

Reúso de águas residuais na agricultura: revisão sistemática

Wastewater reuse of agriculture: systematic review

Olívia Jerónimo¹, Luciana Coêlho Mendonça², Taísa Andrade Barbosa²

¹Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil – Av. Marechal Rondon, s/n – Rosa Elze, CEP: 49100-000, São Cristóvão – SE, Brasil.

²Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil – Av. Marechal Rondon, s/n – Rosa Elze, CEP: 49100-000, São Cristóvão – SE, Brasil.

e-mail: oliviathjeronomojc@gmail.com; lumendon@gmail.com; taisacivil@gmail.com

RESUMO

Pesquisas sobre a utilização de águas residuais aumentaram consideravelmente nos últimos anos com intuito de combater a escassez da água devido ao crescimento populacional e a poluição ambiental. Portanto, este estudo tem o objetivo de pesquisar a respeito do reúso de efluentes aplicados na agricultura no Brasil por meio de uma revisão sistemática. Utilizou-se o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para pesquisa dos artigos e a análise foram produzidos através da leitura dos resumos de artigos encontrados no Scopus. As observações feitas para este trabalho foram apenas os artigos em que a irrigação das águas residuais é aplicada nas culturas do consumo humano. Os resultados dos artigos analisados mostram que devido a presença dos nutrientes nas águas residuais, a irrigação dos efluentes na agricultura proporcionou o aumento da altura da planta (café, feijão, milho e pimentão), diâmetro de caule (café, feijão e milho), número de frutos (melancia e moranga), número de folhas (milho e café), massa seca da raiz (alface, caju, rabanete e tomate), massa fresca da área (alface, caju, rabanete e tomate), massa fresca e comprimento da raiz (rabanete), área foliar (alface e caju), diâmetro transversal e espessura da casca (melancia) e peso dos frutos (melancia e pimentão). Alguns artigos foram analisados as características químicas, a produtividade e o desenvolvimento das culturas. Desse modo, os resultados mostraram que o uso da água residuária influenciou nos desenvolvimentos e na produtividade das plantações em todas as culturas analisadas. Mediante os resultados discutidos é possível concluir que o reúso das águas residuais tratadas na agricultura é uma alternativa viável para controlar os impactos ao meio ambiente, além da contribuição dos nutrientes contidos na água no solo cultivados por diversas plantações.

Palavras-chave: efluentes; irrigação; cultura; meio ambiente

ABSTRACT

The research on the use of wastewater has increased a lot in recent years to combat water scarcity due to population growth and environmental pollution. Therefore, this study aims to research about the reuse of effluents applied in agriculture in Brazil through a systematic review. To search for articles was used the Journal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and the analysis was produced by reading the abstracts of articles found in Scopus. The observations made for this work were only articles where wastewater irrigation is applied to crops for human consumption. The results of the articles analyzed show that due to the presence of nutrients in wastewater, the irrigation of effluents in agriculture provided an increase in plant height (coffee, beans, corn and peppers), stem diameter (coffee, beans and corn), number of fruits (watermelon and squash), number of leaves (corn and coffee), root dry mass (lettuce, cashew, radish and tomato), fresh mass of the area (lettuce, cashew, radish and tomato), fresh mass and length

root (radish), leaf area (lettuce and cashew), cross-sectional diameter and thickness of the skin (watermelon) and fruit weight (watermelon and pepper). Some articles analyzed the chemical characteristics, productivity and development of cultures. So, the results showed that the use of wastewater influenced the development and productivity of plantations in all cultures analyzed. Based on the results discussed, it is possible to conclude that the reuse of treated wastewater in agriculture is a viable alternative to control the environment in addition to the contribution of nutrients contained in water to the soil cultivated by various plantations.

Keywords: sewage; irrigation; cultivation; environment

Autor Responsável: Olívia Jerónimo

Data de envio:

Data de aceite:

1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional, mais de 3 bilhões de pessoas que vivem em áreas agrícolas para a alimentação e agricultura enfrentam a escassez de água com níveis altos ou muito altos, assim, sofrem pelas restrições, conforme o relatório de Estado da Alimentação e da Agricultura, publicado pela Organização das Nações Unidas (BRASIL, 2020). O fenômeno da escassez, de acordo com Mendonça e Mendonça (2017), não é atribuído apenas para as regiões áridas e semiáridas, porém também em regiões onde os recursos hídricos são insuficientes para atender as demandas, que podem afetar o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

A agricultura é uma das atividades que tem mais consumido água e dá contribuição para o desenvolvimento econômico, sendo assim, o reúso de águas residuais na agricultura é uma boa alternativa, visto que foi estudada por vários autores e concluíram como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas e, em grande parte, nutricionais das plantas. Segundo Sandri (2006) apud Andrade Filho et al. (2013), a utilização de efluentes na agricultura é uma das vantagens para o maior controle da poluição ambiental, com redução de problemas à saúde humana e animal. Conforme a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2022), o Brasil é o quarto maior exportador mundial de produtos agropecuários. Sendo assim, o Sistema de IBGE de Recuperação Automática – SIDRA (2022) mostra o levantamento sistemático da produção agrícola no Brasil que a área da planta e colhida aumentou 95,15% e 94,93%, respectivamente em 2022 relação ao ano de 2021.

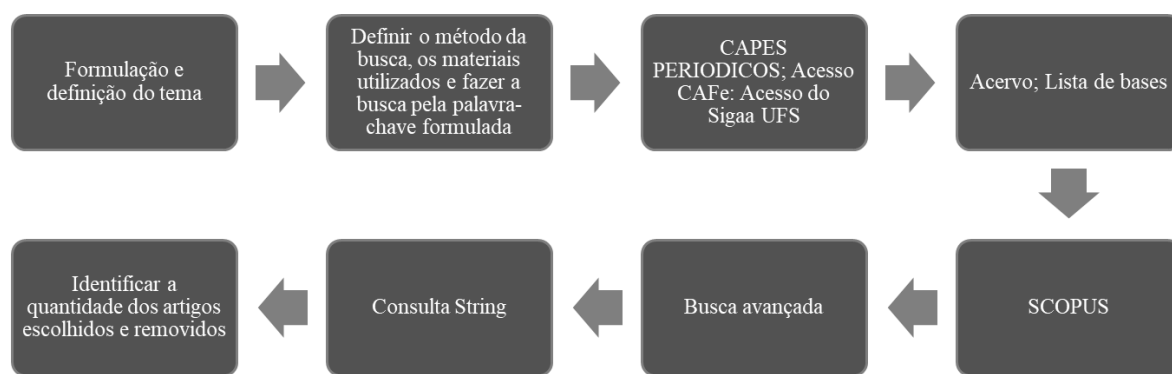
Diante do combate à poluição ambiental e escassez da água, as pesquisas do reúso de efluentes na agricultura aumentou consideravelmente nos últimos anos, portanto o presente estudo tem objetivo pesquisar as aplicações de águas residuais na agricultura no Brasil por meio

de uma revisão sistemática, uma vez que o Brasil é um dos países mundialmente tem mais exportados a produção agrícola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para encontrar os artigos do tema, para a revisão sistemática, foi utilizado o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com acesso da Universidade Federal de Sergipe (UFS) na Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). A sequência das etapas usadas é mostrada no esquema apresentado na Figura 1.

