

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO DE GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL

Leandro Brancalione

**A ECONOMIA CIRCULAR NO CONTEXTO DO AGRONEGÓCIO**

Serafina Corrêa, RS  
2022

# **A ECONOMIA CIRCULAR NO CONTEXTO DO AGRONEGÓCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Especialização de Gestão Pública  
Municipal (EaD, da Universidade Federal de Santa  
Maria (UFSM, RS).

Orientador (a): Gilnei Luiz de Moura

Serafina Corrêa, RS  
2022

## **A Economia Circular no Contexto do Agronegócio**

### La economía circular en el contexto de los agronegocios

**Resumo:** A disponibilidade de recursos hídricos para o consumo humano é cada vez mais escassa, devido ao crescimento da população mundial e o uso indiscriminado destes recursos, refletindo na disponibilidade e na qualidade da água para consumo humano e animal e nas atividades econômicas. Assim, há uma necessidade de utilização de novas técnicas para proteção e melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Este estudo teve como objetivo revisar publicações científicas sobre o reuso de efluente doméstico para fins agrícolas, além de relatar o potencial do uso de efluentes na produção para essa cultura em um município do Norte do Rio Grande do Sul. A revisão bibliográfica, foi realizada nas bases de dados Portal de Periódicos Capes, Alianza de Servicios de Información Agropecuaria – SIDALC e Aquaculture Compendium (CABI Publishing), complementada por um relato de experiência. A relevância do estudo, contribui no setor da agricultura enquanto condição básica à intervenção social na valorização suprema da condição da vida humana, bem como pela gestão adequada dos recursos hídricos, unificando o conhecimento científico às insuficiências da população, para edificar as condições para a integração da questão ambiental no campo da produção. Constatou na pesquisa três principais elementos: 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. A prática e o modelo de aplicação de águas residuais ocupam 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 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 para a produção de alimentos.

**Palavras-chave:** Agricultura. Reaproveitamento. Recursos Hídricos. Culturas.

**Resumen:** La disponibilidad de recursos hídricos para el consumo humano es cada vez más escasa debido al crecimiento de la población mundial y al uso indiscriminado de estos recursos, lo que repercute en la disponibilidad y calidad del agua para el consumo humano y animal y las actividades económicas. Por lo tanto, es necesario utilizar nuevas técnicas para la protección y el mejor uso de los recursos hídricos. Este estudio tiene como objetivo describir las publicaciones científicas sobre la reutilización de los efluentes domésticos para fines agrícolas, además de reportar el uso potencial de efluentes en la producción de este cultivo en un municipio del norte de Rio Grande do Sul. La revisión de la literatura se realizó en las bases de datos Portal de Periódicos Capes, Alianza de Servicios de Información Agropecuaria - SIDALC y Aquaculture Compendium (CABI Publishing), complementada con la descripción de una experiencia. La relevancia del estudio, contribuye en el sector agrícola como condición básica para la intervención social en la mejora suprema de la condición de la vida humana, así como para la gestión adecuada de los recursos hídricos, unificando el conocimiento científico a las insuficiencias de la población, para construir las condiciones para la integración de las cuestiones ambientales en el ámbito de la producción. La investigación descubrió tres elementos principales: la combinación de estrategias, innovación y tecnología para la gestión de las aguas residuales puede mitigar el problema de la escasez de recursos hídricos, la ampliación del uso del agua reciclada para la producción de alimentos se convierte en una posibilidad sostenible, y la importancia de invertir en infraestructuras para utilizar el agua reciclada para la producción de alimentos debe cumplir las directrices y recomendaciones de los organismos medioambientales. La práctica y el modelo de aplicación de las aguas residuales ocupan un papel destacado en la satisfacción de las necesidades futuras de agua, su reutilización eficiente podría contribuir a las diferentes prácticas de cultivo agrícola junto con la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 para la producción de alimentos.

**Palabras clave:** Agricultura. Reutilización. Recursos hídricos. Cultivos.

## **1. 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 quase 1,8 bilhão de pessoas, ou mais de 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). Juntamente 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 consequência, 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 que ocorram mudanças significativas 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).

Como olhar de forma sistêmica e tentar resolver essa questão, a água residual é um recurso complexo com vantagens e desvantagens para seu uso na agricultura. 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, e demais segmentos da sociedade. Contudo, o seu uso indiscriminado, expõe à super exploração, 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 a 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, além de relatar o potencial do uso de efluentes na produção para essa cultura em um município do Norte do Rio Grande do Sul.

## **2. Fundamentação Teórica**

### **2.1 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, estacionamentos 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 técnica, 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. Consequentemente, o conhecimento relativo ao uso de águas residuais evoluiu com a história da humanidade.

Por outro lado, deve-se tomar cuidado que todo processo de reutilização tem seu lado negativo, até porque o processo passa por diversas fases, nesse caso específico da Estação de Tratamento de Esgoto, o objetivo principal é retirar os principais agentes causadores de possíveis contaminações. Segundo Asgharnejad et al. (2021), existem elementos benéficos no que tange ao possível potencial desse elemento ao ser utilizado na agricultura, que todavia ao longo do tempo pode haver pontos negativos como contaminantes do solo, mas requer novos estudos a respeito da temática abordada.

Em relação ao conteúdo orgânico, sua constituição é composta por dejetos humanos, proteínas, gorduras, vegetais e açúcares provenientes da preparação dos alimentos. 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 terá um papel importante no combate aos problemas existentes e ocorrentes.

## **2.2 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 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 por 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 se baseiam 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 dessalinização 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.

### **2.3 O Reaproveitamento de Águas Residuais 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. A reutilização da água na agricultura foi redescoberta 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 a 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 residuárias, 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. Consequentemente, 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. Neste caso, 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 subsequentes. Na Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Três Arroios, o processo é por bactérias anaeróbicas e aeróbicas, que em tese é natural, nesse sentido não é possível eliminar totalmente todo agente nocivo, para isso seria necessário a aplicação de corretivos como a cloração, mas neste trabalho apenas procuramos sintetizar o potencial que é a reutilização de efluente com o duplo propósito.

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 o aproveitamento das 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.

### 3. 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 a 2022, e que tratassem no título ou no resumo o tema desta revisão.

Do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa qualitativa considera que tudo pode ser quantificável, traduzido em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Esse modelo requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do pesquisado que não pode ser traduzido em números.

A interpretação desses fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente no processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Já em sua natureza a pesquisa básica, objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, envolvendo as verdades e os interesses universais, neste caso o município de Três Arroios se beneficia com a pesquisa, uma vez que pode se tornar uma alternativa de geração de renda.

A pesquisa Explicativa identifica os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos e aprofunda a relação com o conhecimento da realidade porque explica a racionalidade ou a própria razão, o “porquê” das coisas através dos resultados atingidos. Pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que estes estejam suficientemente descritos e detalhados.

Os procedimentos da pesquisa bibliográfica são elaborados a partir de material já publicado em livros, artigos de periódicos e eventos e disponibilizado na Internet, anais e e-

books. A busca pretende recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

Quando ocorre o estudo de caso, esse por sua vez envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento, e a pesquisa participante se dá quando desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. O presente trabalho buscou estudos publicados e fez uma simulação para a possível inserção desse produto em uma cultura na cidade, tanto do sujeito do campo como o da cidade, uma vez que a cultura mencionada requer pouco espaço para seu cultivo.

O estudo procurou a aplicação na cultura do tomateiro, mas é possível para culturas diversificadas. Procurou-se abordar a cultura do tomate em virtude de o município produzir volume significativo, e que poderia ser comercializado localmente. A principal vantagem desse estudo de caso foi o condicionamento da pesquisa em uma simulação onde traz resultados satisfatórios no que diz respeito a proteção dos recursos naturais, e esse produto ter um duplo propósito.

#### **4. 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 agrônômicos ao aplicar águas residuais tratadas. Contudo se a exposição for rotineira, pode trazer pontos negativos ao solo, e que para isso, é preciso aprofundar o estudo. Sousa (2017) observou efeitos positivos para a utilização da água de reaproveitamento 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 reuso tiveram efeitos significativos sobre os parâmetros agrônômicos.

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 para reaproveitar a água, porém o reuso na

agricultura tem contribuído para a gestão dos recursos hídricos. Em países como o México, Israel, Austrália, Japão e Estados Unidos há predominância da reutilização em áreas urbanas, enquanto que nas regiões mediterrâneas e América Latina há predomínio do reuso agrícola. No seu trabalho, concluiu que o reaproveitamento 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. Mais de 87% 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 reuso 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 reaproveitamento 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 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), no 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 estudo de Cuba et al. (2015), realizado no Centro de Ciências Agrárias - UFSCar, no município de Araras (SP), avaliou a viabilidade do reuso 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 reuso 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 reuso 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 & Pei, 2016 p. 298).

Fernandes et al. (2017), avaliaram a viabilidade da utilização de água 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 reaproveitamento 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 reuso tiveram efeitos significativos sobre os parâmetros agronômicos.

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 olericulturas, em canteiros econômicos, com lâminas de 25%, 50%, 75% 100% e 125% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), mostram que a tecnologia aplicada permitiu uma economia da ordem de 50% de água. A lâmina de 75% da ET<sub>o</sub>, foi a mais indicada para irrigação da cultivar.

O objetivo do trabalho de Santos (2020), foi avaliar a qualidade da solução percolada da ferti irrigação em cultivo protegido de mini tomate, por meio de variáveis físico-químicas, focando na possibilidade de reuso 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 ferti irrigação, com base em suas características físico-químicas.

O experimento realizado por Sousa et al. (2021), avaliou a absorção de macro nutrientes e sódio pela cultura do tomate irrigado com e sem déficit hídrico, utilizando água sendo que o sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. Verificaram que além do cuidado com a nutrição da planta, quando se utiliza água de reaproveitamento, deve-se verificar a sanidade do cultivo irrigado. Concluíram que à medida que aumentou a concentração de água de reuso 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 macros nutrientes 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 reuso da água, com tratamentos seguros que eliminem os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, relacionados a contaminantes na água de reaproveitamento.

## 5. Potencial do uso de efluentes na produção olericulturas

A cidade de Três Arroios, localizada na região Norte do Rio Grande do Sul, conforme figura 1, implementou, no ano de 2018, um projeto de esgotamento sanitário, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população, visando o acesso ao saneamento básico.

Figura 1 – Município de Três Arroios no Mapa regional de desenvolvimento Norte.



Fonte: Corede, 2021

Diante disso, a implementação desse processo de reutilização da água de duplo propósito, ajuda a cidade a se desenvolver economicamente e em contrapartida proteger um recurso que é escasso. Entretanto as culturas apresentadas anteriormente, visa dinamizar que todas as famílias possam usufruir como subsistência, ou no sentido comercial com canalização desse efluente tratado e levado até o local onde será implantada a cultura.

O atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul menciona que no estado, 99,34% da população possui banheiro em casa, e destes, 74,57% encontram-se ligados à rede geral de esgoto ou pluvial ou à fossa séptica, apresentando taxas superiores aos demais estados do Brasil.

Já no país, apenas 46% do esgoto é tratado, isso significa que mais de 50% do esgoto brasileiro é descartado de maneira incorreta. Várias ações de políticas públicas estão sendo criadas para mudar essa realidade.

A escolha dessa temática, na cidade de Três Arroios, se deu pela oportunidade onde todas as famílias possam se beneficiar. Mas de outro modo, poderia ser outras espécies. O tratamento é por bactérias aeróbicas e anaeróbicas assim, está mais perto da otimização que a natureza proporciona sem muitos aditivos que possam contribuir com a contaminação do meio ambiente. Esse relato visa mostrar uma possível potencialidade do município em relação a otimização dos recursos, e a oportunidade de contribuir com a sustentabilidade ambiental. A educação ambiental está imbuída indiretamente nesse contexto, é uma forma de sermos mais humanos diante de tantas agressões que o ecossistema sofre, e essa ação é constante e rotineira.

É importante ressaltar que esse sistema de esgotamento sanitário pode influenciar diretamente na qualidade de vida da população com reflexos positivos na saúde e no meio ambiente, que irá ser realizada com uma tecnologia em que os efluentes vão retornar à natureza com mais de 97% de eficácia. O destino deste efluente tratado pode ser na agricultura. Como já mencionado ao longo do texto, vários autores alcançaram êxito quando utilizaram esgoto tratado na agricultura, sendo esta, uma das possibilidades de destino deste efluente. Tendo como base o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE), criado pela Lei 10.283 de 17 de outubro de 1994, com a intenção da promoção de ações que visam o desenvolvimento regional, onde dois dos objetivos são “promoção do desenvolvimento regional harmônico e sustentável” e “o estímulo a permanência do homem na sua região e a preservação e recuperação do meio ambiente”.

O duplo propósito da água na agricultura traz um aumento na produção e evita grande utilização de compostos químicos sintéticos, quando bem planejado, evitando a poluição do ambiente e trazendo economias nos custos, contribuindo também para o abastecimento do lençol freático. Mas, se mal manejadas, podem contaminar o solo com metais pesados, salinidade e microrganismos patógenos à saúde humana e animal, trazendo danos à saúde pública também (Varallo et al., 2010).

Portanto, o reuso não potável para fins agrícolas é uma prática de reutilizar um bem e nutrientes que contribui para a elevação da produção agrícola e para o saneamento ambiental. O reuso de efluentes na agricultura pode ser uma solução sustentável para a escassez de água (Bedbabis et al., 2010).

Pela multiplicidade de culturas produzidas no Brasil, vários estudos já utilizaram o reuso para fins agrícolas de efluente de esgoto doméstico tratado, como para a cultura do milho

(Alves et al., 2018), cana-de-açúcar (De Freitas et al., 2013), mamoeiro (Ribeiro et al., 2012), tomate cereja (Costa et al., 2013) e tomate (Queiroz et al., 2015).

No Brasil, por exemplo o cultivo de tomate tem alto valor comercial, com uma área plantada de 60.292 ha e produção anual de 3,7 milhões de toneladas (Agriannual, 2009). Em termos de produção e consumo ocupa a segunda posição na olericultura, sendo que a maior parte da colheita se destina ao consumo *in natura* e o restante à agroindústria (Filgueira, 2008).

A cidade de Três Arroios/RS produziu cerca de 45 toneladas de tomate no ano de 2018, obtendo um rendimento médio de 15000 kg/ha (IBGE, 2018). Diante disto, a reutilização desse efluente tratado para irrigação do tomate seria uma alternativa interessante para o município. O município, por ser pequeno e possuir pequenas propriedades, e além disso a cultura em questão, poder ser cultivada em pequenas áreas, como no fundo do quintal ou em estufas para as próprias famílias consumirem. Ademais, os agricultores familiares podem produzir e o excedente ser comercializado localmente, e ou em feiras nos municípios vizinhos.

Em relação a Estação de Tratamento de Esgoto no município, é única na região do alto Uruguai com potencial de servir como exemplo aos demais municípios. Até 2030 os objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) preconizam que os municípios se organizem na questão sustentabilidade, tendo os 17 objetivos e suas metas alinhadas, e nesse sentido o município de Três Arroios está implementando essa alternativa que é inédita na região. Esse compromisso com a população é importante no que se refere a otimizar os recursos naturais, em termos de desenvolvimento sustentável e contemplar os ODS, e o plano diretor do município, mesmo não sendo obrigatório para municípios pequenos, mas serve de exemplo de gestão pública para os demais.

Contudo esses objetivos corroboram e foram preconizados pela Organização das Nações Unidas (ONU) como um apelo universal para proteger o planeta e garantir dignidade para a população mundial. Os ODS foram criados no Brasil, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável no Rio de Janeiro, em 2012. O intuito da sua elaboração foi a produção de um conjunto de objetivos que conduzissem os governos, empresas e sociedades para um mundo mais sustentável e inclusivo. O objetivo dois que tem como tema “Fome zero e agricultura sustentável”, é embasado no alcance da segurança alimentar para todas as pessoas, além de uma melhor nutrição por meio da promoção de uma agricultura sustentável, já o objetivo 15 abrange a seguinte temática “Vida terrestre” onde o objetivo indica a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres. E também o manejo sustentável das florestas, o combate contra a desertificação e a adoção de medidas para reverter a

degradação do planeta e a perda da biodiversidade (CARDINALLI, 2019).

## **6. 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 essas culturas, 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.

Por fim, o município em questão, tende a ganhar visibilidade com essa iniciativa, uma vez que é inédito na região. Esse incentivo garante uma melhor gestão dos recursos hídricos e melhor garantia aos sucessores, como forma de incentivo na preservação e na otimização dos recursos. O município está empenhado a dar sua melhor contribuição no que tange a responsabilidade com os ecossistemas, e a sustentabilidade dos recursos naturais.

## **Referências**

- Al-Hamaiedeh, 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. <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/ActaHortic.2009.823.5. Recuperado em 03 agosto de 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/238769560\\_Waste\\_Water\\_Reuse\\_Pathways\\_for\\_Processing\\_Tomato](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, de <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., Proãno, R. S., Rodriguez, J. N., & et al. (2021). Agua para la gente experiencias de gestión comunitario del agua en el Salvador. Quito/Ecuador: *Editorial Universitaria Abya-Yala*. 252 p. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20359>.

CARDINALLI, M. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). 2019. Disponível em: < <https://ideiasustentavel.com.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em: 05 dez. 2021.

Caselles-Osorio, A., Mendonza, G., Simanca, M., Romero-Borja, I., Mosquera, J. E., & et al. (2018). Tomato (*Lycopersicon sculentum*) 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/fi.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., & Pei, 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*, 13(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., Guarenghi, M. M., Mito, J. Y. L., Cavaliero, C. K. N., & Galvão, R. R. A. (2016). Análise de oportunidades e desafios para o nexos 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. <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, de <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, de <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., Růžicková, 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 de <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, de <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, de <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, de <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, de [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151663/sousa\\_fgg\\_me\\_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y](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 2021, de [https://www.ho.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf](https://www.ho.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf)