com menor restrição de qualidade, tais como irrigação, lavagem de ruas e pátios, uso em sanitários e como água de torres de refrigeração devem ser incentivadas, assim como a conservação e a racionalização da água em operações agropecuárias e industriais. Neste último caso, Alvarez e colaboradores (2004) afirmam que operações relativamente simples podem ser aplicadas para a minimização e otimização do uso da água em processos de limpeza de reatores, tanques e containers para determinadas indústrias, podendo alcançar redução de 60 a 90% em economia de água.

Devido a sua importância na gestão de recursos hídricos, o reuso de água está desatada no Capítulo 18, da Agenda 21, que aborda o reuso como forma de prevenção e controle da poluição de água e estimula o uso de efluentes tratados em agricultura aquicultura, industrial, etc.

De acordo com a CETESB (2012), a utilização direta ou indireta de águas residuárias pode se caracterizar como:

- Reuso indireto não-planejado: a água utilizada é descarregada no meio ambiente e novamente aproveitada, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada.
- Reuso indireto planejado da água: os efluentes são descarregados de forma planejada nos corpos d'águas superficiais ou subterrâneas, que por sua vez são utilizadas de maneira controlada, no atendimento de alguma necessidade.
- Reuso direto planejado das águas: os efluentes tratados são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso.
- Reciclagem da água: caracteriza-se pelo reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. É um uso particular do reuso direto planejado.

No Brasil, a preocupação com o abastecimento de água, a conservação dos mananciais e tratamento de efluentes, assim como a criação de leis e normas sobre estes temas, teve um marco inicial com o Decreto nº 24.643 (1934), Código de Águas, definindo os vários tipos de água do território nacional, critérios de aproveitamento, requisitos para autorizações, abordando a contaminação de corpos hídricos, seguido pela Lei 6938 (1981) que trata da Política Nacional do Meio Ambiente e pela Resolução CONAMA no 357 (2005), que classifica os corpos hídricos e seus usos. Outras legislações foram sendo criadas, e serão apresentadas no item seguinte.

## **Legislação sobre reuso no Brasil**

O fundamento legal para a cobrança pelo uso da água no Brasil remonta ao Código Civil de 1916 quando foi estabelecido que a utilização dos bens públicos de uso comum pode ser gratuita ou retribuída, conforme as leis da União, dos Estados e dos Municípios, cuja administração pertencerem. No mesmo sentido, o Código de Águas, Decreto Lei nº 24.642 (1934) estabeleceu que o uso comum das águas pudesse ser gratuito ou retribuído, de acordo com as leis e os regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem.

Posteriormente, a Lei nº 6.938(1981), que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e instituiu o Cadastro de Defesa Ambiental. Essa lei incluiu a possibilidade de imposição ao poluidor da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico sem degradação da qualidade ambiental e ao usuário a contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Pode-se citar também o Projeto Lei nº 5.296 (2005) da Política Nacional de Saneamento Básico (PNS) que institui diretrizes para os serviços públicos de esgotamento sanitário “o incentivo ao reuso da água, à reciclagem dos demais constituintes dos esgotos e à eficiência energética, condicionado ao atendimento dos requisitos de saúde pública e de proteção ambiental”.

O artigo 3º da Resolução CONAMA nº 430 (2011), referente ao lançamento dos efluentes de qualquer fonte poluidora, dizem que o efluente de qualquer fonte poluidora somente poderá ser lançado diretamente nos corpos receptores depois de devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução, resguardadas outras exigências cabíveis.

A Resolução CONAMA nº 357 (2005) dispõe sobre as condições de lançamentos de efluente em corpo d'água na qual consta que o valor de pH deve estar entre 5 a 9 e a temperatura não exceder a 40° C. Quanto o material sedimentava, devem ser superiores a 1 m/L; os óleos de vegetais gorduras animais até 50 mg/L e o valor máximo do nitrogênio amoniacal de 20 mg/L.

Em relação ao reuso, a Resolução nº 54 (2005), do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece critérios para a sua prática que regulamenta e estimula a sua aplicação para fins não potáveis em todo território nacional.

Atualmente, fala-se muito no reuso de água servida ou água resultante do processo de tratamento de esgotos. Ocorre que, para a reutilização dessas águas, deve-se tomar uma série de providências e cuidados, bem como, atender as instruções contidas na Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13969(1997) apresentadas na Tabela 1.

## **Diferentes modalidades de reuso de água**

Há diversas modalidades de reuso da água, dentre os principais usos, destacam-se: urbano, industrial, paisagístico, agrícola, doméstico, recreacional, recarga de aquíferos, aquicultura e pesca. A Tabelas 1 apresenta a classificação, qualidade e utilização de água de reuso de acordo com a ABNT, 1997 e na Tabela 2 os tipos de reuso e os limites recomendados pela USEPA, 2004.A Tabela 1 apresenta todos os parâmetros avaliados na água de estudo que foi utilizada para a realização do ensaio de tratabilidade empregando o coagulante PAC com a finalidade de obter o resíduo para os ensaios de adensamento e desaguamento.



**Tabela 1: Classificação, qualidade e utilização de água de reuso.**

CLASSE	QUALIDADE DA ÁGUA DE REUSO	UTILIZAÇÃO
I	Turbidez: < 5,0 uT Coli. Termotolerantes: < 200 NMP/ 100 mL SDT: <200 mg/L pH: 6 a 8 Cloro residual: 0,5 – 1,5 mg/L	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com água, com possíveis aspirações de aerossóis, incluindo chafarizes.
II	Turbidez: <5,0 uT Coli. Termotolerantes: < 500 NMP/ 100 mL Cloro residual: > 0,5 mg/L	Lavagem de piso, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos.
III	Turbidez: < 10,0 uT Coli. Termotolerantes: < 500 NMP/100 mL	Reuso nas descargas de vasos sanitários.

**Tabela 2: Tipos de reuso e parâmetros físico-químicos recomendados.**

MODALIDADES DE REUSO	PARÂMETROS RECOMENDADOS
Reuso Urbano: todos os tipos de irrigação de áreas ajardinadas (campos de golfe, cemitérios, lavagem de carros, descargas de banheiros, combate a incêndio, sistemas comerciais de ar condicionado e outros usos com acesso a exposição semelhante à água). Represas de uso recreacional: contato secundário (como pesca e remo) ou contato primário quando permitido.	pH = 6 a 9 DBO ≤ 10 mg/L Turbidez ≤ 2uT CF – não detectável Cloro residual ≥ 1 mg/L
Irrigação com acesso restrito proibido ou pouco frequente: gramados, áreas florestadas. Represas paisagísticas: em que o contato primário não é permitido. Reuso na construção civil: compactação do solo, controle de poeira, lavagem de agregado e preparo de concreto.	pH = 6 a 9 DBO ≤ 30 mg/L SST ≤ 30 mg/L CF ≤ 200/100 mL Cloro residual ≥ 1 mg/L
Reuso agrícola: plantação de alimentos que não são processados industrialmente, irrigação de superfície ou por aspersão de quaisquer alimentos, incluindo aqueles que podem ser consumidos crus.	pH = 6 a 9 DBO ≤ 10 mg/L Turbidez ≤ 2uT CF - Não detectável Cloro residual ≥ 1 mg/L
Reuso agrícola: plantação de alimentos processados industrialmente, irrigação de superfície de pomares e vinhedos. Reuso agrícola: plantação de não alimentos (pasto para gado, forragem, fibras, grãos). Reuso industrial: torres de resfriamento.	pH = 6 a 9 DBO ≤ 30 mg/L SST ≤ 30 mg/L CF ≤ 200/100 mL Cloro residual ≥ 1 mg/L

### Reuso de água na agricultura

Segundo os Cadernos Setoriais de Recursos Hídricos (Ministério do Meio Ambiente, 2006 e dados do Banco Mundial, 1994), a maior quantidade de água potável é destinada para a agricultura, o restante é utilizado no consumo humano e industrial. Conforme os indicadores, aproximadamente 69% da água potável é utilizada na agricultura, 23% no consumo residencial e 8% nas indústrias.

