

Leandro Brancalione

Mestrando em Educação pela
Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS
Docente na Marvintec EaD – Campus Sananduva
Getúlio Vargas/RS

RESUMO

O objetivo deste estudo é descrever o que tem sido estudado e publicado cientificamente sobre o reuso de efluente doméstico para fins agrícolas, em particular do tomateiro, por meio da revisão bibliográfica, realizada nas bases de dados Portal de Periódicos Capes, Alianza de Servicios de Información Agropecuaria – SIDALC e Aquaculture Compendium (CABI Publishing). O que emergiu dessa pesquisa foram três principais frentes: a combinação de estratégias, inovação e tecnologia para a gestão das águas residuais pode mitigar o problema de escassez dos recursos hídricos, expandir o uso de água reciclada para a produção de alimentos se torna uma possibilidade sustentável, e a importância de investir em infraestrutura para usar água reciclada para a produção de alimentos deve obedecer às diretrizes e recomendações dos órgãos ambientais. Em conclusão, entendeu-se que a prática de aplicação de águas residuais ocupa um importante papel de destaque no atendimento às necessidades futuras de água, seu reaproveitamento eficiente poderá contribuir para as diferentes práticas agrícolas de cultivo, juntamente com a implementação de normas para alcançar a qualidade desejada da produção de água de reúso para fins agrícolas.

Palavras-chave: Agricultura. Reaproveitamento. Recursos Hídricos. Tomate.

INTRODUÇÃO

As estratégias de gestão se voltam ao desenvolvimento dos recursos hídricos subterrâneos, em resposta à crescente demanda por água pelas comunidades e indústrias. Diferentes projetos e escalas foram desenvolvidos e gerenciados com a finalidade de estimar a sua disponibilidade. Diante disso, à medida que o recurso se torna mais escasso (devido à quantidade ou qualidade) existe maior preocupação em como utilizá-lo e protegê-lo.

Agrega-se a isso o fato de que 1,7 bilhão de pessoas, ou um terço da população do mundo em desenvolvimento, vivem em países que enfrentam

escassez do suprimento de água (ou seja, consomem mais de 20% da sua oferta de água renovável a cada ano). Conjugado a isso, o conhecimento relativo à área da ciência ambiental, enquanto condição básica à intervenção social na valorização suprema da condição da vida humana, bem como pela gestão adequada dos recursos hídricos, é necessário um planejamento ambiental integrado que considere a conscientização efetiva na conduta política da sociedade, para construir as condições para a integração da questão ambiental, no que concerne à escassez da água.

Como resultado, muitos países lutam para implementar as políticas hídricas baseadas em fatos, e os recursos hídricos enfrentam alocação ineficiente e padrões de investimento pobres, pois não existe uma base consistente e economicamente racional para a tomada de decisão. Mesmo em países com as políticas hídricas mais avançadas, ainda há um grande caminho a percorrer, uma vez que é imprescindível mudança significativa na gestão de recursos hídricos, em relação ao consumo sustentável para que venha beneficiar a população mundial, por meio da economia circular (MORENO, 2019).

Assim, entende-se que é necessário compreender que a água, é um recurso ambiental essencial para a qualidade de vida, sendo um recurso para o desenvolvimento econômico, e indispensável para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas; resultando na consecução do respeito aos interesses de todos. A oferta gratuita de recursos naturais pela natureza e a crença de sua capacidade ilimitada de recuperação frente às ações exploratórias, contribuiu para essa postura descomprometida com a proteção e o equilíbrio ecológico (LEFF, 2012).

Com esse arcabouço, a água residual é um recurso complexo com vantagens e desvantagens para seu uso na irrigação de culturas. As principais razões para o uso de águas residuais ocorrem pela falta de recursos hídricos alternativos, a confiabilidade do abastecimento de águas residuais, o valor nutricional e a proximidade dos mercados urbanos (Ashraf, Imtiaz, Abid, Afzal & Shahzad, 2013). No plano ambiental, as águas são fundamentais para o abastecimento das populações, lavouras, indústrias e demais segmentos da sociedade, contudo o seu uso indiscriminado, expõe à superexploração, à poluição, bem como a falta de redes de monitoramento e dados sobre os limites, litologia, qualidade das águas, volume das reservas, taxas de uso, usuários e vulnerabilidade, comprometendo os direitos ao meio ambiente equilibrado.

Sendo assim, para Asgharnejad et al. (2021), a água residual tratada vem sendo utilizada na agricultura como uma ampla gama de impactos positivos que são considerações importantes para os agricultores, comunidades relacionadas e o meio ambiente. Em grande medida, como forma da mudança do modelo de economia linear para o circular, as águas residuais podem ser consideradas uma fonte confiável de água e nutrientes que estão disponíveis o ano todo. Isso permite rendimentos de safra mais elevados e múltiplos ciclos de cultivo.

Além disso, Caselles-Osorio et al. (2018) citam que o aumento da produtividade da safra e a capacidade de cultivar safras próximas aos consumidores em áreas urbanas pode contribuir para melhorar a disponibilidade de alimentos, melhorando a segurança alimentar e fornecendo às comunidades agrícolas meios de subsistência mais confiáveis e sustentáveis. A seleção de culturas é o principal fator para a sustentabilidade de irrigação com água servida, uma vez que certas culturas podem ser irrigadas com água servida sem nenhum impacto negativo na produção, enquanto outras apresentam efeitos adversos.

Para o propósito deste estudo, a utilização da irrigação de águas residuais tratadas tem sido investigada como estratégia de manejo na produção de tomates. Diante disso, o presente estudo tem por objetivo descrever o que tem sido estudado e publicado cientificamente sobre o reuso de efluente doméstico para fins agrícolas, em particular do tomateiro.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Elementos Conceituais de Água Residual

As águas residuais estão se tornando mais amplamente reconhecidas como um ativo a ser explorado, em vez de um passivo a ser tratado e descartado no meio ambiente. Essas são uma fonte ideal para reciclagem, uma vez que a reutilização elimina os custos de descarte e as preocupações ambientais de descargas em águas ambientais e lixiviados de aterros sanitários (BIZARI & CARDOSO, 2016).

Por definição, água residual pode ser entendida como o fluxo de água usada e descarregada de residências, empresas, indústrias, atividades comerciais e instituições que é direcionada para estações de tratamento. Os efluentes de águas residuais são lançados em diversos ambientes, como lagos, lagoas, riachos, rios, estuários e oceanos. As águas residuais também incluem o escoamento de tempestades, uma vez que as substâncias nocivas saem das estradas, estacionamento e telhados, por exemplo. Essas águas residuais são posteriormente categorizadas e definidas de acordo com suas fontes de origem (SOUSA, 2017).

O termo “águas residuais domésticas”, segundo Xavier e Varghese (2020), refere-se a fluxos descarregados principalmente de fontes residenciais geradas por atividades como preparação de alimentos, lavanderia, limpeza e higiene pessoal. As águas residuais industriais/comerciais são o fluxo gerado e descarregado das atividades de manufatura e comerciais, como processamento e produção de alimentos e bebidas, para citar alguns. As águas residuais institucionais caracterizam-se por serem geradas por grandes instituições, como hospitais e instalações educacionais.

Este tipo de reuso, conforme Asgharnejad et al. (2021), é considerado uma ferramenta eficiente para a gestão dos recursos hídricos, decorrente da necessidade de um abastecimento regulado que compense os *déficits* hídricos causados pela sazonalidade ou pela disponibilidade irregular de

outros mananciais para irrigação das lavouras ao longo do ano hidrológico. Embora o uso de águas residuais seja uma prática milenar, nem sempre foi gerido de forma adequada ou atendeu aos padrões de qualidade de acordo com o uso. Conseqüentemente, o conhecimento relativo ao uso de águas residuais evoluiu com a história da humanidade.

Em relação ao conteúdo orgânico, sua constituição é composta por dejetos humanos, proteínas, gorduras, vegetais e açúcares provenientes da preparação dos alimentos, bem como sabões. Parte desse conteúdo orgânico é dissolvido na água e alguns existem como partículas separadas. A parte do material orgânico que não se dissolve, mas permanece suspensa na água, é conhecida como sólidos suspensos. Minerais inorgânicos, metais e compostos, como sódio, cobre, chumbo e zinco são comuns em águas residuais (MORENO, 2019). Assim, dispõem-se de tratamentos capazes de remover o máximo de material orgânico e inorgânico possível.

O uso múltiplo das águas residuais, conforme Caselles-Osorio et al. (2018), oferece muitas oportunidades para produzir um acesso sustentável e mais estável à água, bem como para gerar produtos valiosos, como nutrientes agrícolas, corretivos de solo e combustível. Assim, junto com o desenvolvimento de pesquisas de campo, monitoramento e avaliação, surgem novas estratégias de gestão para o reuso de água. A questão do tratamento e reciclagem de águas residuais que terá um papel importante no combate aos problemas existentes e ocorrentes.

Economia Circular

Ao se abordar a economia circular para a sustentabilidade da água, é imprescindível destacar que o setor da água pode ser um dos principais protagonistas para uma transformação dos sistemas econômicos lineares para modelos mais circulares. Além disso, no âmbito de água, o conceito de economia circular se materializa na volta do uso da água uma e outra vez, assim como acontece no ciclo natural (MORENO, 2019).

Nesta acepção, é manifesto que compreender a governança em todo o ciclo da água é basilar para que se possa maximizar o valor do pensamento de uma economia circular. Referida abordagem, inclusive, traz a compreensão dos graves problemas e dos desafios da água em todo mundo já que, por exemplo, estima-se que a demanda global por água doce excederá os recursos viáveis em 40% até 2030 se nada for feito (VOULVOULIS, 2018).

Para ilustrar isto, o princípio da projeção das externalidades de resíduos impacta na otimização da quantidade de energia, minerais e produtos químicos usados na operação de sistemas de água em conjunto com outros, bem como na otimização da água dentro de uma sub-bacia em relação às sub-bacias adjacentes (uso na agricultura, por exemplo) e ainda implica em medidas ou soluções que ofereçam o mesmo resultado sem usar água. Asgharnejad et al. (2021), referem que a economia circular é uma estrutura para o movimento de todas as atividades industriais e de

manufatura em direção à sustentabilidade com um foco particular na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, conservar, tratar, reciclar e reutilizar a água é importante para haver uma economia verdadeiramente circular, de modo que esta economia age como uma estratégia para aprimorar o abastecimento de água e gerenciar águas residuais. Fato é que uma abordagem mais holística facilitaria a sustentabilidade da água, uma vez que a gestão integrada da água tende a acontecer em um contexto da economia circular e, acredita-se que o inverso também é oportuno (VOULVOULIS, 2018).

É importante reforçar que a economia circular é uma via para recarregar os aquíferos, o que é fundamental para evitar a exploração dos recursos hídricos, assim como causa a busca por fontes de água mais confiáveis. O contexto da economia circular da água proporciona, por exemplo, o reuso, de modo que evita a extração das águas subterrâneas, uma vez que se reaproveita o recurso hídrico, sem retirá-lo da natureza duplicadamente (NAVARRO, 2010).

Desta forma, Asgharnejad et al. (2021), referem que as estratégias da economia circular baseiam-se na reutilização e reciclagem de insumos valiosos, incluindo água e recursos. A economia circular é uma estrutura para o movimento de todas as atividades industriais e de manufatura em direção à sustentabilidade com um foco particular na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, passa-se a verificação de exemplos sobre alguns Estados que adotam a economia circular para a recarga de aquíferos, sobretudo por meio do reuso de água (Moreno, 2019). Assim, inicia-se pelo caso da Austrália, onde houve uma interessante adaptação para driblar a escassez de água, uma vez que o país enfrentou um período de seca severo e recordes de temperatura. Logo, investiu-se em infraestrutura para evitar vazamentos e economizar água com o tratamento e o reuso da água. As obras deslocam as águas residuais para reservatórios, onde ela é tratada, esta água de reuso volta para as casas para ser usada na limpeza, para lavar roupas, etc. Ademais, cabe destacar o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, que, em função da ampla densidade populacional, também sofreu impactos da seca. Além da economia individual da água e da mudança no paisagismo, a água reciclada deve ser destacada, visto que é represada para irrigação e para descargas sanitárias (MENDES, 2018).

Outrossim, segundo Marin et al. (2017), citam que Israel por si só é um país árido, utiliza a tecnologia para a economia da água, tanto é que o governo informa que o tratamento e o reuso da água são muito eficientes, o esgoto é coletado, parte dele tratado e é reutilizado para a agricultura. Além disso, Israel controla as perdas e possui centros de dessanilização que captam água do Mar Mediterrâneo para abastecer uma significativa parcela do consumo doméstico.

Faz-se imprescindível, neste sentido, abordar Singapura. O fato de se tratar de uma ilha pequena não pode ser ignorado, mas mesmo assim é exemplar que toda a população seja servida por água potável, além do esgoto

ser integralmente tratado e reutilizado. É verdade que esta eficiência no reaproveitamento de água é devido aos investimentos em infraestrutura realizados (MENDES, 2018).

Depois destes exemplos mencionados, é oportuno dizer que há água suficiente para atender às crescentes necessidades do mundo, mas as estatísticas e projeções destacam que isso não será possível sem alterar drasticamente a maneira como a água é usada, gerenciada e compartilhada.

A Reutilização de Água Residuais Tratadas na Agricultura

A tendência de disponibilidade de água de todas as fontes atuais, ou seja, chuvas, águas superficiais e subterrâneas, está diminuindo consistentemente com o tempo. A gestão de águas residuais por meio do tratamento tem dois objetivos principais. O primeiro é proteger o meio ambiente, reduzindo a poluição dos recursos de água doce e, portanto, reduzindo os riscos à saúde. A segunda é mobilizar esse recurso hídrico disponível para mitigar a escassez de água e melhorar a produção de alimentos (AL-HAMAIEDEH & BINO, 2010).

Atualmente, há uma demanda crescente por melhoria da qualidade dos recursos hídricos em paralelo com a demanda por melhores produtos oriundos da produção agrícola. Esses requisitos obrigaram os produtores a desenvolver métodos para fornecer a remoção eficaz de sólidos sedimentáveis e dissolvidos das águas residuais do processamento de alimentos, a fim de atender a qualidade da água. Além disso, melhorias e pesquisas têm sido dedicadas à redução de resíduos e à sua utilização, também, como subprodutos (BARROSO & WOLFF, 2011).

Ao considerar a reutilização de águas residuais, Caselles-Osorio et al. (2018) cita que o reuso planejado de efluentes domésticos na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica, sendo uma opção para os agricultores. O reuso da água na agricultura foi redescoberto como uma importante oportunidade de sustentabilidade, conservação e redução de custos, critérios operacionais e de qualidade para garantir a proteção da saúde para os consumidores de safras agrícolas. Desta forma, o tratamento adequado das águas residuais é necessário para minimizar o impacto indesejável no meio ambiente.

Uma das vantagens mais reconhecidas do uso de águas residuais na agricultura é a redução relacionada à pressão nas fontes de água doce. Assim, o esgoto serve como fonte alternativa de irrigação, sobretudo para a agricultura, maior usuária global de água, majorando a produção agrícola em regiões com escassez de água, contribuindo assim para a segurança alimentar. Outro benefício pertinente ao reuso de águas residuais agrícolas, é a minimização da extração de recursos hídricos subterrâneos. Além disso, os nutrientes naturalmente presentes nas águas residuais permitem que sejam realizadas economias nos gastos com fertilizantes, garantindo assim um ciclo de nutrientes fechado (BERTONCINI, 2008).

Além destes, conforme Cuba et al. (2015), a prevenção da poluição das águas superficiais e subterrâneas, seria outro benefício associado à reutilização de águas residuais na agricultura, ajudando inclusive, a recuperação dos corpos d'água, contribuindo também, para a instalação e otimização de estações de tratamento para a produção de efluentes de qualidade desejada para irrigação e cultivo de alimentos.

Dependendo de sua composição, do tratamento que recebe, da extensão da irrigação e dos regulamentos e principais diretrizes sob as quais está sendo utilizada, o uso de águas residuais na agricultura pode ser considerado um benefício, fornecendo nutrientes para o cultivo de diferentes culturas. Em áreas urbanas onde faltam fontes alternativas de água, as águas residuais são um recurso vantajoso porque estão disponíveis durante todo o ano e são uma opção de baixo custo para os agricultores. O uso planejado de águas residuais para irrigação, entretanto, é um recurso cada vez mais importante em reconhecimento de seus benefícios potenciais (LU, WANG & PEÍ, 2016).

A este propósito, o uso controlado das águas residuais, por meio de tratamento e planejamento, leva ao aumento dos recursos hídricos, principalmente nos países que sofrem com a escassez de água, além da proteção ambiental. O uso de águas residuais na irrigação também pode melhorar as condições dos lençóis freáticos, recarregando os aquíferos, diminuindo sua extração e evitando a intrusão de águas residuais. A matéria orgânica adicionada por meio da irrigação com águas residuais pode ajudar a melhorar as condições do solo, aumentando sua fertilidade e capacidade de retenção de água (MAHONEY, YOUNIS & SIMMONS, 2018).

Nesse pensamento, em países áridos, as águas residuais podem contribuir para mitigar a desertificação e a degradação do solo, por meio da criação de florestas e áreas verdes. A melhoria urbana, por meio do crescimento de espaços verdes para recreação (parques, instalações esportivas) e apelo visual (flores, arbustos e árvores adjacentes a estradas e rodovias urbanas), constitui outro importante mérito técnico do reaproveitamento de águas residuais (MENDES, 2018).

Disso infere-se que o tratamento de esgoto mais adequado a ser aplicado antes do uso do efluente na agricultura é aquele que irá produzir um efluente que atenda às diretrizes de qualidade microbiológica e química recomendadas, tanto a baixo custo quanto com requisitos mínimos de operação e manutenção. Além disso, o reaproveitamento de águas residuais tem alguns benefícios ambientais e socioeconômicos. É comparativamente barato irrigar as plantações com águas residuais quando colacionado com o custo da irrigação com água subterrânea de poços profundos ou deslocamento em estações de escassez (VOULVOULIS, 2018).

Para Cachipuento et al. (2021), as diretrizes de reutilização agrícola, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, fornecem uma estrutura de gestão preventiva que abrange desde o ponto de geração de águas residuais até o consumo de produtos que foram expostos à água reciclada. As recomendações incluem o uso final da água e, principalmente, do potencial

de contato humano durante a produção e consumo da cultura. Em qualquer contexto, devem ser feitos esforços para quantificar os impactos positivos ou negativos à saúde pública.

Cabe ressaltar que, segundo Asgharnejad et al. (2021), em todo esse processo a reutilização de águas residuais na agricultura se não tratadas podem constituir em riscos para a saúde. Mesmo após o tratamento de águas residuais terciárias, ainda existe o risco de vírus entéricos, contaminação tóxica e poluição do meio ambiente. A decisão de substituir as fontes de água convencionais ou não convencionais para fins de irrigação agrícola por águas residuais recuperadas depende principalmente dos riscos para a saúde pública que devem ser reduzidos a um nível aceitável e, secundariamente, dos riscos ambientais.

As características da água importantes na irrigação agrícola ou paisagística, de acordo com Ofori et al. (2021), são elementos específicos e concentrações bacteriológicas que afetam o crescimento das plantas podem ameaçar a saúde pública. Essas características nem sempre são medidas ou controladas por agências de tratamento de águas residuais. Conseqüentemente, ao obter dados para avaliar ou planejar sistemas de reuso e irrigação de águas residuais, é necessário avaliar o risco para a saúde pública. O problema será formulado em termos de alternativas, benefícios econômicos, ambientais e outros critérios para gerenciar os diferentes riscos envolvidos.

Nessa esteira, para Xavier e Varghese (2020), o reuso de águas residuais envolve tecnologias alternativas de tratamento de esgoto (oxidação biológica, nitrificação-desnitrificação, uso de lagoas e recarga de aquíferos), diferentes estados da natureza (condições climáticas, tipo de solo, lavouras irrigadas, sistemas de irrigação, ambientes socioeconômicos) e várias preferências ou critérios (econômicos, ambientais, políticos, sociais, culturais, estéticos, entre outros). Os tipos de tecnologias de tratamento usados para águas residuais de processamento de alimentos não são incomuns entre as opções de tratamento de águas residuais e incluem a gama típica de tratamentos biológicos e físico-químicos. Podem ser empregados processos oxidativos e anaeróbicos, e incluem: flotação, coagulação, sedimentação, filtração, adsorção, membranas, sedimentação primária, lodo ativado secundário, digestão anaeróbica e até mesmo recuperação de dióxido de carbono ou metano para usos subseqüentes.

Diante desse cenário, o reaproveitamento de águas residuais tratadas pode ser uma alternativa ao uso de água limpa para a agricultura, deixando a água doce usada para outras finalidades incluindo o abastecimento de água potável. Com efeito, as águas residuais urbanas tratadas são consideradas um recurso hídrico não convencional que deve ser valorizado nos domínios da agricultura, permitindo um desenvolvimento importante deste setor (VOULVOULIS, 2018).

A gestão dos recursos hídricos envolve a abordagem não apenas de questões técnicas, mas também de muitos fatores sociais, instituições e procedimentos administrativos. Ao considerar o seu uso, Ofori et al. (2021),

referem que existe a necessidade de adequação do uso de águas residuais tratadas para lavouras ou irrigação agrícola. Os principais fatores que determinam a adequação da água reciclada para irrigação agrícola são salinidade, metais pesados e patógenos, que causam efeitos adversos em humanos, plantas e solos. A Austrália, por exemplo, conta com soluções técnicas (tratamento de águas residuais) e possui medidas regulatórias rígidas para gerenciar o uso de águas residuais para irrigação ou outros fins (MENDES, 2018).

A Organização Mundial da Saúde (2006) pondera que as águas residuais na agricultura é um procedimento capaz de combinar água e nutrientes reciclados, porém recomenda que seja realizado com segurança para elevar ao máximo os proveitos para a saúde pública e os benefícios ambientais. Esse uso representa uma prática alternativa que vem sendo adotada em diferentes regiões, frente à escassez de água e ao crescimento da população urbana com o aumento da necessidade hídrica, principalmente devido ao declínio dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos causados pela variabilidade climática e mudanças climáticas.

Desta forma, as diretrizes de reutilização de águas residuais devem ser empregadas para produzir alimentos, com nível de qualidade, e investimentos em infraestrutura obedecendo os padrões microbiológicos, conforme recomendado pelos órgãos ambientais, fundamentados pela Resolução CONSEMA 128/2006 e Resolução CONAMA 430/2011.

METODOLOGIA

Acerca dos procedimentos metodológicos que sustentam o desenvolvimento deste estudo, optou-se em relação à abordagem, pela qualitativa, visto que, por meio da revisão bibliográfica, descrita por Gil (2017), a qual se utiliza com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

No que se refere ao levantamento de dados, buscou-se nas bases Portal de Periódicos Capes, Alianza de Servicios de Información Agropecuaria – SIDALC e Aquaculture Compendium (CABI Publishing). Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: artigos online na íntegra, de periódicos científicos ou revistas acadêmicas, do período de 2007 à 2021, e que tratassem no título ou no resumo o tema desta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso planejado de águas residuais para irrigação, é um recurso cada vez mais importante em reconhecimento de seus benefícios potenciais, especialmente na agricultura. Isso está impulsionando o uso de águas residuais em países em desenvolvimento e industrializados - especialmente em áreas com escassez de água, onde existe a falta de fontes alternativas. Diante disso, apresenta-se os achados científicos que subsidiaram o objetivo do presente estudo.

Os solos possuem habilidades naturais para assimilar, atenuar e desintoxicar os poluentes possibilitando a obtenção de benefícios agronômicos ao aplicar águas residuais tratadas. Sousa (2017) observou efeitos positivos para a utilização da água de reúso para agricultura e o correto manejo da irrigação no desenvolvimento e produção do tomate cereja. Os resultados mostraram que tanto as lâminas como as diluições de água de reúso tiveram efeitos significativos sobre os parâmetros agronômicos.

O estudo de Bertoncini (2008), buscou abordar técnicas alternativas, práticas, econômicas e eficazes de tratamento de água, esgotos e dejetos de animais para fins agrícolas. A autora entende que há diversas modalidades de reúso da água, porém o reúso na agricultura tem contribuído para a gestão dos recursos hídricos. Em países como o México, Israel, Austrália, Japão e Estados Unidos há predominância do reúso urbano, enquanto que nas regiões mediterrâneas e América Latina há predomínio do reúso agrícola. No seu trabalho, concluiu que o reúso de efluente sanitário proporciona suprimento de água para as plantas e ao mesmo tempo o solo funciona como um sistema de pós-tratamento do resíduo, depurando a carga orgânica, sendo imprescindível a análise e monitoramento periódico.

Israel é líder global em reciclagem de água, pois reutiliza mais de 78% de suas águas residuais. A escassez de água moldou o desenvolvimento do setor hídrico israelense nas últimas cinco décadas. O país não teve escolha a não ser se adaptar e desenvolver gradualmente uma série de inovações hídricas em práticas operacionais, tecnologias e instituições. Mais de 87 por cento do efluente de águas residuais é atualmente reutilizado para a agricultura, representando aproximadamente metade do total de água que os agricultores usam em todo o país. Uma grande proporção das águas residuais recebe tratamento terciário e pode ser usada para qualquer cultivo sem restrições (MARIN, SHIMON, JOSHUA & RINGSKOG, 2017).

Em Windhoek (Namíbia), a água recuperada tem sido usada para uso potável desde 1968. Portanto, a opção mais viável a seguir, foi a reutilização dos efluentes municipais da maior rede de tratamento de esgoto e o resultado foi uma escassez superada mesmo em épocas críticas da seca. A água residual reciclada é misturada com a água potável e representa cerca de 35% da produção de água potável da planta de Goreangab. As especificações finais da água foram derivadas dos seguintes padrões: as Diretrizes da OMS de 1993, os Critérios de Qualidade da Água Potável das Diretrizes de Rand de 1996 e as Diretrizes da Namíbia de 1998 para a Água do Grupo A. Além disso, a maior importância foi desenvolver uma sequência de tratamento com múltiplas barreiras contra patógenos (LAHNSTEINER & LAMPERT, 2007).

Neste tema, a pesquisa de Barroso e Wolff (2011), apresentou uma alternativa à crescente demanda de água para a irrigação e o reúso de esgoto doméstico tratado para fins agrícolas. Um dos benefícios mais reconhecidos do uso de águas residuais na agricultura é a diminuição associada a pressão sobre as fontes de água doce. Para tanto, é muito importante neutralizar ou eliminar quaisquer agentes infecciosos ou organismos patogênicos que

possam estar presentes nas águas residuais. Assim, observaram que o uso de esgoto sanitário depende do manejo adequado da irrigação, do monitoramento das características do solo e da cultura. Ao usar águas residuais tratadas para irrigação, por exemplo, os regulamentos devem ser redigidos de forma que se preste atenção à interação entre o efluente, o solo e a topografia da área receptora, principalmente se houver aquíferos próximos.

Com estas informações, entende-se que a operação e manutenção exigidas na implementação para o reúso de águas residuais na agricultura está relacionada à operação e manutenção dos processos de tratamento de águas residuais e às tecnologias de cloração e desinfecção usadas para garantir que os organismos patogênicos não apresentem um perigo para a saúde humana. Battilani et al. (2008) projetaram um estudo com o objetivo de ajudar os produtores de tomate a resolver problemas com água de baixa qualidade e acesso reduzido à água. Para avaliar a eficácia do protótipo, as características de saída de água de cada sistema foram comparadas com a água da torneira. Três fontes de água foram usadas para avaliar os testes de campo realizado em 2006 e 2007 no Vale do Pó (Itália): água da torneira, resíduos secundários de água não filtrada ou desinfetada, tratada apenas com filtro de cascalho e resíduo primário e, a de uma pequena estação de tratamento de água, sendo que os tomates foram cultivados em solo argiloso (areia 24%, silte 41%, argila 35%). Os resultados demonstraram que a reutilização segura de água residual tratada garante, a produção em menor tempo e melhor qualidade dos tomates.

Com a finalidade de implementar a utilização de águas residuárias na irrigação do tomateiro, Muraishi et al. (2013), utilizaram essas águas na germinação e crescimento inicial das sementes de tomate. Observaram que durante o desenvolvimento de mudas do tomateiro, as mudas obtiveram maior vigor quando utilizadas as concentrações de 50% e 75% de água residuária. Conforme Bedbabis et al. (2010), o uso de águas residuais tratadas para irrigação de culturas pode melhorar o crescimento, a produção e também pode aumentar os benefícios econômicos para os agricultores, devido à necessidade reduzida de fertilizantes. No entanto, a composição química das águas residuais deve ser monitorada para evitar desequilíbrio no fornecimento de nutrientes, o que pode resultar em crescimento vegetativo excessivo, maturidade desigual dos frutos, qualidade e quantidade reduzidas de produção.

Cunha et al. (2014), ao utilizar efluentes domésticos no cultivo de tomate de mesa obtiveram economias entre 65,38 até 100% de cálcio, sulfato, cobre e molibdênio. Além disso, citam que a água recuperada para irrigação não causa poluição nem para o meio ambiente do solo nem para as plantações, o que indica que os vegetais irrigados com água reutilizada durante o seu crescimento revelaram-se livres de poluentes. Sengupta, Nawaz e Beaudry (2015), afirmam que as águas residuais tratadas contêm vários tipos de nutrientes, como fósforo, nitrogênio, potássio e enxofre, mas a maior quantidade de nitrogênio e fósforo disponível na água residual pode

ser facilmente acumulada pelas plantas, por isso é amplamente utilizada para a irrigação. Essa afirmativa corrobora com o estudo de Poustie et al. (2020), na qual citam que a rica disponibilidade de nutrientes em águas residuais recuperadas reduz o uso de fertilizantes, aumenta a produtividade da cultura, melhora a fertilidade do solo e, ao mesmo tempo, pode também diminuir o custo de produção da cultura

No trabalho de Cuba et al. (2015), realizado no Centro de Ciências Agrárias - UFSCar, no município de Araras (SP), avaliou a viabilidade do reúso de efluente de esgoto doméstico tratado, como fonte alternativa de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L). O esgoto doméstico tratado foi captado na saída da ETE, composta por quatro unidades: tanque séptico, tanque de microalgas, filtro anaeróbio de fluxo ascendente e *wetlands* (leitos cultivados). Concluíram, que a limpeza periódica do sistema de distribuição de água, de tubulações, bombas e filtros mostrou-se satisfatória, com uma economia de alguns fertilizantes em relação à solução nutritiva recomendada, não havendo prejuízos da produtividade da cultura, desde que este efluente seja complementado com fertilizantes minerais para atender a demanda nutricional da cultura.

Em um experimento, descrito por Queiroz, Queiroz e Aragão (2015), com o objetivo de avaliar o impacto do reúso de efluente doméstico tratado sobre o sistema solo-planta, como única fonte de nutrientes na adubação de cobertura para a produção do tomate, aplicado por gotejamento, foi constatado um significativo aumento na produção do tomate nas amostras irrigadas com efluente doméstico tratado. Os mesmos autores asseguram que hortaliças com superfície lisa, como tomate, berinjela e pepino, não oferecem condições favoráveis à retenção e sobrevivência dos microrganismos patogênicos, portanto, a aplicação do efluente não afeta as características químicas e microbiológicas do solo, embora deva existir monitoramento constante delas.

A pesquisa conduzida por Nascimento et al. (2016), no Instituto Federal Goiano, objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) cv. Santa Clara 5300, irrigadas com diferentes concentrações de efluente de piscicultura. Os autores concluíram que o desenvolvimento de mudas de tomate melhorou após irrigação com efluente da piscicultura, possivelmente devido a matéria orgânica presente no mesmo, e apresenta-se como alternativa para reúso do ponto de vista nutricional para as plantas, diminuindo o impacto ambiental negativo dos efluentes desse tipo de criação animal.

Com referência aos efeitos da irrigação com água residual doméstica para diferentes tipos de culturas, a pesquisa de Lu, Wang e Peí (2016), buscou os efeitos da irrigação com água recuperada por meio de testes de campo sobre o conteúdo e a distribuição de metais pesados no tomate e no solo. Informam que as vantagens são principalmente incorporadas nos seguintes aspectos:

- (a) uma vez que a fonte de água é estável e confiável, ela pode evitar a competição entre a água para uso agrícola

e a água para outros fins e, assim, reduzir a pressão no abastecimento de água; (b) uma vez que o nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes disponíveis na água recuperada podem ser usados como fonte de estrume, pode promover o crescimento da colheita, reduzir o uso de fertilizantes sintéticos e, assim, melhorar as propriedades do solo. Em comparação com a irrigação com água limpa, a água recuperada para irrigação não causa um aumento significativo no teor de metais pesados nos frutos do tomate, o que indica que a irrigação com água recuperada de curto prazo tem um efeito muito pequeno no conteúdo de metais pesados nas plantações (LU, WANG & PEÍ, 2016 p. 298).

Fernandes et al. (2017), avaliaram a viabilidade da utilização de água residuária no plantio do tomate do tipo cereja, semeado em bandejas de polietileno e irrigadas com as diluições de águas residuárias. As plantas tiveram crescimento de aproximadamente 41 cm de altura, sendo que as concentrações de 50 e 100% de efluentes promoveram a maior produção de frutos de tomateiro. Sousa (2017) observou efeitos positivos para a utilização da água de reúso para agricultura e o correto manejo da irrigação no desenvolvimento e produção do tomate cereja. Os resultados mostraram que tanto as lâminas como as diluições de água de reúso tiveram efeitos significativos sobre os parâmetros agrônômicos.

Vale mencionar que o efeito da água residuária, diferentes parâmetros de crescimento e qualidade da planta, como altura da planta, número de folhas e flores por planta, peso do fruto, peso seco da parte aérea, salinidade da água, pH dos frutos do tomate e sólidos solúveis totais para tomate devem ser avaliados. Caselles-Osorio et al. (2018), buscaram avaliar a eficácia comparativa das unidades de tratamento, plantadas com tomate (*Lycopersicon esculentum*). Concluíram que a produção de tomates ou outras culturas valiosas usando águas residuais tratadas pode ser sustentável no que diz respeito à redução da poluição, melhoria da qualidade da água e aumento da dieta e renda dos residentes da fazenda. Além disso, os tomateiros irrigados com tratamento de esgoto têm maior rendimento de plantas, devido a absorção dos nutrientes necessários para o crescimento da planta.

Mahoney, Younis e Simmons (2018), referem que, embora o tratamento e a reutilização das águas residuais do processamento de tomate possam ser uma via para aumentar a eficiência hídrica, o tratamento eficaz dessas águas residuais é altamente dependente da qualidade das águas residuais geradas a partir das várias operações na instalação. A pesquisa de Xavier e Varghese (2020), investigou o cultivo de tomateiro a partir de águas subterrâneas, esgoto doméstico tratado e não tratado e buscou fazer um estudo comparativo sobre os metais pesados presentes nas folhas e frutos do tomateiro. Para os autores, os tomateiros são considerados mais adaptáveis a muitos tipos de estresse, especialmente estresse salino e

metais. Neste estudo, a água residual doméstica tratada, mostrou-se segura apresentando todos os parâmetros dentro da faixa aprovada pela norma da OMS.

Segundo Cachipuento et al. (2021), as águas residuais podem ser utilizadas diretamente na agricultura, o principal objetivo do uso agrícola das águas residuais comunitárias é fornecer “água fertilizada” aos campos, uma vez que a quantidade de água, nutrientes e energia contida nas águas residuais emanadas pode ser utilizada para irrigar e fertilizar vários hectares de solo; Isso reduziria os gastos com a condução da água de irrigação e os gastos com fertilizantes, uma vez que os nutrientes seriam conservados. Cassimiro *et al.* (2019), ao estudar a produção de alface Crespa cultivar Cristina, em canteiros econômicos, com lâminas de 25%, 50%, 75% 100% e 125% da evapotranspiração de referência (ET_o), mostram que a tecnologia aplicada permitiu uma economia da ordem de 50% de água. A lâmina de 75% da ET_o, foi a mais indicada para irrigação da cultivar.

O objetivo do trabalho de Santos (2020), foi avaliar a qualidade da solução percolada da fertirrigação em cultivo protegido de mini tomate, por meio de variáveis físico-químicas, focando na possibilidade de reúso no sistema de irrigação, baseado nos parâmetros nutricionais da cultura em suas fases de desenvolvimento. O tomateiro, responde positivamente às condições de produtividade na agricultura irrigada, inclusive fornecendo boas condições de cultivo. As amostras de solução percolada de água residuária efluente tem alto potencial para ser reutilizada na fertirrigação, com base em suas características físico-químicas.

O experimento realizado por Sousa et al. (2021), avaliou a absorção de macronutrientes e sódio pela cultura do tomate irrigado com e sem déficit hídrico, utilizando água residuária, sendo que o sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. Verificaram que além do cuidado com a nutrição da planta, quando se utiliza água residuária, deve-se verificar a sanidade do cultivo irrigado. Concluíram que à medida que aumentou a concentração de água de reúso na irrigação, houve maior absorção de sódio pelas plantas e frutos, conseqüentemente houve inibição na absorção de potássio. O estresse hídrico pode aumentar a absorção de alguns macronutrientes pela planta.

O uso de fontes alternativas dos recursos hídricos para a agricultura, segundo Lucena et al. (2018), reduz a descarga direta de poluentes em corpos hídricos, contribuindo para a conservação e proteção do meio ambiente, pois, essas águas residuais oferecem elevados níveis de cálcio, potássio, matéria orgânica, entre outros nutrientes, que podem ser disponibilizados para as culturas através da irrigação. Ainda destacam que, as águas residuais para reaproveitamento devem ser tratadas de forma adequada, biológica e quimicamente, para garantir a segurança da saúde pública e do meio ambiente.

A partir disso, segundo Nascimento et al. (2016), o principal desafio ainda é como aumentar o percentual de reúso da água, com tratamentos

seguros que eliminem os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, relacionados a contaminantes na água de reaproveitamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre o reaproveitamento das águas residuais domésticas tratadas para irrigação, sugere que esta prática é uma opção eficaz e uma alternativa útil aos recursos hídricos em áreas onde a agricultura depende fortemente da disponibilidade de água. Porém, ainda são escassos os estudos que abordem especificamente a cultura do tomateiro, sendo, portanto, necessários para avaliar a qualidade tanto do efluente tratado como da cultura em diferentes condições.

Com essas informações, o conhecimento sobre o reaproveitamento das águas residuais domésticas tratadas para irrigação e para cultura do tomate, sugere que esta prática como uma opção eficaz para a economia circular e como uma alternativa útil aos recursos hídricos em áreas onde a agricultura depende fortemente da disponibilidade de água.

Para alcançar uma gestão efetivamente sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, é necessário romper com paradigmas e reeducar as nações, envolvendo-as em ciclos participativos, com experiências práticas que mostrem alternativas mais sustentáveis para a segurança e bem-estar da mesma.

REFERÊNCIAS

AL-HAMAIJEDEH, H., BINO, M. (2010). **Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants.** *Desalination, Swansea*, 1(256):115-119. Doi: 10.1016 / j.desal.2010.02.004.

ASGHARNEJAD, H., NAZLOO, E. K., LARIJANI, M. M., HAJINAJAF, N., RASHIDI, H. (2021). Comprehensive review of water management and wastewater treatment in food processing industries in the framework of water-food-environment nexus. ***Comprehensive Review in Food Science Food Safety***, 20:479-4815. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12782>.

ASHRAF, M., IMTIAZ, M., ABID, M. AFZAL, M., & SHAHZAD, S. M. (2013). Reuse of wastewater for irrigating tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.) through silicon supplementation. ***Journal of Water Reuse and Desalination***, 3(2):128-139. doi: 10.2166/wrd.2013.066.

BARROSO, L. B., WOLFF, D. B. (2011). **Reuso de esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas.** *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, 8(3):225,236. Disponível: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1739&article=607&mode=pdf>.

BATTILANI, A., PLAUBORG, F., ANDERSEN, M. N., SCHWEITZER, A., SANDEI, L., & et al. (2008). **Waste water reuse pathways for processing tomato**. *Acta Horticulturae*, 823. Doi: 10.17660/Acta Hortic.2009.823.5. Recuperado em 03 agosto de 2021, de Disponível: https://www.researchgate.net/publication/238769560_Waste_Water_Reuse_Pathways_for_Processing_Tomato.

BEDBABIS, S., FERRARA, G., ROUINA, B. B., & BOUKHRIS, M. (2010). **Effects of irrigation with treated wastewater on olive tree growth, yield and leaf mineral elements at short term**. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 126 (3):345-350. Doi: 10.1016 / j.scienta.2010.07.020.

BERTONCINI, E. I. (2008). Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. Recuperado em 01 de agosto de 2021, Disponível: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Tratamento-de-efluentes-e-reuso-da-agua-no-meio-agricola.pdf>.

BIZARI, D. R., & CARDOSO, J. C. (2016). Reutilizar água e horticultura urbana: aliança para cidades mais sustentáveis. **Horticultura Brasileira**, 34(3):311-317. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016003002>.

CACHIPUENTO, C. U., IZURIETA, P. C., LANDIN, L. C., PROÑO, R. S., RODRIGUEZ, J. N., & et al. (2021). **Água para la gente experiencias de gestión comunitario del agua en el Salvador**. Quito/Ecuador: *Editorial Universitaria Abya-Yala*. p. 252. Disponível: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20359>.

CASELLES-OSORIO, A., MENDONZA, G., SIMANCA, M., ROMERO-BORJA, I., MOSQUERA, J. E., & et al. (2018). Tomato (*Lycopersicon esculentum*) production in sub surface flow constructed wetlands for domestic wastewater treatment in rural a colombian community. **Ingeniería Investigación y Tecnología**, XIX(4):1-10. <https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2018.19n4.038>.

CUBA, R. S., CARMO, J. R., SOUZA, C. F., & BASTOS, R. G. (2015). Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, 10(3): 574-586. <https://doi.org/10.4136/%20ambi-agua.1575>.

CUNHA, A. H. N., SANDRI, D., VIEIRA, J. A., CORTEZ, T. B., & OLIVEIRA, T. H. (2014). Sweet grape mini tomato grown in culture substrates and effluent with nutrient complementation. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 34(4):707-715. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000400010>.

GIL, A. C. (2017). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo Saraiva.

LEFF, E. (2012). **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 9. ed. Petrópolis: Vozes.

LU, S., WANG, J., & PEÍ, L. (2016). Study on the effects of irrigation with reclaimed water on the content and distribution of heavy metals in the soil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 134(3):298-308. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fijerph13030298>.

MAHONEY, L., YOUNIS, B. A., & SIMMONS, C. W. (2018). A new system for the treatment of wastewater from a tomato processing plant with UV light. **Water Practice & Technology**, 13(3): 662-672. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103631>.

MARIANI, L., GUARENCHI, M. M., MITO, J. Y. L., CAVALIERO, C. K. N., & GALVÃO, R. R. A. (2016). **Análise de oportunidades e desafios para o nexo água-energia**. **Desenvolvimento e Meio Ambiente –DMA**, Curitiba/Pr., 37: 9-30. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v37i0.45046>.

MARIN, P., SHIMON, T., JOSHUA, Y., & RINGSKOG, K. B. (2017). **Water management in Israel: key innovations and lessons learned for water-scarce countries**. New York, Washington/DC: International Bank for Reconstruction and Development, 56 p. Disponível: <http://hdl.handle.net/10986/28097>.

MENDES, G. (2018). **6 soluções de países diferentes contra a escassez de água**. **Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável**. Recuperado em 21 agosto de 2021. Disponível: <https://cebds.org/escassez-de-agua/#.YKVJaahKjIU>.

MORENO, J. M. (2019). **Agua y economía circular**. Recuperado em 21 agosto de 2021, de <https://doi.org/10.14198/Congreso-Nacional-del-Agua-Orihuela-2019>.

MURAISHI, C. T., PARREIRA, M. C. R., SILVA, K. M. A., DOURADO, D. P., **Pereira**, S. H. T., et al. (2013). Utilização de água residuária no desenvolvimento de mudas de tomate. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Florianópolis/SC, 1-4. Recuperado em 04 agosto de 2021. Disponível: <https://eventosolos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/596.pdf>.

NASCIMENTO, T. S., MONTEIRO, R. N. F., SALES, M. A. L., FLORIANO, L. S., & PEREIRA, A. I. A. (2016). Irrigação com efluente de piscicultura no cultivo de mudas de tomate. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,

Fortaleza, 10(4): 866-874. Doi: 10.7127/rbai.v10n400462.

NAVARRO, T. (2010). **El nuevo régimen de reutilización de aguas residuales**. Fundación Euromediterránea del Instituto del Agua, Murcia.

OFORI, S., PUŠKÁČOVÁ, A., RŮŽIČKOVÁ, I., & WANNER, J. (2021). **Reuse of treated wastewater for irrigation: pros and cons**. *Science of The Total Environment*, 760. Recuperado em 02 setembro de 2021. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720375574>. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144026>.

POUSTIE, A., YANG, Y., PAGILLA, K., & HANIGAN, D. (2020). Reclaimed wastewater as a viable water source for agricultural irrigation: a review of inhibition and growth promotion of food crops in the context of environmental change. *Science of the Total Environment*, 739. Recuperado em 02 de agosto de 2021. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720332769>. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139756>

QUEIROZ, A. A., QUEIROZ, S. O. P., & ARAGÃO, C. A. (2015). Reúso de efluentes domésticos na irrigação por gotejamento do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 20(1):36-42. <https://doi.org/10.12661/pap.2015.006>.

SANTOS, A. (2020). **Monitoramento da qualidade da água residuária de fertirrigação em cultivo protegido de tomate sob a perspectiva de reuso no sistema**. 2020. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Engenharia Agrícola, Campinas, São Paulo. 74 f. Recuperado em 04 de agosto de 2021. Disponível: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/347292>.

SENGUPTA, S; NAWAZ, T; & BEAUDRY, J. (2015). **Recovery of nitrogen and phosphorus from wastewater**. *Current Pollution Reports*, Springer, (1)55-166. Recuperado em 02 de agosto de 2021. Disponível: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40726-015-0013-1.pdf>.

SOUSA, F. G. G. de. (2017). **Irrigação com água residuária em diferentes diluições e disponibilidade para a cultura do tomate cereja**. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp. Botucatu. São Paulo. 2017. 72 f. Recuperado em 01 de agosto. Disponível: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151663/sousa_fgg_me_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

SOUSA, F. G. G., CARVALHO, R. S. C., MELO, M. R. M., & GRASSI FILHO, H. (2021). **Absorção de macronutrientes e sódio pelo tomateiro**

submetido a irrigação com e sem déficit hídrico, utilizando diferentes concentrações de água residuária. *Irriga*, Botucatu, 26(1):65-76. <https://doi.org/10.15809/irriga.2021v26n1p65-76>.

XAVIER, J., & VARGHESE, A. K. (2020). Effect of irrigation with treated and untreated domestic sewage on tomato plants. ***Asian Journal of Plant Sciences***, 19(3):252-260. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2020.252.260>.

VOULVOULIS, N. (2018). **Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach.** *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2: 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.01.005>.

World Health Organization - Who. (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater.* Excreta and Greywater in Agriculture. Recuperado em 03 agosto de 2012. Disponível: https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf.