

MAXIMIZANDO A EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E IMPULSIONANDO O REUSO SUSTENTÁVEL PARA UMA GESTÃO HÍDRICA RESPONSÁVEL

MAXIMIZING THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT AND DRIVING SUSTAINABLE REUSE FOR RESPONSIBLE WATER MANAGEMENT

Andre Lucas Sampaio Soares¹
Antonio Carlos Matias Mendes²
Roberto Batista Lopes Junior³
Tássio Gabriel Oliveira Passos⁴
Bianca Lima e Santos Figueiredo⁵

Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - UNEF. Arquitetura e Urbanismo,
andre-so@hotmail.com¹

Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - UNEF. Engenharia de Produção,
antonio.carlosmatiasmendes@gmail.com²

Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - UNEF. Engenharia Civil,
juniorlopesmengo@hotmail.com³

Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - UNEF. Engenharia Civil,
tassiogabriel_01@hotmail.com⁴

RESUMO

Introdução: A água é um recurso vital para a vida na Terra, sendo essencial para o funcionamento de ecossistemas e para as atividades humanas. No entanto, a escassez de água é um desafio global que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. Diante dessa preocupante realidade, o tratamento e reuso da água têm se tornado uma abordagem cada vez mais importante na busca por soluções para a crise hídrica. **Objetivo:** O objetivo deste estudo é adquirir conhecimento sobre os processos utilizados no tratamento da água de reuso, bem como compreender quais técnicas oferecem os melhores resultados. Pretende-se analisar as diferentes tecnologias e abordagens empregadas nesse tratamento, avaliando sua eficiência na remoção de impurezas, contaminantes e agentes patogênicos. A compreensão desses processos e a identificação das melhores práticas de tratamento são fundamentais para garantir a qualidade e a segurança da água reutilizada em diversas aplicações, como irrigação, recarga de aquíferos e uso industrial. **Metodologia:** A metodologia adotada neste estudo consistiu em revisão bibliográfica, análise de dados e informações técnicas relacionadas aos processos de tratamento de água para reuso. Foram consultadas fontes científicas, relatórios técnicos e estudos de caso relevantes. Além disso, foram analisadas as diferentes técnicas e tecnologias empregadas no tratamento da água, considerando sua eficiência na remoção de impurezas, contaminantes e agentes patogênicos. **Resultados e Discussões:** ressaltou a importância de se adotar uma abordagem integrada, combinando diferentes técnicas de tratamento, para obter os melhores resultados na remoção de impurezas e garantir a qualidade da água reutilizada. Além disso, a análise de estudos de caso evidenciou a viabilidade.

Palavras-chave: 1. Escassez de água, Tratamento de água, Reutilização.

ABSTRACT

Introduction: Water is a vital resource for life on Earth, being essential for the functioning of ecosystems and human activities. However, water scarcity is a global challenge that affects millions of people worldwide. In the face of this alarming reality, water treatment and reuse have become an increasingly important approach in the search for solutions to the water crisis. **Objective:** The objective of this study is to acquire knowledge about the processes used in water reuse treatment and understand which techniques offer the best results. It intends to analyze different technologies and approaches employed in this treatment, evaluating their efficiency in removing impurities, contaminants, and pathogens. Understanding these processes and identifying the best treatment practices are fundamental to ensuring the quality and safety of reused water in various applications, such as irrigation, aquifer recharge, and industrial use. **Methodology:** The methodology adopted in this study consisted of literature review, data analysis, and technical information related to water treatment processes for reuse. Scientific sources, technical reports, and relevant case studies were consulted. In addition, different techniques and technologies employed in water treatment were analyzed, considering their efficiency in removing impurities, contaminants, and pathogens. **Results and Discussions:** Emphasized the importance of adopting an integrated approach, combining different treatment techniques, to achieve the best results in impurity removal and ensure the quality of reused water. Furthermore, the analysis of case studies highlighted the feasibility.

Keywords: Water scarcity, Water treatment, Reuse.