A utilização da água de reuso na agricultura pode ser uma estratégia bastante eficaz para preservar os recursos hídricos, tendo em vista que essa atividade é a que mais emprega água em seu processo produtivo, contemplando cerca de 70% do consumo realizado no mundo (PENA, 2017).

A reutilização da água na agricultura proporciona, além da economia dos recursos hídricos, atendimento de áreas com escassez desses recursos ou com estiagem. Além do mais, a presença de alguns elementos residuais nas águas pode ser benéfica para as lavouras, como é o caso do nitrogênio, potássio e fósforo (PENA, 2017).

O uso de águas residuárias na agricultura aumentou, significativamente, em razão dos seguintes fatores: dificuldades na busca por fontes alternativas de águas para irrigação; custo elevado de fertilizantes; custo elevado de sistemas de tratamentos necessários para descarga de efluentes em corpos receptores e reconhecimento do valor da atividade pelos órgãos gestores de recursos hídricos.

A água residual pode ser utilizada como biofertilizante, porém não substitui a adubação convencional, pois não fornece todos os nutrientes necessários para um bom desenvolvimento da maioria das culturas (COSTA, et al. 2009). No entanto, o emprego de água de reuso não pode ser feito livremente em qualquer tipo de lavoura. Devido à sua qualidade, ela só poderá ser empregada em culturas cujos produtos não serão consumidos diretamente, ou seja, ainda serão processados (PENA, 2017).

A água de reuso, principalmente a utilizada na irrigação, deve ser periodicamente analisada, pois com o reuso agrícola de efluentes sanitários pode ocorrer contaminação do solo e de água subterrânea.

Para Cunha et al. (2011), existem riscos potenciais à saúde humana pelo uso de águas residuárias para fins agrícolas, como: contaminação dos alimentos, dos trabalhadores, do público por aerossóis e de consumidores de animais que se alimentam das pastagens irrigadas.

O emprego da água de reuso não vale apenas para água tratada do esgoto. O reaproveitamento das águas das chuvas também pode ser considerado um tipo de reuso, basta apenas a adequação de tecnologias para armazenamento e distribuição dessa água.

Sendo assim, conforme Ornelas (2004), ocorrendo o possível risco da escassez ou diminuição de recursos hídricos, devem ser tomadas atitudes sistematizadas, ou não, para o suprimento do recurso, contenção do próprio consumo e, principalmente, a reutilização que potencializa a sustentabilidade e promove o restabelecimento do equilíbrio que envolve a oferta e a demanda.

### **Reuso de água na indústria**

O reuso de água industrial pode ser realizado através do aproveitamento de efluentes gerados na própria indústria, com ou sem tratamento, ou pela utilização do efluente das estações de tratamento de esgotos domésticos, precedidos ou não de tratamentos específicos. A escassez de água aumentou a demanda da produção de água de reuso industrial, pois as indústrias são grandes consumidoras de água, tanto como matéria prima, como em etapas auxiliares.

Segundo Mancuso (2003), as principais utilizações de água residuária em indústria são:

- Torres de resfriamento, onde a água é utilizada como meio refrigerante em processos que geram calor;
- Lavagem de peças e equipamentos;
- Irrigação de áreas verdes;
- Lavagem de pisos;
- Lavagem de veículos;
- Processos industriais, principalmente nas indústrias de papel, têxtil, curtume, construção civil e petroquímica;
- Uso sanitário;
- Proteção contra incêndios.

Estender e Pinheiro (2015) realizaram um estudo de caso em uma indústria de pneus, localizada na região de Guarulhos, de grande porte (cerca de 2300 funcionários), em que é utilizado o reuso de água. A água utilizada

no processo industrial é armazenada em tanques, onde passa por processo físico-químico, recebendo produtos químicos que visam reduzir o teor de sólidos e eliminar óleos e graxas. Após tratamento, a água é reutilizada em banheiros, nos mictórios e vasos sanitários, os quais não expõem os trabalhadores ao contato direto com a água de reuso. Os resultados apresentados pela empresa foram: segundo o engenheiro ambiental uma redução de 70% de água por ciclo, de acordo com o setor financeiro representou economia, por reduzir a quantidade de água utilizada e a possibilidade de investimentos em outros setores, já no marketing a prática promoveu uma valorização de seus produtos e da marca devido a nova política de gestão de recursos hídricos.

Brião e Tavares (2007) investigaram a possibilidade de geração de água de reuso a partir do efluente de laticínios, por meio do estudo do tratamento do efluente com membranas de ultrafiltração, que removeram DQO, proteínas e óleos, podendo ser uma alternativa promissora para economia de água na indústria.

### **Reuso de água na construção civil**

O reuso da água pode ser adotado nas edificações residenciais, por exemplo, a produção de água cinza (banhos, máquinas de lavar roupas e pias) é alta e pode ser utilizada nas descargas sanitárias, irrigação de jardins e na lavagem das áreas comuns. Atualmente existem planejamentos de reuso para o setor industrial, visto a alta demanda de uso pelos processos produtivos.

No reuso indireto planejado da água, os efluentes, depois de tratados, são depositados nos corpos de águas subterrâneas, de forma planejada para seu benefício, visando a garantia dos efluentes tratados e que não sejam misturados com efluentes de qualidade inferior a sua. No reuso direto planejado das águas, ocorre o encaminhamento direto para o ponto de reuso e não é descarregado no meio ambiente. Essa é a forma de reuso que mais ocorre nas edificações. Porém, atualmente, a reutilização da água se inicia logo na construção do edifício, considerando que abranger práticas de sustentabilidade na construção civil é uma tendência crescente com caminho sem volta o mercado. O aproveitamento de água da chuva em geral é de extrema importância, uma vez que, não existe uma cultura estabelecida sobre essa prática, havendo um grande desperdício desta água que não é reaproveitada.

Conforme pontua Ferreira (2010) na tentativa de reduzir esse desperdício uma alternativa vem sendo proposta, instalar uma rede separada de aproveitamento da água da chuva, podendo abastecer bacias sanitárias, torneiras de jardim áreas externas, entre outras utilizações que não necessitem de rede de água potável. No entanto, para se utilizar deste sistema é necessário alterar as tubulações já existentes e construir um sistema que seja considerado paralelo com a água potável.

Com relação às tintas, o autor citado relata que veem sendo formuladas técnicas que sejam aproveitadas as matérias primas naturais, sem componentes sintéticos ou insumos derivados de petróleo, livre dos compostos orgânicos. Algumas empresas apresentam as tintas à base de água para caracteriza-las como ecológicas, porém nestas ainda podem ser encontradas substâncias químicas. O ideal é sempre optar pelos produtos que causem menor impacto ambiental que são os COVs (Compostos Orgânicos Voláteis) e os a base de água. Para estar em consonância com a sustentabilidade, alinhar as construções de forma a encontrar um equilíbrio com o ecossistema local, minimizando impactos e introduzir novas técnicas de forma funcional como aplicativos em celulares e sistemas automáticos; é um desafio, mas é papel fundamental dos profissionais da área, pois trata se de uma mudança e adoção de práticas que impactam menos, que reduz perdas e custos agregando valor à edificação.

### **Reuso de água no meio urbano**

Gohringer (2006) afirma que o consumo de água no setor doméstico aumenta proporcionalmente ao nível de urbanização de cada Cidade, que por sua vez “implica em maiores gastos de água na municipalidade, como por exemplo, nos hospitais, creches, parques, centros esportivos; e em residências que possuem piscinas, grandes jardins, calçadas e banheiras”.

Dentre as modalidades de reuso, tem a destacar as aplicações em meio urbano que não exijam a potabilidade da água, que envolvem uma grande variedade de aplicações como (BREGA FILHO E MANCUSO, 2003):

- Irrigação de campos de esporte, parques jardins, cemitérios, canteiros de rodovias, etc;

- Usos ornamentas e paisagísticos;
- Descarga de toaletes;
- Combate a incêndios;
- Lavagem de veículos;
- Limpeza de ruas;
- Desobstrução de redes de esgoto e de drenagem pluvial;
- Usos na construção, como a compactação do solo e o abatimento de poeira.

Para uma maior abrangência, seria necessário a implantação de redes duplas de distribuição de água, o que torna esta alternativa menos atrativa do ponto de vista econômico, sendo mais viável a implantação em áreas ainda em expansão (FLORENCIO, BASTOS E AISSE, 2006). No entanto, mesmo sem a implantação de uma rede de distribuição, ainda é viável a prática do reuso em praticamente todas as atividades citadas anteriormente, sendo apenas necessário um reservatório de água de reuso e caminhões-pipa para o transporte e distribuição, modelo já adotado em cidades como o Rio de Janeiro e o ABC Paulista.

Além dos usos mencionados, Florencio, Bastos e Aisse (2006) fazem referência à agricultura urbana, onde o uso de efluentes domésticos tratados produzidos próximos ao local a serem aplicados, apresentam uma série de vantagens como: evita a poluição das águas superficiais e subterrâneas, reciclagem de nutrientes, aumento da segurança alimentar, geração de emprego e renda e melhor gerenciamento dos recursos hídricos (BAUMGARTNER E BELEVI, 2001 apud FLORENCIO, BASTOS E AISSE, 2006).

Como uma ilustração das possíveis aplicações de efluentes tratados no ambiente urbano tem-se um estudo realizado por Gohringer (2006) na cidade de Campo largo – Paraná, referente a demanda de água para usos não potáveis, que avaliou a possibilidade da utilização do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Cambuí, que atende aos critérios de qualidade encontrados na literatura.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) foi uma das pioneiras na produção de água de reuso a partir do tratamento de efluentes domésticos, inicialmente voltada para reuso industrial.

Atualmente a SABESP fornece água de reuso para indústrias e Prefeituras na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) para diversas finalidades como (SABESP, 2016):

- Limpeza de pisos, pátios, veículos
- Assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem
- Preparação e cura de concreto em canteiros de obra
- Desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais
- Combate a incêndios
- Irrigação de áreas verdes

A ETE Penha na zona norte do Rio de Janeiro, também reutiliza água obtida a partir do tratamento do esgoto doméstico pelo processo de lodos ativados, a estação é capaz de fornecer 21.600 m<sup>3</sup>/mês, ou seja, 720 m<sup>3</sup>/d (CEDAE, 2008).

Em diversas cidades Japão como Ooita, Aomri e Tóquio utilizam esgotos tratados ou águas de baixa qualidade, para fins urbanos não potáveis (MAEDA et al., 1996); e cidades como Fukuoka e Shinjuko possuem rede dupla de distribuição de água de reuso para aproveitamento em descargas (MAEDA et al., 1996; HESPANHOL, 2001); no norte do Japão, que sofre com a nevascas, os efluentes tratados são utilizados para o derretimento desta neve, através da adição da neve em valas contendo água de efluentes tratados (GOHRINGER, 2006).

No Canadá, o efluente tratado nas ETEs é transportado em caminhões pipa para o local da reutilização, geralmente campos de golfe e irrigação urbana (GOHRINGER, 2006). O reuso de água destinado a lavagem de veículos vem sendo utilizado em diversos países, principalmente pelo fato do desperdício de milhares de litros de água através desta prática. Alguns países como os Estados Unidos e Japão, possuem legislação específica, a qual obriga os estabelecimentos especializados em lavagem de automóveis possuir dispositivos de tratamento do efluente gerado e implantar equipamentos que possam promover a recirculação da água tratada, esta que será utilizada novamente na lavagem de veículos. (LEITÃO, 1999 Apud MORELLI, 2005)



No Brasil já foram realizados alguns estudos de tratamento da água utilizada em lava-rápidos, empresas de ônibus e postos de combustíveis. Os estudos em questão, visaram não somente, remover parcialmente ou em sua totalidade as impurezas impedido que estas cheguem ao meio ambiente, o que já é praticado em quase a totalidade dos postos de combustíveis utilizando caixas de separação de óleo e lama, como também, realizar o reuso da água após o tratamento com intuito de reduzir o valor das contas de água.

Para tanto, se faz necessário efetuar um tratamento melhor do que aquele já observado em alguns postos de combustíveis, este, deve propiciar condições suficientes para que o efluente tratado possa ser utilizado novamente na lavagem dos veículos. Desta forma, tendo em vista a importância de estudos que abordem sistemas de tratamento do efluente em questão, vários pesquisadores em parceria com algumas empresas vêm realizando trabalhos experimentais utilizando o efluente oriundo da lavagem de veículos.

A empresa Aquafлот Ambiental situada em Porto Alegre – RS, inovou ao melhorar a eficiência de sistemas FAD – Flotação por Ar Dissolvido, tal tecnologia se mostrava de difícil operação em função do saturador gerador de microbolhas. A solução proposta pela empresa foi de utilizar no lugar do saturador uma única bomba geradora de microbolhas, a qual possibilitou tornar o sistema de fácil operação, uma vez que se dispensou o uso de anéis de Rasching, controlador de nível e outros componentes que além de dificultar a operação do processo, encareciam a implantação do sistema. (AQUAFLOT, 2018).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os trabalhos estudados e reunidos nesse artigo retifica que o reuso da água apresenta inúmeras vantagens, além da principal, que é o aumento da demanda de água. Dentre elas, pode-se citar, como por exemplo: melhorar a produção agrícola devido aos nutrientes presentes na água, reduzir o consumo de energia associado à produção, tratamento e distribuição de água potável, reduzir o aporte de nutrientes nos corpos receptores devido ao reuso de efluentes tratados, entre outros.

Considerando que o tratamento de efluentes de estações municipais apresentam resultados com qualidade e segurança satisfatórias, as águas residuárias deveriam receber mais atenção como um novo recurso hídrico capaz de atender à demanda de água para fins não potáveis, visto que a qualidade da água requerida não é tão alta como para consumo humano e produção de alimentos. Desta forma, o reuso contribuiria significativamente para a redução da pressão sobre os mananciais e desoneraria o tratamento da água para fins potáveis.

O reuso pode ser aplicado em diversas áreas, outra vantagem importante. Conforme apresentado nesse estudo teórico, a produção de água de reuso pode se aplicada na agricultura, atividade que representa maior participação no PIB brasileira e com consumo elevado de água potável, em indústrias, onde o consumo de água também é expressivo, para fins urbanos, podendo ser aplicado em inúmeras atividades, e construção civil. Em todos os casos apresentados, a prática do reuso foi extremamente útil, vantajosa e econômica. Países que já aplicam o reuso e tem leis regulamentadoras, estão à frente de países cuja prática ainda é pouco difundida, como o Brasil. Nota-se que a ausência de legislação específica, incentivos do governo e programas de conscientização influenciam nessa situação.

O Brasil está lentamente se mobilizando para a prática de reuso, o que ainda é ineficiente, pois o uso de água residuária se aponta como um poderoso instrumento para a gestão de recursos hídricos. Outros países já praticam reuso, sendo regularizado e com leis que regulam essa prática.

Considerando que já existem inúmeras atividades de reuso de água em certas regiões brasileiras, e a importância dessa prática para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos, é imprescindível a institucionalização, regularização e promoção de estruturas de gestão e de legislação da prática de reuso. A técnica aplicada de maneira informal e sem proteção ambiental podem ser um risco à saúde pública. Legislações acerca de parâmetros de qualidade são instrumentos poderosos para uma padronização e maior controle das diversas técnicas de reuso que possam vir a serem aplicadas.

## CONCLUSÕES

Diante dos problemas enfrentados pelo Brasil, e de todos que ainda virão, é essencial que a prática do reuso seja difundida e regularizada, pois as vantagens são muitas e é imprescindível para o sistema hídrico brasileiro. As inúmeras vantagens apresentadas, retificam e dão importância a adoção do reuso de água, seja para fins urbanos, industriais, agrícolas ou recreacionais.

A prática de reuso é uma alternativa sustentável ao meio ambiente, pois promove uso sustentável da água, diminuindo o lançamento de efluentes aos rios e conservando os recursos para serem captados pelas estações de tratamento de água. Sabendo das inúmeras vantagens da técnica é de extrema importância a regularização da prática para que não tenha riscos de contaminação do meio ambiente e à saúde pública, uso de práticas inadequadas, e dificuldade de autorização dos órgãos ambientais. Uma legislação que trata sobre parâmetros importantes para controle eficiente acerca da qualidade da água de reuso produzida é essencial para disseminação da prática, pois não adianta haver normas e resoluções que incentivem a prática de reutilização, sem um controle rígido da qualidade da água produzida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, M. B. Oxidação de efluentes de lavagem de veículos para o reuso de água. Dissertação apresentada ao departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2013.
2. AQUAFLOT. Flotação por ar dissolvido (FAD) – Uma ferramenta para o tratamento de efluentes. Disponível em <http://aquafлот.blogspot.com.br/2009/06/flotacao-por-ar-dissolvido-fad-uma.html>, acesso em 10 de Janeiro de 2018.
3. BRASIL. Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direito não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília – DF, novembro de 2005.
4. BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P.C.S. Capítulo 2 – Conceito de reuso de água. In: REÚSO DE ÁGUA. Barueri, SP: Manole, 2003.
5. BRIÃO, V. B.; TAVARES, C. R. G. Ultrafiltração como processo de tratamento para o reuso de efluentes de laticínios. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 12, n. 2, 134-138, 2007.
6. CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Disponível <<http://www.cedae.com.br>>
7. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Reuso de Água. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/reuso-de-agua/>>, 2016.
8. CORNELLI, Renata; AMARAL, Fernando Gonçalves; DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo Guimarães. Métodos de tratamento de esgotos domésticos: uma revisão sistemática. Revista de Estudos Ambientais, v.16, n.2, 2014.
9. CORRÊA, L. R. Sustentabilidade na Construção Civil. Minas Gerais: Escola de Engenharia UFMG, 2009.
10. COSTA, F. X.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. D. M.; AZEVEDO, C. A. V.; SOARES, F. A. & Alva, I. D. M. Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 13(6), 687-693, 2009.
11. CUNHA, A. H. N.; OLIVEIRA, T. H. D.; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M. & SILVA, S. M. D. C. O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, 7(13), 2011.
12. ESTENDER, A. C.; PINHEIRO, A. A.. Reutilização da água na indústria. Revista de Administração da FATEA – RAF, v.11, p. 06-127, 2015.
13. FERREIRA, M. S. Arquitetura Sustentável. Sustentabilidade na Arquitetura de Interiores. 2010.
14. FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSÉ, M. M. Tratamento e utilização de esgotos Sanitários. PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2006.
15. G.V.; LIMA, V. L. A. Residência ecoeficiente com foco na captação dos recursos hídricos e reutilização da água. In: Simposio Brasileiro de captação e manejo de agua de chuva, 2012, Campina Grande.
16. GOHRNGUER, S. S. Uso Urbano Não Potável de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. Estudo de Caso: Município de Campo Largo - PR. 2006. 238 f. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
17. GONÇALVES, R. F. Uso Racional da Água em edificações. PROSAB – Edital IV. Rio de Janeiro: ABES, 2006.



18. HENZ, F. M., PAULA, L. R., NEVES, M. I. R., RIBEIRO, N. T., BORTOLINI, J. Reuso da Água para fins Agrícolas. X SEAGRO. Cascavel, PR, 2016.
19. HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil – Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. São Paulo, 2001.
20. LAVRADOR, J. Contribuição para Entendimento do Reuso Planejado da Água e Algumas Considerações sobre Possibilidades de uso no Brasil. São Paulo, 2012. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
21. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reúso de Água. Barueri-SP: Manole, 2003.
22. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H.F, Reuso de Água. NISAM – US Barueri, São Paulo, Manole, 2003.
23. METCALF & EDDY. Wastewater engineering treatment, disposal and reuse. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1991.
24. MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na Indústria – Uso racional e reúso. Oficina de Textos. São Paulo, 2005.
25. MORELLI, E. B. Reúso de Água na Lavagem de Veículos. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
26. NOSCHANG, M. C. da S. Gestão e reúso da água em agroindústria. 2011. 105 f. Dissertação de Mestrado em Qualidade Ambiental. Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2011
27. PENA, R. F. A. Água de reúso na agricultura. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/agua-reuso-na-agricultura.htm>>. Acesso em 22 de dezembro de 2017.
28. RAPOPORT, B. Águas cinzas: Caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial. 2004. 85 f. Dissertação – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro.
29. REVISTA BIO (Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente). Ano X. No 11. RIO DE JANEIRO. Governo do Rio de Janeiro.
30. RODRIGUES, Luiz A. A reutilização da água. Livro. Rio de Janeiro, 2005
31. SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Água de Reúso – Modelos de Comercialização. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap\\_sabesp\\_div\\_grand\\_cons\\_leste.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap_sabesp_div_grand_cons_leste.pdf)>.
32. SÃO PAULO (Estado). Resolução conjunta da Secretaria do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos nº 01, de 28 de junho de 2017. Disponível em <[www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/...sma/resolucao-conjunta-ses-sma-ssrh-01-2017](http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/...sma/resolucao-conjunta-ses-sma-ssrh-01-2017)> acesso em outubro de 2017.
33. SOUZA, M. É. S. Processo de gestão para utilização da água para indústria da construção civil: um estudo de caso. Belém – PA. PPGEP, 2016
34. THE GUARDIAN. Brazil drought crisis leads to rationing and tensions. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/weather/2014/sep/05/brazil-drought-crisis-rationingdrought-crisis-rationing>>.
35. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. U. S. Washington, DC: EPA, 2012.
36. USEPA (United States Environmental Protection Agency). Guidelines for Water Reuse. Cincinnati. (EPA/625/R-92/04, Manual, Technology Transfer), 2004.
37. VAN DER HOEK, W. A framework for a global assessment of the extent of wastewater irrigation: the need for common wastewater typology. 2004. In: FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSE, M. M. (coordenador). Tratamento e utilização de esgotos Sanitários. PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2006. 427p.
38. VIANNA, R. C.; JUNIOR, C. C. V.; VIANNA, R. M. Os recursos de água doce no mundo – situação, normatização e perspectiva. Juris, vol. 11, p. 247-269. Rio Grande: FURG, 2005.
39. VON SPERLING, M.; MOTA F. S. B. Nutrientes de Esgoto Sanitários: Utilização e Remoção. Projeto PROSAB. ABES. Rio de Janeiro, 2009.
40. WESTERHOFF, G. P. Un update of research needs for water reuse. 1984. In: BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P.C.S. Capítulo 2 – Conceito de reúso de água. In: REÚSO DE ÁGUA. Barueri, SP: Manole, 2003.