Figura 1. Esquema das etapas da pesquisa



Fonte: Autora (2022)

Com a busca avançada no Scopus, foram definidos apenas os artigos científicos com acesso livre e o país foi limitado ao Brasil e língua portuguesa, embora o portal ofereça vários tipos de documentos em diversas línguas.

Foram aplicados quatro (4) termos para a pesquisa: wastewater, reuse, agriculture e irrigation, e as palavras booleanas utilizadas foram AND e OR. Assim, esses termos foram formulados para wastewater AND reuse AND (agriculture OR irrigation).

Para ter maior quantidade de artigos, foram usadas as palavras-chaves em inglês, já que, geralmente, a maioria das publicações em outros idiomas apresentam o título e o resumo nessa mesma língua. Todavia, foi limitada pela língua portuguesa a fim de encontrar os artigos de outros idiomas contidos na língua portuguesa no resumo. Sendo assim, os artigos analisados foram de duas línguas (portuguesa e inglesa).

Para definir as quantidades dos artigos a observar após a busca dos termos formulados, inicialmente, fez-se a leitura de resumo de todos os artigos encontrados. Portanto, alguns artigos foram descartados devido aos assuntos que não tinham relação com o tema pesquisado.

Após a definição da quantidade dos artigos, observou-se os tipos de tratamento, logo, foi possível dividi-los em subitens de acordo com culturas de aplicação. A aplicação de águas residuais encontrados nos artigos foram na cultura de alfaces, algodão, arroz, banana, batata doce, cafeeiros, cajueiro, cana de açúcar, cebolinha, feijão, flores, gerbera, girassol, helicônia, hortaliças, mamona, melancia, milho, moranga, mudas de *Eucalyptus Grandis*, mudas de mimosa, mudas de sabiá, palma forrageira, pimentão, rabanete, soja e tomates. Porém, neste trabalho, foram analisados somente os artigos nos quais as águas residuais foram aplicadas nos alimentos do consumo humano com o objetivo de evitar os problemas de saúde das pessoas devido ao consumo dos alimentos dessas culturas.

Para enquadrar os artigos com foco na temática, elencou-se as questões da pesquisa de forma a nortear a inclusão ou exclusão dos artigos:

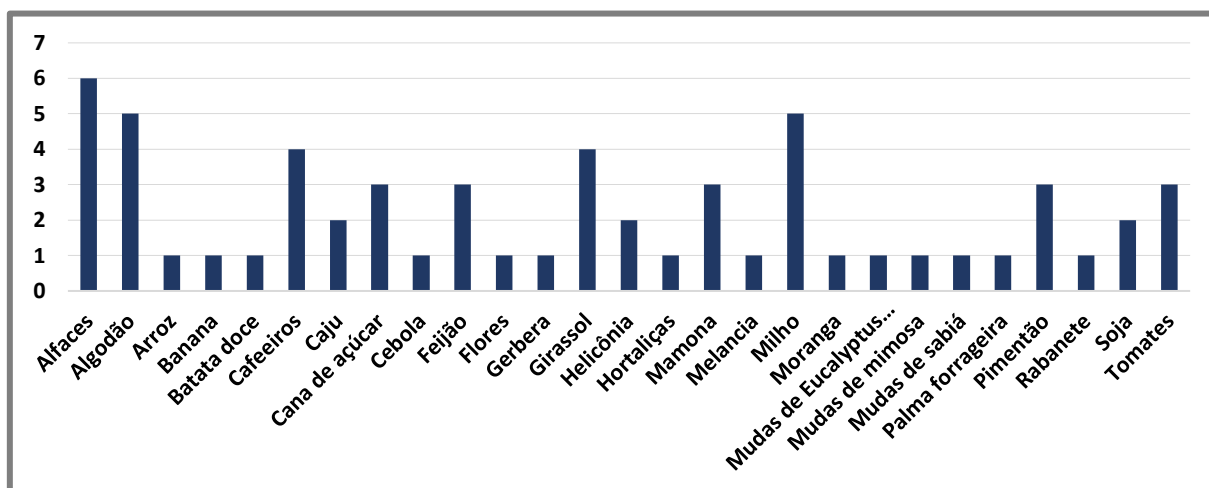
- importância da aplicação de águas residuárias tratadas;
- aspectos positivos e negativos da utilização de águas residuárias na agricultura, principalmente nos alimentos de consumo humano;
- os efeitos de águas residuais no crescimento das culturas;
- utilização de dejetos da suinocultura como adubação;
- uso de águas residuais de suinocultura (ARS) na irrigação das plantações e hortaliças;
- nutrientes nas águas residuais tratadas (nitrogênio, fósforo e potássio – NPK).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade dos artigos encontrados, pelos termos formulados, foi de 176 no total compreendidos entre os anos de 2004 a 2022. Após a checagem dos artigos, 117 artigos foram descartados por causa das informações que não tinham relação ao tema pesquisado a serem analisados, o que alterou o período de publicação, excluindo os anos de 2004, 2005 e 2022. A busca ocorreu até o mês de 2022, do qual ainda não havia registro de publicação.