INTRODUÇÃO

A gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos tem se tornado uma necessidade urgente diante dos desafios atuais, como a escassez de água e o aumento da demanda por esse recurso vital. O tratamento de águas residuais e o reuso desempenham um papel fundamental nessa busca por soluções que garantam a disponibilidade de água de qualidade para as necessidades humanas e ambientais. De acordo com a Water Environment Federation (2019), o reuso de água desempenha um papel fundamental na preservação dos recursos hídricos e na diminuição da pressão sobre as fontes de água doce, especialmente em regiões com alta demanda por água. Os avanços tecnológicos no tratamento de águas residuais têm permitido a remoção eficiente de poluentes e a obtenção de água tratada de alta qualidade. Os processos de tratamento envolvem métodos físico químicos e biológicos, e

podem ser complementados por medidas de prevenção da poluição em suas fontes, como o pré-tratamento de resíduos industriais. Essas abordagens visam remover contaminantes, como metais pesados, compostos químicos e microrganismos patogênicos, garantindo a segurança e a qualidade da água potável.

Além do tratamento, o reuso da água desempenha um papel essencial na gestão hídrica responsável. O objetivo é maximizar o aproveitamento dos recursos hídricos, reduzindo a demanda por água potável e preservando os recursos naturais. O reuso envolve o tratamento adequado da água previamente utilizada em processos industriais, agrícolas ou domésticos, de modo a remover os contaminantes e assegurar que esteja em conformidade com os padrões necessários para seu novo uso. Conforme destacado pela Comissão Europeia (2018), a implementação de sistemas avançados de tratamento de águas residuais é essencial para eliminar contaminantes emergentes, como produtos farmacêuticos e substâncias químicas industriais, assegurando a qualidade da água e a proteção da saúde humana e ambiental.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre o tratamento de águas residuais e o reuso, abordando os principais processos envolvidos, os desafios enfrentados e as alternativas sustentáveis e inovadoras para a gestão da água. Através da aplicação de água tratada em usos urbanos não potáveis, como combate a incêndios e descargas de vasos sanitários, usos industriais, como refrigeração e alimentação de caldeiras, e na irrigação de campos para cultivos e paisagismo, busca-se demonstrar as possibilidades de utilização desse recurso valioso de forma responsável e consciente. Espera-se que este artigo contribua para o entendimento da importância do tratamento de água e reuso, sensibilizando a sociedade para a valorização desse recurso natural e promovendo a adoção de práticas sustentáveis de gestão hídrica. A aplicação dessas soluções pode representar uma alternativa eficiente e inovadora para enfrentar os desafios atuais, assegurando a disponibilidade de água de qualidade e a preservação dos recursos hídricos para as gerações futuras.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste artigo baseou-se em uma abordagem de pesquisa bibliográfica, utilizando consultas a uma ampla gama de literatura relacionada ao tratamento de águas residuais e reuso. Foi realizada uma extensa revisão de estudos científicos, relatórios técnicos e documentos oficiais de organizações especializadas, a fim de obter uma visão abrangente e atualizada sobre o tema. Além disso, foram realizadas consultas a renomados autores e especialistas que têm contribuído significativamente para o conhecimento nessa área. Suas obras e publicações serviram como fontes valiosas de informações, permitindo uma compreensão aprofundada dos desafios, tecnologias e práticas recomendadas no tratamento de águas residuais e reuso.

Para complementar as informações obtidas por meio das consultas de literatura, foram lidos outros artigos científicos relevantes, selecionados com base na sua relevância para os objetivos e escopo deste estudo. Essa abordagem permitiu a obtenção de uma ampla gama de perspectivas e dados confiáveis, fortalecendo a fundamentação teórica e a qualidade das discussões apresentadas.

Conforme destacado por Johnson et al. (2020), a pesquisa bibliográfica desempenha um papel crucial na construção do conhecimento científico, fornecendo uma base sólida para a formulação de hipóteses, identificação de lacunas na literatura e embasamento teórico para análises e discussões. Essa citação enfatiza a importância da consulta à literatura como um pilar fundamental da metodologia adotada neste estudo. Assim, por meio de uma abordagem sistemática de pesquisa bibliográfica, com a colaboração de renomados autores, além da leitura de artigos científicos, este estudo busca fornecer uma análise abrangente e embasada sobre o tratamento de águas residuais e reuso, contribuindo para o avanço do conhecimento na área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tipos de tratamento de água

O modo de vida moderno oferece várias comodidades que tornam a vida mais fácil e confortável, mas isso tem um preço. Um subproduto comum desse estilo de vida é a geração de águas residuais, que não são adequadas para consumo ou uso humano e são descartadas como água que escoar pelo chuveiro ou pelo escoamento das ruas molhadas. No entanto, Agnessini et al. (2018) apontam que existem diversas tecnologias de filtragem que podem transformar as águas residuais em águas potáveis e utilizáveis, removendo contaminantes como esgoto e produtos químicos.

Tratamento Físico da Água

Nessa etapa, são utilizados métodos físicos para limpar as águas residuais, sem a utilização de produtos químicos. Processos como triagem, sedimentação e desnatação são empregados para remover os sólidos presentes. Uma das principais técnicas de tratamento físico é a sedimentação, que consiste na suspensão das partículas insolúveis/pesadas das águas residuais, permitindo que o material se deposite no fundo e seja separado da água pura. Outra técnica eficaz é a aeração, em que o ar é circulado através da água para fornecer oxigênio. A filtragem é o terceiro método utilizado, em que tipos especiais de filtros, como o filtro de areia, são usados para passar pelas águas residuais e separar os contaminantes e as partículas insolúveis. Esse método é útil também para remover a graxa encontrada na superfície de algumas águas residuais (SILVEIRA, COUTINHO, 2016).

Tratamento químico de água

O tratamento químico da água envolve a utilização de substâncias químicas para purificá-la. O cloro é um dos produtos químicos mais comuns utilizados para matar bactérias que contaminam a água. O ozônio é outro agente oxidante que também pode ser usado para purificar as águas residuais. A neutralização é uma técnica em que um ácido ou uma base é adicionado para ajustar o pH da água para o seu valor natural de 7. A utilização desses produtos químicos impede o crescimento de bactérias na água, tornando-a pura e segura para consumo (VIZIBELLI, 2016).

Tratamento Biológico da Água

O tratamento biológico da água é baseado em processos biológicos que utilizam microrganismos para decompor a matéria orgânica presente nas águas residuais. Existem três categorias principais de processos biológicos: aeróbicos, que usam oxigênio para decompor a matéria orgânica; anaeróbicos, que utilizam a fermentação em um ambiente sem oxigênio; e compostagem, que usa material orgânico misturado às águas residuais.

- **Processos aeróbicos:** as bactérias decompõem a matéria orgânica e a convertem em dióxido de carbono que pode ser usado pelas estações de tratamentos. O oxigênio é usado nesse processo (CALDA, 2016).
- **Processos anaeróbicos:** Aqui, a fermentação é usada para fermentar os resíduos a uma temperatura específica. O oxigênio não é usado no processo anaeróbico.
- **Compostagem:** Um tipo de processo aeróbico em que as águas residuais são tratadas misturando-as com serragem ou outras fontes de carbono.

O tratamento biológico remove a maioria dos sólidos presentes nas águas residuais, mas alguns nutrientes dissolvidos, como nitrogênio e fósforo, podem permanecer após o tratamento secundário. (VIANNA, 2017).

Tratamento de Lodo

O tratamento de lodo é um processo de separação sólido-líquido que busca obter a menor quantidade possível de umidade residual na fase sólida e os menores resíduos possíveis de partículas sólidas na fase líquida separada. Um exemplo é a desidratação do lodo gerado em estações de tratamento de águas residuais industriais ou de esgoto. A umidade residual presente nos sólidos desidratados determina os custos de descarte, enquanto a qualidade do concentrado determina a carga de poluição retornada à estação de tratamento. Para remover os sólidos das águas residuais, é utilizado um dispositivo de separação sólido-líquido, como uma centrífuga.

Em resumo, é importante tratar as águas residuais com eficácia, pois elas têm um grande impacto no mundo natural.

Características gerais do tratamento das águas residuais

O tratamento de águas residuais é um processo importante para a preservação do meio ambiente e da saúde pública. As águas residuais, também conhecidas como esgoto ou águas servidas, são águas que foram utilizadas em atividades domésticas, industriais ou comerciais e que apresentam contaminantes, tais como microrganismos patogênicos, produtos químicos tóxicos, nutrientes e sólidos suspensos. O processo de tratamento de águas residuais inclui várias etapas, que variam dependendo do tipo e da quantidade de contaminantes presentes. Em geral, as etapas incluem:

- **Pré-tratamento:** nesta etapa, os sólidos maiores são removidos do esgoto por meio de grades e peneiras.
- **Tratamento primário:** nesta etapa, o esgoto passa por um tanque de decantação onde os sólidos se depositam no fundo do tanque e as gorduras flutuam na superfície, permitindo a sua remoção.
- **Tratamento secundário:** nesta etapa, os microrganismos são utilizados para remover a matéria orgânica presente no esgoto. O esgoto é aerado para fornecer oxigênio aos microrganismos que decompõem a matéria orgânica, produzindo dióxido de carbono e água.
- **Tratamento terciário:** esta etapa é utilizada para remover nutrientes, como nitrogênio e fósforo, e outros contaminantes específicos que não foram removidos nas etapas anteriores. Os métodos utilizados incluem a filtração por membranas, a oxidação avançada e a adsorção em carvão ativado.
- **Desinfecção:** nesta etapa, os microrganismos patogênicos são removidos ou inativados por meio da adição de cloro, ozônio ou radiação ultravioleta.
- **Disposição final:** nesta etapa, a água tratada é descarregada em

corpos d'água ou utilizada para fins agrícolas ou industriais. É importante ressaltar que o tratamento de águas residuais varia de acordo com as regulamentações e práticas locais, e que o processo pode ser afetado por fatores como a sazonalidade e eventos climáticos extremos.

O processo de tratamento de águas residuais, ou esgoto, é responsável por remover as impurezas presentes antes que elas cheguem a corpos naturais de água, como rios, lagos e oceanos. É importante lembrar que a água pura não é encontrada na natureza (ou seja, fora dos laboratórios químicos), sendo assim, a distinção entre água limpa e água poluída depende do tipo e da concentração de impurezas presentes, bem como do uso que se pretende dar à água tratada. (COSTA, 2019).

De forma geral, a água é considerada poluída quando contém impurezas em quantidade suficiente para torná-la imprópria para um uso específico, como beber, nadar ou pescar. Embora as condições naturais possam afetar a qualidade da água, a poluição é frequentemente associada a atividades humanas que são fontes de contaminação. A poluição da água é, portanto, causada principalmente pela descarga de águas residuais contaminadas em águas superficiais ou subterrâneas, e o tratamento dessas águas residuais é uma medida importante para controlar a poluição da água. (CAVANILI, 2015).

Estações de tratamento de águas residuais produzem resíduos com contaminantes potenciais. As águas residuais tratadas são adequadas para irrigação, mas têm concentrações 1,5 vezes maiores de sólidos dissolvidos em comparação à água original. Além disso, a água recuperada desinfetada com cloro pode conter vestígios significativos de subprodutos da desinfecção, como trihalometanos e ácidos haloacéticos (DELGUERCIO et al, 2017).

Os resíduos sólidos das estações de tratamento de águas residuais, conhecidos como biossólidos, normalmente contêm fertilizantes comuns, bem como metais pesados e compostos orgânicos sintéticos presentes em produtos domésticos. Devido à presença de nutrientes essenciais, micronutrientes e

matéria orgânica, os biossólidos são frequentemente utilizados como fertilizantes e emendas do solo em terras agrícolas. No entanto, a aplicação de biossólidos é restrita devido às concentrações variáveis de poluentes potenciais, como metais pesados, que diferem entre as estações de tratamento.

A legislação federal e os regulamentos estaduais estabelecem taxas máximas de carregamento de poluentes para os biossólidos. Essas regulamentações determinam taxas de aplicação anuais e ao longo da vida para poluentes, incluindo metais pesados, que também podem ser micronutrientes para plantas e animais. Há também restrições quanto às concentrações máximas permitidas de certos poluentes orgânicos nos biossólidos, como pesticidas e solventes. Além disso, a aplicação excessiva, concentrada ou irregular de biossólidos pode resultar em poluição de águas superficiais e subterrâneas (CAVALCANTE, 2015).

O tratamento de esgoto consiste em reduzir as concentrações de impurezas suspensas (partículas insolúveis) e dissolvidas para atender aos requisitos estabelecidos. Nas últimas décadas, houve avanços significativos no processo de tratamento, principalmente para melhorar a eficiência do processo de duas etapas e introduzir uma terceira etapa, quando necessário para atender às exigências de descarte. Além disso, foram feitos esforços para reduzir o consumo de energia, aproveitando os avanços em equipamentos e técnicas de processamento paralelamente.

O processo convencional inicia-se com a etapa primária, na qual ocorre a remoção de sólidos em suspensão (como areia e detritos) que podem ser facilmente separados por meio de peneiramento ou sedimentação. Esses sólidos são tratados de forma separada do fluxo principal do processo, a fim de torná-los adequados para um descarte seguro. Após o estágio primário, o esgoto sedimentado passa para o estágio secundário, onde o material residual em suspensão e a maior parte do material dissolvido são tratados por meio de um processo de digestão biológica aerada. Em seguida, ocorre um segundo estágio de sedimentação para separar o lodo resultante desse tratamento secundário, o qual é removido e tratado separadamente para posterior

disposição. Nesse estágio, são aplicados diversos processos de polimento para garantir que os requisitos de descarga do efluente sejam atendidos. Além disso, pode haver a produção de lodo terciário, que também requer disposição adequada (CAVALCANTE FILHO et al, 2017).

Cada um dos processos mencionados é executado por meio de uma variedade de equipamentos específicos. Há pouca sobreposição entre esses processos, embora alguns métodos mais recentes possam combinar diferentes técnicas em um único processo. Como resultado, os equipamentos utilizados em cada um desses processos são distintos entre si. O tratamento de esgoto tem como objetivo remover os resíduos sólidos e reduzir a quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica antes de devolver as águas residuais tratadas ao ambiente. Durante esse processo, é gerado um subproduto chamado lodo de esgoto, atualmente conhecido como biossólido. Os métodos convencionais de tratamento envolvem a separação das frações líquidas e sólidas (lodo) durante o processo (FERNANDES, 2017).

Em relação aos sólidos, o objetivo principal do tratamento é reduzir ao mínimo a presença de sólidos no efluente tratado, garantindo que ele atenda aos padrões estabelecidos para descarga. Ao mesmo tempo, busca-se maximizar a concentração de sólidos no lodo, de modo a minimizar o volume que precisa passar por tratamento e descarte adicionais.

Reuso de água

O reuso planejado ainda não é amplamente adotado. Em vez disso, é comum utilizar de forma não planejada recursos hídricos que receberam esgotos maltratados, ou até mesmo não tratados, para fins de irrigação, piscicultura, indústria e até mesmo abastecimento humano. Embora a implementação de sistemas de irrigação e piscicultura utilizando esgotos ainda esteja em estágio inicial no Brasil, há uma quantidade significativa de pesquisas sendo realizadas sobre o reuso de águas. Destaca-se o Programa

de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), que durante a primeira década deste século conduziu diversos estudos sobre o assunto, envolvendo vários grupos de pesquisa de instituições nacionais. Pode-se afirmar que os trabalhos resultantes deste programa representam a maior contribuição para a formulação de uma política de reuso no Brasil (Bastos, 2003; Florêncio et al., 2006; Mota; Von Sperling, 2009).

Reuso industrial

O reuso de água na indústria tem se tornado uma prática cada vez mais relevante e reconhecida. A escassez de recursos hídricos, juntamente com a necessidade de reduzir o impacto ambiental das atividades industriais, tem impulsionado empresas a adotarem estratégias de reuso de água em seus processos. Existem várias referências e casos de sucesso na implementação do reuso de água na indústria. Diversos setores têm se destacado nesse aspecto, incluindo a indústria de alimentos, a indústria química, a indústria de papel e celulose, entre outras.

Exemplos de indústrias que têm implementado sistemas de tratamento de água que permitem o reuso em suas unidades fabris, reduzindo significativamente o consumo de água potável é a Coca-Cola e a Nestlé. Além disso, a indústria de papel e celulose tem adotado práticas de reuso de água em seus processos de produção, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos.

De acordo com dados da Confederação Nacional da Indústria (2020), é previsto que, no curto e médio prazo (entre 2023 e 2028), a utilização de água de reuso proveniente de efluentes tratados de esgoto doméstico para fins industriais no Brasil aumente para uma faixa de 10,0 a 15,0 m³/s, dependendo dos diferentes cenários estipulados.

Reuso na irrigação

O reuso de água na irrigação é uma prática que tem ganhado destaque em todo o mundo como uma estratégia para o uso sustentável dos recursos hídricos. Consistem utilizar água previamente utilizada em outros fins, como

esgoto tratado, água pluvial coletada, água de drenagem agrícola ou água de processos industriais, para irrigar plantações. Normas e diretrizes específicas são estabelecidas para orientar o uso seguro da água na agricultura.

O reuso na irrigação tem sido visto como uma solução para o desafio da destinação dos esgotos domésticos nas áreas urbanas, onde o volume de esgoto produzido aumenta significativamente (DANTAS; SALES, 2009). No entanto, de acordo com Souza (2004), essa carga poluente dos efluentes pode ser transformada em um recurso econômico ambientalmente seguro, desde que seja adotada uma política criteriosa de reutilização na agricultura. Essa abordagem permite reduzir a necessidade de fertilizantes químicos e melhorar a qualidade de certas culturas.

Reuso da água potável

O reuso de água potável é uma alternativa a ser considerada junto com outras estratégias para desenvolver um portfólio de abastecimento de água diversificado e resiliente. É importante analisar essa opção em conjunto com outras soluções amplamente aceitas, como conservação de água, importação de água, dessalinização e reuso de água não potável (USEPA, 2018). Ao avaliar essas opções, é possível criar um plano abrangente que atenda às necessidades de abastecimento de água de forma sustentável, considerando as características locais e as demandas específicas da região. Existem duas formas de reuso planejado de água potável: o reuso potável direto e o reuso potável indireto. No reuso potável direto, os efluentes, após passarem por um tratamento avançado, são inseridos diretamente no sistema de abastecimento de água. Já no reuso potável indireto, as águas residuais tratadas são lançadas em um recurso hídrico, como um aquífero, um curso de água ou um reservatório superficial, antes de serem misturadas e introduzidas no sistema de abastecimento de água. Essas formas de reuso potável visam garantir que a água tratada seja utilizada novamente para fins de consumo humano, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e a segurança do abastecimento de água.

O reuso potável da água surge como uma opção viável para o abastecimento de cidades em que os custos dos sistemas de abastecimento

convencionais são muito elevados. Na Tabela 1, são apresentadas as vantagens e desafios do reuso potável da água.

Tabela 1. Vantagens e desafios do reuso potável da água

Vantagens	Desafios
<ul style="list-style-type: none"> • Vantagens e desafios do reuso potável da água. 	<ul style="list-style-type: none"> • As fontes de águas residuais são de qualidade muito pobre, com elevadas concentrações de microrganismos patogênicos e podem potencialmente conter uma ampla gama de contaminantes químicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de coleta de esgoto existentes e, eventualmente, em muitos casos, estações de tratamento de esgoto estão próximos dos centros populacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente, há necessidade do uso de processos de tratamento complexos e um alto nível de conhecimento técnico.
<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos impactos ambientais dos lançamentos de esgoto (particularmente dos danos microbiológicos e, em alguns casos, dos nutrientes). 	<ul style="list-style-type: none"> • As consequências de falhas nos sistemas podem ser significativas
<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente menos dispendioso do que a dessalinização da água do mar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enquanto a aceitação do público está crescendo, as preocupações com o uso de águas residuais como fonte de água potável precisam ser tratadas por meio da educação visando à participação pública
<ul style="list-style-type: none"> • Crescente aceitação pública. 	

Fonte: WHO, 2017.

CONCLUSÃO

A utilização do tratamento de águas residuais para reuso emergiu como uma solução técnica reconhecida e confiável para enfrentar desafios globais de escassez de água. O que antes era visto como uma obrigação de descarte agora é percebido como uma oportunidade para transformar as águas residuais em um recurso valioso. Essa mudança de perspectiva tem permitido que as águas residuais tratadas sejam aproveitadas de forma sustentável, contribuindo para suprir as demandas hídricas e mitigar os problemas decorrentes da escassez de água em diversas partes do mundo.

Considerando que os recursos naturais são limitados e que sua degradação tem ocorrido devido ao uso inadequado, é fundamental conscientizar e disseminar os benefícios do reúso de águas residuais na agricultura. A conscientização sobre essa prática se faz necessária para promover a utilização sustentável dos recursos hídricos, evitando desperdícios e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Ao reutilizar águas residuais na agricultura, é possível reduzir a demanda por água potável, melhorar a eficiência no uso dos recursos hídricos e promover a produção agrícola de forma mais sustentável. Essa conscientização é essencial para garantir a disponibilidade de água no longo prazo e minimizar os impactos negativos do uso excessivo de recursos naturais.

Várias metodologias e diversas técnicas de tratamento de última geração, como tratamentos de água químico, físico, biológico e de lodo, tratamentos residuais e tipos de reuso da água, como industrial, irrigação e água potável, são extensivamente pesquisadas, bem documentadas e implementadas na prática. Essas abordagens têm se mostrado eficazes na remoção de contaminantes e na produção de água de qualidade, atendendo aos requisitos ambientais e de saúde.

No contexto brasileiro, é necessário estabelecer mecanismos que incentivem a prática de reúso planejado. Recomenda-se ampliar o uso de efluentes domésticos tratados em setores industriais e urbanos, bem como implementar projetos de reúso de água na irrigação e piscicultura. Além disso, é importante considerar a adoção do reúso potável, especialmente

em municípios de grande porte que enfrentam escassez de mananciais para abastecimento público. É fundamental tomar medidas que promovam a conscientização sobre os benefícios do reúso de água e estabelecer políticas e regulamentações adequadas para viabilizar e promover essa prática de forma segura e sustentável.

A participação ativa da população é essencial para o sucesso de qualquer programa de reúso de água. É fundamental implementar um programa contínuo de conscientização que informe a população sobre os benefícios e os riscos associados ao reúso de água. Através desse programa, a comunidade pode ser educada sobre as práticas adequadas de reúso de água, promovendo uma mudança de mentalidade e comportamento em relação ao uso consciente e sustentável dos recursos hídricos. A conscientização pública é um fator crucial para garantir o engajamento da população e a adoção de práticas responsáveis de reúso de água, contribuindo assim para a preservação e conservação dos recursos hídricos a longo prazo.

A pesquisa realizada proporcionou à equipe uma compreensão aprofundada do processo de tratamento de águas residuais e reúso. Esse estudo permitiu a compreensão da importância desse processo e o conhecimento das etapas envolvidas. Conclui-se, portanto, que os objetivos estabelecidos, que se relacionavam ao desenvolvimento de conhecimento, foram alcançados com sucesso. A pesquisa possibilitou o avanço do entendimento nessa área específica, contribuindo para o acúmulo de conhecimentos e fornecendo uma base sólida para futuros estudos e aplicações práticas. A continuidade da pesquisa e o aprimoramento das práticas de reúso de água são essenciais para enfrentar os desafios relacionados à escassez de água e garantir um futuro sustentável para as gerações presentes e futuras.

16

REFERÊNCIAS

Agnessini, M. V., et al. (2018). **Aplicação da filtração direta descendente em efluente de esgoto sanitária para produção de água de reúso direto**. TECNO LÓGICA, Revista do depto. De Química e Física do depto. de Engenharia, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, p. 217-221.

Bastos, R. R. X. (Coord.) (2003). **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação**,

hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro: Abes / Rima.

Boitrago, R. da S., & Neres, L. S. R. (2015). **Aproveitamento de água cinza para uso não potável em residências.** Brasília: Centro Universitário UNICEUB.

Calda, S. A. B., & Samudio, E. M. M. (2016). **Água de reuso para fins industriais: Estudo de caso.** Revista Brasil para Todos, v. 3, n. 2.

Cavalcante Filho, P. N., et al. (2017). **Uma breve descrição dos principais sistemas de reúso de águas cinzas.** VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

Cavalcante, K. D. B. (2015). **O uso de águas residuais e as vantagens de sua aplicação na agricultura.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Cavallini, G. S. (2015). **Pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio utilizando dupla filtração para fins de reúso.** Tese (Doutorado em Físico Química, Química Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica) - Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa.

Confederação Nacional da Indústria. (2020). **Estudo sobre o impacto econômico dos investimentos de reúso de efluentes tratados de esgoto para o setor industrial.** Brasília: CNI.

Costa, I. B. (2019). **Estudo de viabilidade da implantação do filtro bioágua para reaproveitamento das águas cinzas nos domicílios da zona urbana da cidade de Caraubas/RN.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

Dantas, D. L., & Sales, A. W. C. (2009). **Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reúso da água.** Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 3, n. 3, p. 4-19.

Del-Guercio, A. M. F., Christofolletti, C. A., & Fontanetti, C. S. (2017). **Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico pelo teste do micronúcleo em *Oreochromis niloticus* (Cichlidae).** Eng. Sanit. Ambient., v. 22, n. 6, p. 1121-1128.

Fernandes, I. R. D. (2017). **Tratamento de água cinza e sua aplicação na fertirrigação do girassol ornamental em ambiente semiárido.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

Henz, F. M., et al. (2016). **Reuso da água para fins agrícolas.** Anais da X SEAGRO, Cascavel, Paraná, 10 a 16 de junho de 2016.

Minayo, M. C. de S. (2009). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 22^a ed. Rio de Janeiro: Vozes.

Monteiro Mendes, T., & Barcellos, C. (s.d.). **A dimensão territorial do esgotamento sanitário: o caso do Recreio dos Bandeirantes,** Rio de Janeiro.

Queiroz, M. T. A., et al. (2019). **Reestruturação na forma do tratamento de efluentes têxteis: uma proposta embasada em fundamentos teóricos.** Gest. Prod., v. 26, n. 1, e1149.

Santos, T. (2015). **Reuso de água, uma Revisão Sistemática.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista, Tecnologia em Gestão Ambiental.

Silveira, L. R., & Coutinho, M. M. (2016). **Utilização de Filtro de Múltiplas Camadas para Remoção de Turbidez.** Tecnia, v. 1, n. 2, p. 65-78.

Souza, M. A. A. (2004). **A imposição ambiental como fator indutor da implantação do reúso da água.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO OESTE, 3, 2004, Goiânia. Anais. Goiânia Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 75-95.

USEPA, United State Environmental Protection Agency. (2018). **Mainstreaming potable Water reuse in the United States: Strategies for leveling the playing field.** Washington (DC): USEPA.

Vianna, J. T. D. da S. (2017). **Análise de alternativas para conservação de água em edificações residenciais funcionais em Brasília-DF.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)—Universidade de Brasília, Brasília.

Vizibelli, D. (2019). **Avaliação de diferentes materiais utilizados na composição de filtros quando associados a aplicação de coagulantes no tratamento de água.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

Water Environment Federation. (2019). Water Reuse: **Resourceful Solutions for Water Management.** Retrieved from <https://www.wef.org/water-reuse/Comissão>
Europeia. (2018). EU Water Reuse: Fit-for-Purpose Water Treatment for Industrial