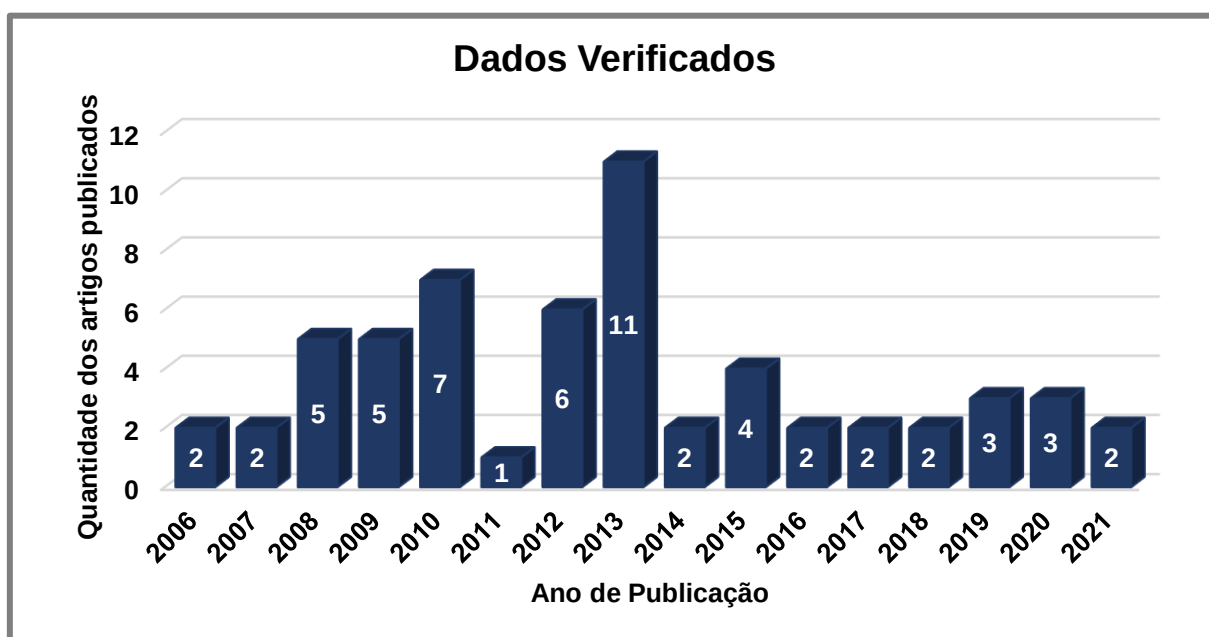
Os números dos artigos escolhidos de acordo com as aplicações de culturas são mostrados na Figura 2 totalizando 59 artigos. Assim o panorama geral de todos os anos dos artigos escolhidos é mostrado na Figura 3.

Figura 2. Quantidades das culturas



Fonte: Autora (2022)

Figura 3. Panorama dos dados verificados



Fonte: Autora (2022)

Ao observar os artigos escolhidos, percebeu-se que a maior parte dos mesmos foram encontrados na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental em 18 artigos, em seguida Brazilian Journal of Irrigation and Drainage – IRRIGA – (17), Engenharia Agrícola (8), Revista Ambiente e Água (7), Engenharia Sanitária e Ambiental (3), Scientia Agrícola (1), Pesquisa Agropecuária Brasileira (1), Idesia (1), Revista Brasileira de Ciências Agrárias (1), Revista ceres (1) e Revista Floresta (1).

O esgoto sanitário sem o tratamento adequado quando é lançado ao meio ambiente polui os mananciais hídricos e água do mar, o que causa impactos negativos para a saúde humana, para a vida dos animais aquáticos e terrestres. Sendo assim, analisando o reúso de águas

residuais de forma geral, foi possível identificar os tipos de tratamento conforme Mendonça (2017), e assim percebeu que para as águas residuais utilizadas na agricultura tratadas de forma diferente não trouxeram diferença considerável no desenvolvimento das plantações.

O uso de água residuária pode ser considerado como uma fonte alternativa de adubação (fertilização das culturas) quando é aplicada em solo agrícola, ou seja, uma fonte de nutriente para produção agrícola, potencializando a produção de alimentos, além de melhorar as condições edáficas do solo devido à matéria orgânica adicionada. Ainda assim, a utilização de esgoto tratado na agricultura pode minimizar os impactos ambientais, otimizar o uso de recursos hídricos, e para os agricultores de pequeno porte pode ser fonte de renda complementar (SALGADO et al., 2018; PRIOR et al., 2015; MEDEIROS et al., 2008; SANDRI et al., 2007).

3.1 CULTURA DE MILHO

A aplicação de águas residuais na cultura de produção de milho foi encontrada em cinco artigos que são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Aplicação de águas residuais na cultura de milho.

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Comportamento das formas de nitrogênio em solo cultivado com milho irrigado com água residuária da suinocultura	SAMPAIO, S.C. et al.	2010
02	Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN)	COSTA, Z.V.B. et al.	2014
03	Crescimento de plantas de milho em solo acrescido de vermicompostos de lodo de curtume e irrigado com água residuária de esgoto doméstico	MALAFIA, G. et al.	2015
04	Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo	PRIOR, M. et al.	2015
05	Teor de nutrientes em folhas de milho fertilizado com vermicomposto de lodo de curtume e irrigado com água residuária doméstica	MALAFIA, G. et al.	2016

Fonte: Autora (2022)

O milho é um dos produtos com maior importância econômica e social no Brasil e para a agricultura familiar. O cultivo agrícola do milho é usado na alimentação humana e animal, seja na utilização pura ou como ingrediente de outros produtos. Conforme o Instituto FNP (2006), essa cultura é considerada uma das principais espécies de cereais utilizadas no mundo. Anualmente são cultivados cerca de 140 milhões de hectares, os quais contribuem para a produção de, aproximadamente, 668 milhões de toneladas de grãos (COSTA et al., 2014).

Assim as observações feitas de acordo com as citações principais na metodologia concluíram que as águas residuais, em geral, têm grande importância na agricultura de milho, além de evitar a despejá-las no meio ambiente, contribui para o crescimento na sua produção.

De acordo com Sampaio et al. (2010), a utilização de água residuária com presença de nitrogênio, fósforo e potássio – nutrientes capazes de complementar ou substituir a adição de fertilizantes químicos – tem beneficiado amplamente, tanto em regiões onde ocorre a necessidade de se fazer uso de irrigação, quanto em solos que necessitam de fertilizantes.

Costa et al. (2014) e Malafaia et al. (2015) concluíram que a fertirrigação das águas residuais de origem doméstica proporciona a maior altura da planta de milho, diâmetro do caule e números de folhas de milho.

O impacto do meio ambiente é um assunto mundialmente preocupantes. Portanto, conforme Costa et al. (2014), a aplicação do esgoto doméstico tratado é uma forma efetiva de controle da poluição ambiental, ou seja, alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica nas regiões áridas e semiáridas.

3.2 CULTURA DE CAFÉ

O Quadro 2 apresenta os quatro artigos encontrados em que as águas residuais tratadas foram aplicadas na cultura de café.

Quadro 2. Aplicação de águas residuais na cultura de café.

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Diagnóstico da aplicação de águas residuárias da suinocultura na cafeicultura irrigada ii. Avaliação da uniformidade de aplicação de água.	GONÇALVES, R. A. B. et al.	2006
02	Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura - estudo do estado nutricional do cafeeiro	MEDEIROS, S.S. et al.	2008
03	Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano	RIBEIRO, M.S. et al.	2009
04	Utilização de água residuária do processo pós-colheita do café na produção de mudas de cafeeiro	MELO, A.C.P. et al.	2018

Fonte: Autora (2022)

O relatório do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil de 2022 apresentado pelo DC Logistics Brasil mostra que o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, sendo assim, é preciso pensar também na sua qualidade a fim de dar o melhor resultado durante a produção. Segundo Melo et al. (2011), o processamento pós-colheita de café contribui para o problema de contaminação das águas residuais de café (ARC) nos rios, ribeirões, solos, lençóis freáticos etc., isto é, eleva os problemas ambientais. Conforme Ribeiro et al. (2009), para solucionar este problema, pode-se utilizar o solo como forma de tratamento e de disposição final de ARC e essa como fonte de água e de nutrientes para os cafeeiros. Além disso, diminuem-se os custos de produção para o cafeicultor.

Para que o tratamento de ARC seja feito na fertirrigação dos cafeeiros, Gonçalves et al. (2006) utilizaram vários sistemas de irrigação da aplicação de águas residuárias da suinocultura na cafeicultura irrigada, além da avaliação da uniformidade de aplicação de água. Os autores concluíram que o sistema de irrigação por gotejamento forneceu os melhores resultados de uniformidade, mostrando a viabilidade da utilização dele, desde que haja manejo adequado ao longo do processo de tratamento do efluente.

Medeiros et al. (2008) analisaram os nutrientes contidos nas águas residuais de origem doméstica nas foleiras de café em suas pesquisas sobre utilização de água residuária na agricultura como macronutrientes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e micronutrientes (Cálcio, Magnésio, Enxofre, Zinco, Ferro, Manganês, Cobre e Boro). Os autores compararam a irrigação convencional e com água residuária e concluíram que a irrigação com água residuária foi mais efetiva no aumento da concentração de nutrientes na maioria dos casos.

Além disso, Ribeiro et al. (2009) também observaram que o potássio, em concentração até 135 mg.L⁻¹, favorece o crescimento da planta em altura e diâmetro de caule por meio da aplicação de água residuária de café nos cafeeiros.

3.3 CULTURA DE SOJA

Os dois artigos encontrados onde as águas residuais foram aplicadas na cultura de soja são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Aplicação de águas residuais na cultura de soja.

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material escoado e no solo	BOSCO, T.C.D. et al.	2008
02	Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura	CAOVILLA, F.A. et al.	2010

Fonte: Autora (2022)

Nos artigos do Quadro 3, os autores apenas avaliaram as características químicas do solo quando é aplicada água residuária de suinocultura (ARS) em solo cultivado com soja. A estatística do EMBRAPA (2021) mostra que o Brasil atingiu 2,69% em relação ano de 2020 na produção de suíno. Quando a água produzida é lançada ao meio ambiente pode causar danos devido aos poluentes encontrados nas águas residuais.

Para minimizar os dejetos suínos e minimizar os impactos ambientais, é necessário o desenvolvimento de técnicas de minimização, tratamento e destino dos resíduos gerados, pois as águas residuais contêm nutrientes que podem prejudicar os ambientes. Assim, Bosco et al. (2008) avaliaram a poluição difusa referente ao cobre e ao zinco no solo e no material de

escoamento superficial quando da aplicação de água residuária de suinocultura (ARS) em solo cultivado com soja e concluíram que a aplicação de ARS influenciou na qualidade da água, pois houve as perdas das concentrações de cobre.

Caovilla et al. (2010) verificaram que no solo (Latosolo Vermelho Distroférrico típico) cultivado com soja e irrigado com água residuária de suinocultura não ocorreu a lixiviação dos nutrientes de cálcio, magnésio, potássio, alumínio e fósforo. Além disso, os autores concluíram que o sistema de irrigação de ARS por gotejamento favoreceu o fósforo e potássio de se acumularem na superfície do solo.

3.4 CULTURA DE FEIJÃO

O Quadro 4 mostra os três artigos encontrados nos quais as águas residuais foram aplicadas na cultura de feijão.

Quadro 4. Aplicação de águas residuais na cultura de feijão.

Nú.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Nonpoint source pollution by swine farming wastewater in bean crop	DOBLINSKI, A.F. et al.	2010
02	Influência da fertirrigação por sulco utilizando água residuária e diferentes níveis de adubação na produtividade do feijoeiro	SOUZA, D.P. et al.	2015
03	Água residuária como alternativa de irrigação em duas cultivares de feijão	MELO, M.R.M. et al.	2020

Fonte: Autora (2022)

Doblinski et al. (2010), verificaram a quantidade dos nutrientes contido nas águas residuais e quando aplicá-las no solo, as perdas dos nutrientes no solo acontecem exponencialmente. Portanto, concluíram que o fósforo apresenta o potencial de maior poluidora entre os macronutrientes e a mobilidade dele é menor no solo. Em relação as alturas e os diâmetros do caule de feijoeiro, Melo et al. (2020) apresentaram que as aplicações das águas residuais nos feijoeiros é uma boa alternativa na cultura de feijão.

Souza et al. (2015) observaram a influência da fertirrigação das águas residuais nos feijoeiros e confirmaram que as águas residuais aplicadas na cultura do feijoeiro apresentam expressivas produtividades. Assim perceberam que para o fornecimento de água e nutrientes para as culturas agrícolas, o uso da água residuária na agricultura é uma opção viável, pois permitirem a reduzir quantidade de fertilizantes aplicada durante o ciclo de cultivo.

3.5 CULTURA DE CANA DE AÇÚCAR

As aplicações de águas residuais na cultura de cana de açúcar encontrados foram três artigos que são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5. Aplicação de águas residuais na cultura de cana de açúcar

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation	LEAL, R.M.P. et al.	2009
02	Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto	DEON, M.D. et al.	2010
03	Efluente de esgoto doméstico tratado e reutilizado como fonte hídrica alternativa para a produção de cana-de-açúcar	FREITAS, C.A.S. et al.	2013

Fonte: Autora (2022)

Leal et al. (2009) perceberam também que os nutrientes essenciais, especialmente nitrogênio, afetam as características químicas do solo quando se observaram os efeitos da irrigação com efluente de esgoto por 16 meses. Os autores resumiram que as águas residuárias usadas na irrigação de plantações deverá adquirir importância crescente, exigindo atenção detalhada ao balanço entre o aporte de nutrientes via irrigação e as quantidades requeridas para a otimização da produtividade da cultura.

A irrigação com águas residuais tratadas na produção de cana de açúcar proporciona ganhos de produtividade pela reposição da sua evapotranspiração e permite reduzir a fertilização nitrogenada (DEON et al., 2010) e, de acordo com Freitas et al. (2013), aumenta o potencial produtivo de colmos e de etanol.

3.6 CULTURA DE CAJU

O Quadro 6 mostra os dois artigos onde as águas residuais foram aplicadas na cultura de caju.

Quadro 6. Aplicação de águas residuais na cultura de caju (cajueiro)

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado	Costa, L.R. et al.	2012
02	Desempenho de gotejadores operando com efluente da castanha de caju sob distintas pressões de serviço	SILVA, K.B. et al.	2013

Fonte: Autora (2022)

De acordo com Costa et al. (2012), o diâmetro do caule, número de folhas, fitomassa fresca e seca da parte aérea, fitomassa fresca da raiz e a altura de planta de caju não foram influenciados nos crescimentos quando as águas residuais foram aplicadas em mudas de cajueiro, mas houve efeitos significativamente na variável matéria seca da raiz e área foliar.

Conforme Silva et al. (2013) o reúso de águas residuais na agricultura, os líquidos gerados no processamento da castanha de caju em vários estados do nordeste brasileiro, foi desenvolvido devido à escassez hídrica, uma vez que essas águas podem substituir parcialmente os fertilizantes químicos, além da diminuição do impacto ambiental em função da redução da contaminação dos corpos hídricos receptores, portanto, aumento tanto qualitativo, quanto quantitativo na produção. Além disso, pode economizar a quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público.

Sendo assim, os autores analisaram os efeitos de características químicas que contêm na água residuária de castanha de caju em sistemas de irrigação por gotejamento, visto que os sistemas de irrigação localizada como gotejadores são recomendados para utilizar nas águas residuais. Os resultados apresentaram que devido à presença das características químicas como pH, cálcio, magnésio, manganês, sólidos suspensos e sólidos totais pode desenvolver os danos nos gotejadores. Assim, para o uso de gotejadores de acordo com autores é necessária a implantação de unidade de filtragem, visando à redução de sólidos suspensos.

3.7 DIVERSOS ALIMENTOS (ARROZ, MORANGA, BANANA E MELANCIA)

O Quadro 7 apresenta os artigos em que as águas residuais foram usadas para irrigar no cultivo de arroz, moranga, banana e melancia.

Quadro 7. Aplicação de águas residuais na cultura de arroz, moranga, banana e melancia

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
01	Uso de efluentes da carcinicultura de águas interiores na irrigação do arroz	MIRANDA, F.R. et al.	2008
02	Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado	OLIVEIRA, P.C.P. et al.	2013
03	Atributos químicos do solo irrigado com efluente de esgoto tratado, fertirrigação convencional e água de poço	SANDRI, D., ROSA, R.R.B.	2017
04	Cultivo de melancia no semiárido irrigado com diferentes lâminas de esgoto doméstico tratado	SALGADO, V.C et al.	2018

Fonte: Autora (2022)

De acordo com Sheikh et al. (1987), Chakrabarti (1995) apud Miranda et al. (2008), o uso de efluentes ricos em nutrientes proporciona maiores produtividades para as plantações irrigadas com água doce. Portanto, Miranda et al. (2008) avaliaram os efeitos da aplicação de

água residuária da carcinicultura na produção de arroz e as alterações químicas do solo, comparando-os com a irrigação de água convencional. A partir dos resultados nos quais foram discutidos pelos autores, concluíram que o arroz irrigado com o efluente da carcinicultura apresenta produções semelhantes às obtidas com a água convencional, ou até superiores, quando a dose de NPK aplicada na adubação for menor que a recomendada. Outrossim, é viável agronomicamente e pode contribuir para o aumento da eficiência hídrica nas fazendas de camarão.

Oliveira et al. (2013) avaliaram os efeitos da irrigação das águas residuais tratadas na produção da moranga, além da observação da qualidade físico-química e sanitária dos frutos aplicando-se lâminas de irrigação para atendimento de 100 e 150% da demanda hídrica da cultura, aplicando-se cálcio como competidor do sódio presente no esgoto. Os resultados dessa avaliação apresentaram que a produção média, o número médio de frutos e produtividades da moranga aumentou significativo comparando-a com a cultura não irrigada. No caso das aplicações de lâminas de irrigação não houve diferença entre com ou sem a presença de cálcio na produção, produtividade, número e peso médio de frutos. A utilização de águas residuais tratadas, segundo os autores não apresentam a qualidade sanitária dos frutos de moranga e nos parâmetros físico-químicos dos frutos.

Conforme citado em pesquisa de vários autores, é possível aplicar o efluente de esgoto tratado na agricultura com disponibilização de nutrientes ao solo, influenciado pela forma de aplicação, Sandri e Rosa (2017) investigaram as características químicas no solo cultivado com banana cv. *Grand Naine* por diferentes sistemas de irrigação uma vez que os atributos químicos com máxima concentração tem a grande chance de apodrecer o solo. Portanto, através dos resultados dos experimentos concluíram que os teores de nutrientes de vários atributos no solo elevam-se significativamente, já os teores de sódio e de boro reduziram ou permaneceram estáveis no solo.

Salgado et al. (2018), verificaram a viabilidade do reúso de esgoto doméstico tratado anaerobicamente para fins agrícolas e, a qualidade e as características da melancia - diâmetro transversal, espessura da casca, peso, sólidos solúveis totais e produtividade - por meio das características dos frutos de melancia. Portanto, concluíram através dos resultados da pesquisa que o reúso do esgoto doméstico tratado para fins agrícolas é viável de forma agrícola e sanitariamente. O uso de águas residuais na agricultura é uma boa alternativa para minimizar os impactos ambientais, aperfeiçoa o uso de recursos hídricos e pode ser fonte de renda complementar para agricultores em cultivos de pequeno porte.

3.8 HORTALIÇAS

Os artigos que abordaram irrigação de águas residuais nas culturas de alface (6), pimentão (3), tomate (3), rabanete (1), cebola (1), batata doce (1) e hortaliças (1) são mostrados no Quadro 8.

Quadro 8. Aplicação de águas residuais nas culturas de hortaliças

No.	Título	Autores	Ano de Publicação
	Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária	SANDRI, D., MATSURA, E.E., TESTEZLAF, R.	2007
02	Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface	BAUMGARTNER, D. et al.	2007
03	Alteração química do solo irrigado por aspersão e gotejamento subterrâneo e superficial com água residuária	SANDRI, D., MATSURA, E.E., TESTEZLAF, R.	2009
04	Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (<i>Lactuca sativa</i> , L.)	VARALLO, A.C.T., SOUZA, C.F., SANTORO, B.D.L.	2012
05	Contaminação das águas subterrâneas por nitrogênio devido à irrigação com efluente do tratamento de esgoto	PINTO, M.C.K. et al.	2013
06	Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface	CUBA, R.S. et al.	2015
07	Reúso de água residual na produção de pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.)	SOUZA, J.T. et al.	2006
08	Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio	DUARTE, A.S. et al.	2008
09	Sanidade de frutos de pimentão fertirrigados com água residuária da suinocultura	SOUZA, J.A.R. et al.	2013
10	Diferentes tipos de água e seu efeito na uniformidade de gotejadores na cultura de tomate	THEBALDI, M.S. et al.	2013
11	Características produtivas do tomate irrigado por diferentes sistemas de irrigação e qualidades de água	THEBALDI, M.S. et al.	2013
12	Desenvolvimento e produção do tomate cereja irrigado com diferentes concentrações e disponibilidade de água residuária	SOUZA, F.G.G. et al.	2019
13	Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.)	DANTAS, I.L.A. et al.	2014
14	Utilização da água residuária tratada por radiação solar na irrigação da cultura de cebolinha	VENDAS, M.A.D.L., ROMÁN, R.M.S.	2019
15	Crescimento e fitomassa de batata-doce irrigada com água residuária tratada	OLIVEIRA, R.C. et al.	2021
16	Sistema simplificado de tratamento de água residuária doméstica para irrigação de hortaliças	SILVA, T.L. et al.	2020

Fonte: Autora (2022)

Com o intuito de poupar os corpos d'água utilizados para irrigação na agricultura, onde a utilização do efluente de esgoto tratado tem sido de grande interesse, isto é, a redução da quantidade de água retirada dos mananciais, Varallo et al. (2012) analisaram as características físico-químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo após aplicação de água de reúso no cultivo de alface crespa, pois o uso não regulamentado desta prática pode acarretar mudanças no comportamento físico-químico do solo. Por meio dos resultados, os autores concluíram que a utilização de água de reúso para fins agronômicos deve ser de forma racional, monitorando-se, principalmente, a elevação do teor de sais no solo pois os resultados mostraram que os nutrientes como ferro, magnésio, zinco, boro, potássio, nitrato, sódio e cálcio não apresentaram

aumentos em algumas características químicas de fertilidade, além de diminuição da condutividade hidráulica e aumento na condutividade elétrica do solo.

A utilização de água residuária na agricultura tornou-se boa alternativa de fertilizante, além de evitar os impactos ambientais que foram estudados por vários autores. Cuba et al. (2015) avaliaram a potencialidades do reúso de efluente de esgoto doméstico tratado, como fonte alternativa de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa L.*) e concluíram através dos resultados da análise (efluente, solução nutritiva, avaliação agrônômica e microbiologia) mostraram que a aplicação do efluente gerado é considerado boa fonte alternativa de água para o cultivo hidropônico de alface, com economia de alguns fertilizantes em relação à solução nutritiva, não havendo prejuízos da produtividade da cultura, desde que este efluente seja complementado com fertilizantes minerais para atender a demanda nutricional da cultura.

Ao observar o crescimento e desenvolvimento da alface – altura de planta, massa fresca e seca, número de folhas e área foliar – as águas residuais influenciaram com maiores valores em massa seca, massa fresca e área foliar, mas altura da planta e o número de folhas foram pouco influenciados pelo uso de água residuária. Portanto, o uso de água residuária pode ser uma fonte de nutrientes para as plantas, interferindo principalmente na formação de massa fresca e, por consequência, na área foliar. Em relação aos sistemas de irrigação, a produtividade da alface foi mais elevada nos sistemas de irrigação por gotejamento subterrâneo e superficial utilizando água residuária (SANDRI; MATSURA e TESTEZLAF, 2007). Na avaliação dos mesmos autores (2009) sobre a variação dos constituintes químicos do solo na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*), cv “Elisa”, em virtude da aplicação de água residuária tratada por aspersão e gotejamento subterrâneo e superficial foram concluídos através da análise da camada do solo (0,10-0,20 m) – 1º ciclo (6, 26 e 46 dias) e 2º ciclo (7, 27 e 49 dias após o transplântio), o sódio apresentou maior concentração no 1º ciclo e no 2º, o nitrogênio em ambas as camadas.

Baumgartner et al. (2007), avaliaram o desenvolvimento e a contaminação da cultura da alface, as alterações químicas ocorridas no solo e o comportamento do sistema de irrigação usados na aplicação de águas residuárias provenientes de atividades de piscicultura e de suinocultura em diferentes de tratamentos – alface irrigada com água de poço escavado mais adubação suplementar (T1), efluente de um viveiro de cultivo semi-intensivo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentada com ração (T2), efluente de uma lagoa de estabilização de dejetos suínos (T3) e efluente de uma lagoa de produção de algas, alimentada com resíduo de um biodigestor de dejetos suínos (T4). Após as observações, concluíram que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas nas variáveis altura da alface, diâmetro da cabeça,

comprimento da raiz, massa da raiz, massa total da planta, massa fresca e massa seca, porém, houve efeitos em comprimento da maior folha no T4 e maior número de folhas no T2. Na aérea da cultura da alface, as alterações químicas ocorridas no solo – macro e micronutrientes – não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para o manganês. Em relação à contaminação, os autores analisaram e concluíram que em todos os tratamentos, ocorreu contaminação de coliformes fecais e totais.

O uso de água residuária na agricultura evita a contaminação do meio ambiente além de dar a nutrição para os solos cultivados pelas plantações, mas é necessário conhecer os efeitos negativos da sua reutilização sobre o ambiente. Portanto, os resultados da análise do cultivo da cultura da alface americana cv. Raider em três ciclos – o primeiro ocorreu no período de outubro e novembro de 2009, o segundo em abril e maio de 2010 e o terceiro em junho e julho de 2010, – mostraram que nitrito e amônia não houve risco de contaminação, já o nitrato apresentou preocupação, porém, com concentrações próximas tanto para o efluente como para a água potável. Assim, foi possível concluir que a utilização de água residuária na agricultura, deve-se realizar o manejo não somente do volume de água a ser aplicado, mas também da quantidade de nutrientes a ser fornecido juntamente com a água de irrigação (PINTO et al., 2013).

Sousa et al. (2006) verificaram o desenvolvimento da cultura irrigada do pimentão (*Capsicum annuum* L.) com efluentes de lagoa de polimento e efluente de reator UASB e comparando-os com outros tratamentos e por meio dos resultados da análise de características químicas e fertilidade do solo, características do esgoto e das águas de irrigação, presença de microrganismos no solo e no fruto, crescimento da cultura do pimentão, produtividade da cultura do pimentão concluíram que o valor fertilizante dos nutrientes em águas residuárias é, de modo geral, considerado benéfico e a nutrição para a produtividade de pimentão o efluente de reator UASB apresenta-se como alternativa para reúso.

Os efeitos de aplicação de efluente tratado no solo cultivado de variedade matador de pimentão – pH, matéria orgânica, fósforo e potássio – foram estudados por Duarte et al. (2008) e os resultados da análise através da determinação das características físicas e químicas dos diversos tipos de água utilizadas para irrigação e da verificação das mudanças de matéria orgânica, fósforo, potássio e o pH do solo após o período de cultivo mostraram que a concentração de nitrogênio e do carbono existente na água residuária favoreceu a rápida mineralização da matéria orgânica ao uso dessa água e, também não provocou alterações significativas no pH, nem nos teores de fósforo e potássio do solo. Assim foi possível concluir que o pimentão irrigado com água residuária é adequado em relação aos parâmetros físico-químicos.

Ao verificar a qualidade sanitária de pimentões produzidos com água residuária da suinocultura foi possível concluir a partir dos resultados das observações das características microbiológicas, utilizando o sistema de irrigação localizada que os frutos de pimentão apresentaram sem contaminação por coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp., portanto, é capaz de ser alimentado pelos seres humanos (SOUZA et al., 2013).

Conforme as observações de Thebaldi et al. (2013) sobre o desenvolvimento e a produtividade de tomate irrigada com diferentes fontes de água residuária por diferentes sistemas de irrigação – a altura das plantas, peso dos frutos e produtividade – o tratamento com efluente de abate de bovinos utilizando gotejamento subsuperficial apresentou o maior rendimento de produtividade.

O desenvolvimento e produção de altura, diâmetro do caule, fitomassa verde, fitomassa seca, peso de frutos e potencial de água nas folhas de tomate de cereja foram avaliados por Sousa et al. (2019) onde eles observaram o efeito de diferentes concentrações e disponibilidade de água residuária como uma alternativa para economia e melhor aproveitamento da água devido à escassez da água no planeta. De acordo com os resultados de autores a água residuária influenciou no aumento da produção de fitomassa, porém sem afetar a produção dos frutos.

Ao analisar a viabilidade do uso de água residuária na irrigação do rabanete (*Raphanus sativus* L.), Dantas et al. (2014) concluíram que o efluente tratado é viável na irrigação da cultura do rabanete através dos resultados encontrados da avaliação de altura, massa seca e fresca da parte aérea, comprimento e massa fresca da raiz, diâmetro do fruto e número de folhas. Contudo, eles não observaram o fator qualidade da água de irrigação sobre as variáveis de crescimento e fitomassa nos quais foram influenciados.

De acordo com Sales et al. (2019) a utilização da água residuária tratada por radiação solar influenciou no desenvolvimento da cultura da cebolinha. Os autores observaram a influência da aplicação de diferentes porcentagens de água residuária tratada por radiação solar (AR-TRS) na cultura e quantificar *E. coli* na cultura e, os resultados apresentaram um aumento na produtividade.

Os resultados das avaliações do número de folhas, número de ramas, área foliar, diâmetro do caule, fitomassa fresca de folhas, fitomassa fresca de ramas, fitomassa seca de folhas, fitomassa seca de ramas no crescimento e fitomassa de batata doce irrigada com água residuária tratada com a intensão de atenuar o problema da escassez hídrica e ampliar os conhecimentos sobre o reúso de água na irrigação de hortaliças tuberosas, principalmente nas condições climáticas do semiárido nordestino mostram que a água residuária tratada na

irrigação de batata doce pode ser utilizada sem que haja perdas das características de crescimento e fitomassa (OLIVEIRA et al., 2021).

Silva et al. (2020) verificaram a viabilidade do reúso de água residuária doméstica (ARD) tratada por leito biológico filtrante e reator de desinfecção solar de concreto nas hortaliças. Após a análise, os resultados mostraram que esses tipos de tratamentos são viáveis na remoção de matéria orgânica, inorgânica, teor de sólidos e inativação de *E. coli*.

4 CONCLUSÃO

O propósito geral dos artigos encontrados é controlar a poluição do meio ambiente e a contribuição dos nutrientes presentes nas águas residuais a fim de fertilizar as plantações, em especial as hortaliças nas regiões áridas e semiáridas do Brasil. O uso de águas residuais para irrigação na agricultura proporcionou aumento da altura da planta, diâmetro de caule e frutos, número de folhas, fitomassa seca da área e raiz, fitomassa fresca da área, espessura da casca, peso, comprimento da raiz e tantos outros aspectos discutidos, isto é, influenciou no desenvolvimento e produtividade das plantações, em todas as culturas analisadas.

Assim, conforme os resultados das discussões dos autores, pode-se concluir que as maiores vantagens das aplicações da água residuária são conservação da água disponível, elevada disponibilidade e possibilidade do aporte e reciclagem de nutrientes, reduzindo, portanto, a necessidade de fertilizantes químicos, além de preservar meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, J. et al. Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. **IRRIGA**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 661-674, 2013.

BAUMGARTNER, D. et al. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande/PB, v.11, n.1, p.17–29, 2007.

BOSCO, T.C.D. et al. Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material escoado e no solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.699-709, 2008.

BRASIL. Relatório da UNESCO destaca águas subterrâneas como solução para crise hídrica. **Organização das Nações Unidas**. Brasil, 2022.

CAOVILLA, F.A. et al. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.14, n.7, p.692–697, 2010.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. Panorama do Agro. **CNA**, Brasil, 2022.

COSTA, L.R. et al. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.3, p.421-426, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7i3a1562.

COSTA, Z.V.B. et al. Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN). **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.9, n.4, p.737-751, 2014. DOI: 10.4136/ambi-agua.1417.

CUBA, R.S. et al. Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.10 n.3, p.574-586, Taubaté, 2015. DOI: 10.4136/ ambi-agua.1575.

DANTAS, I.L.A. et al. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.9 n.1, p.109-117, 2014. DOI: 10.4136/ambi-agua.1220.

DEON, M.D. et al. Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.10, p.1149-1156, 2010.

DOBLINSKI, A.F. et al. Nonpoint source pollution by swine farming wastewater in bean crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.14, n.1, p.87–93, 2010.

DUARTE, A.S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.12, n.3, p.302–310, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Central de inteligência de aves e suínos. **Embrapa Suínos e Aves**, Brasil, 2021.

FREITAS, C.A.S. et al. Efluente de esgoto doméstico tratado e reutilizado como fonte hídrica alternativa para a produção de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.17, n.7, p.727–734, 2013.

GONÇALVES, R. A. B. et al. Diagnóstico da aplicação de águas residuárias da suinocultura na cafeicultura irrigada ii. Avaliação da uniformidade de aplicação de água. **IRRIGA**, Botucatu, v.11, n.3, p.402-414, 2006. DOI: 10.15809/irriga.2006v11n3p402-414.

INSTITUTO FNP. **Agrianual**: anuário da agricultura brasileira – 2006. São Paulo, 2006. 504p.

LEAL, R.M.P. et al. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.66, n.2, p.242-249, 2009.

MALAFIA, G. et al. Crescimento de plantas de milho em solo acrescido de vermicompostos de lodo de curtiúme e irrigado com água residuária de esgoto doméstico. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.10, n.4, 2015, p.847-862.

MALAFIA, G. et al. Teor de nutrientes em folhas de milho fertilizado com vermicomposto de lodo de curtiúme e irrigado com água residuária doméstica. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.11, n.4, p.799-809, 2016.

MEDEIROS, S.S. et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura - estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.12, n.2, p.109–115, 2008.

MELO, A.C.P. et al. Utilização de água residuária do processo pós-colheita do café na produção de mudas de cafeeiro. **IRRIGA**, Botucatu, v.16, n.4, p. 413-423, 2018. DOI: 10.15809/irriga.2011v16n4p413.

MELO, M.R.M. et al. Água residuária como alternativa de irrigação em duas cultivares de feijão. **IRRIGA**, Botucatu, v.25, n.2, p.388-401, 2020. DOI: 10.15809/irriga.2020v25n2p388-401.

MENDONÇA, L.C. A importância do reúso de efluentes de esgotos domésticos tratados na agricultura. In: MENDONÇA, S.R.; MENDONÇA, L.C. (org.). **Sistemas Sustentáveis de Esgotos**. São Paulo: Blücher, p. 293-318, 2017.

MIRANDA, F.R. et al. Uso de efluentes da carcinicultura de águas interiores na irrigação do arroz. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13 – n.4, p. 380-386, 2008.

OLIVEIRA, P.C.P. et al. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.17, n.8, p.861–867, 2013.

OLIVEIRA, R.C. et al. Crescimento e fitomassa de batata-doce irrigada com água residuária tratada. **IRRIGA**, Botucatu, Edição Especial – Nordeste, v. 1, n. 1, p. 97-109, 2021. DOI: 10.15809/irriga.2021v1n1p97-109.

PINTO, M.C.K. et al. Contaminação das águas subterrâneas por nitrogênio devido à irrigação com efluente do tratamento de esgoto. **IRRIGA**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 270-281, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n2p270.

PRIOR, M. et al. Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.744-755, 2015. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p744-755/2015.

RIBEIRO, M.S. et al. Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.569-577, 2009.

SALGADO, V.C et al. Cultivo de melancia no semiárido irrigado com diferentes lâminas de esgoto doméstico tratado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Pernambuco, v.23 n.4, p.727-738, 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522018161706.

SAMPAIO, S.C. et al. Comportamento das formas de nitrogênio em solo cultivado com milho irrigado com água residuária da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.138-149, 2010.

SANDRI, D., MATSURA, E.E., TESTEZLAF, R. Alteração química do solo irrigado por aspersão e gotejamento subterrâneo e superficial com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.13, n.6, p.755–764, 2009.

SANDRI, D., MATSURA, E.E., TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163, 2007.

SANDRI, D., ROSA, R.R.B. Atributos químicos do solo irrigado com efluente de esgoto tratado, fertirrigação convencional e água de poço. **IRRIGA**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 18-33, 2017. DOI: 10.15809/irriga.2017v22n1p18-33.

SILVA, K.B. et al. Desempenho de gotejadores operando com efluente da castanha de caju sob distintas pressões de serviço. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.3, p. 339-346, 2013.

SILVA, T.L. et al. Sistema simplificado de tratamento de água residuária doméstica para irrigação de hortaliças. **IRRIGA**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 315-335, 2020. DOI: 10.15809/irriga.2020v25n2p315-325.

Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **SIDRA**, Brasil, 2022.

SOUSA, F.G.G, et al. Desenvolvimento e produção do tomate cereja irrigado com diferentes concentrações e disponibilidade de água residuária. **IRRIGA**, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 582-593, 2019. DOI: 10.15809/irriga.2019v24n3p582-593.

SOUSA, J.T. et al. Reúso de água residual na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.10, n.1, p.89–96, 2006.

SOUZA, D.P. et al. Influência da fertirrigação por sulco utilizando água residuária e diferentes níveis de adubação na produtividade do feijoeiro. **IRRIGA**, Botucatu, v.20, n.2, p.348-362, 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n2p348.

SOUZA, J.A.R. et al. Sanidade de frutos de pimentão fertirrigados com água residuária da suinocultura. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, n.2, 2013. DOI: 10.4136/ambi-agua.1115.

THEBALDI, M.S. et al. Características produtivas do tomate irrigado por diferentes sistemas de irrigação e qualidades de água. **IRRIGA**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 43-58, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n1p43.

THEBALDI, M.S. et al. Diferentes tipos de água e seu efeito na uniformidade de gotejadores na cultura de tomate. **IRRIGA**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 212-222, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n2p212.

VARALLO, A.C.T., SOUZA, C.F., SANTORO, B.D.L. Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (*Lactuca sativa*, L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.271-279, 2012.

VENDAS, M.A.D.L., ROMÁN, R.M.S. Utilização da água residuária tratada por radiação solar na irrigação da cultura de cebolinha. **IRRIGA**, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 645-661, 2019. DOI: 10.15809/irriga.2019v24n3p645-661.