

CAPÍTULO 8

Cultivo de batata-doce irrigada com águas residuárias tratada em pequenas propriedades rurais no semiárido

Patrícia Ferreira da Silva, Maurício Novaes Souza, Rigoberto Moreira de Matos, Monique Moreira Moulin, Natália Cassa

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c8>

Resumo

Considerando as vantagens proporcionadas pelo reuso de água no setor agrícola, mesmo que haja o potencial risco de contaminação associado a essa prática, sua aplicação na irrigação de cultivos de batata-doce emerge como uma alternativa viável para a economia de água, sem comprometer a produtividade. Apesar de a batata-doce ser uma cultura resistente, a adoção da irrigação contribui para aumentar significativamente sua produtividade. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar o cultivo de batata-doce irrigada com água residuária tratada em pequenas propriedades rurais localizadas em regiões semiáridas. Este trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica abrangente, realizada por meio de pesquisas em *sites* e fontes confiáveis, como o *Google Acadêmico*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), livros, Scielo e *Science Direct*, no período de 1997 a 2022. A utilização de água de qualidade inferior se apresenta como uma alternativa viável para o cultivo de batata-doce em regiões semiáridas. Além disso, o emprego de águas residuárias tratadas pode contribuir para a redução dos custos com fertilizantes químicos. É importante ressaltar que são necessários estudos bacteriológicos aprofundados para analisar a presença de contaminantes nas batatas-doces irrigadas com águas de reuso, visando assegurar a qualidade e a segurança dos produtos cultivados sob essa prática.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* L. Raiz tuberosa. Reuso. Sustentabilidade. Agricultura familiar.

1. Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lam.) é uma planta dicotiledônea, popularmente conhecida por diversos nomes, tais como batata-da-terra, batata-da-ilha, jatica e jetica. Essa raiz apresenta uma ampla diversidade de variedades, que se distinguem por características como formato, tamanho, coloração, precocidade, além das nuances das folhas e flores (BASÍLIO *et al.*, 2022).

Desempenha importante papel como alimento para populações de várias regiões do mundo. Além disso, em um cenário mundial de constante crescimento populacional e de insegurança alimentar, sua eficiência produtiva garante elevado aproveitamento de áreas destinadas à produção de alimentos (FILGUEIRA, 2008).

A espécie, originária da América do Sul, destaca-se por sua notável facilidade de adaptação e cultivo. É amplamente apreciado em todo o país, ocupando uma posição de destaque de consumo pela população brasileira, especialmente na região Nordeste, onde seu cultivo é mais relevante. Além de suas qualidades gastronômicas, essa cultura assume uma relevância social, desempenhando um papel fundamental no fornecimento alimentar das populações de baixa renda (FAO, 2016).

De acordo com Melo *et al.* (2009) a batata doce é um alimento rico em energia, minerais, vitaminas A, C e do complexo B, podendo ser consumida assada, cozida, frita e como subproduto. Considerado um alimento rico em betacaroteno, componente este que proporciona o aumento da imunidade, diminuição de doenças degenerativas, tais como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular.

No entanto, em regiões de escassez hídrica como o nordeste do Brasil, nota-se grandes perdas na produção agrícola das culturas, em especial aquelas que necessitam de irrigação, sendo necessária a busca de alternativas que otimizem recursos para a agricultura irrigada (REBOUÇAS *et al.*, 2010; PUTTI *et al.*, 2014).

De acordo com Ribeiro, Sandri e Boêno (2013) e Lópes-Mata *et al.* (2010), uma das estratégias que podem ser adotadas é a utilização de água de qualidade inferior para irrigação dos cultivos, sendo que os fatores propulsores

para o reuso agrícola no Brasil e no mundo são decorrentes da alta produção de esgotos, os fatores climáticos, a urbanização, a expansão agrícola, a industrialização e o desenvolvimento socioeconômico.

A utilização de efluentes tratados nas áreas de cultivo sob irrigação contribui para o controle da poluição ambiental, reuso do recurso hídrico, além de disponibilizar água e nutrientes para as culturas, despontando com uma prática economicamente viável, visto que reduz a quantidade de nutrientes fornecidos via adubação. Essa descarga de forma controlada de efluentes aplicada via sistema de irrigação, tende a suprir as necessidades da cultura; no entanto, é dependente das condições do solo, planta, aspectos sanitários, ambientais e do próprio efluente como quantidade de nutrientes minerais presentes em sua constituição (OLIVEIRA et al., 2013; RIBEIRO; SANDRI; BOÊNO, 2013;).

Diversos estudos demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas irrigadas com água residuária, desde que estas culturas sejam adequadamente manejadas (SOUZA; MOREIRA; COELHO, 2010; FREITAS et al., 2014).

Objetivou-se com esse trabalho estudar o cultivo de batata-doce irrigado com água residuária tratada em pequenas propriedades rurais no semiárido. Trata-se de uma pesquisa documental em termos metodológicos, segue um paradigma bibliográfico, uma vez que foi realizada uma análise da teoria de várias literaturas.

Para este trabalho de pesquisa bibliográfica, utilizou-se da metodologia descrita por Tupich et al. (2017). Nesse sentido, os dados para análise foram resultantes de pesquisas em periódicos científicos, leituras de artigos já publicados em plataformas acadêmicas digitais, tais como: *Scholar Google*; *Google acadêmico*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e livros, *Scielo* e *Science Direct*. Destaca-se ainda que se optou por trazer uma abordagem com trabalhos compreendidos entre 1997 a 2022.

Foram utilizadas as seguintes *strings* de busca: “reuso” and “batata-doce”, “semiárido” and “cultivo de batata-doce”, “escassez” and “água”, “efeito da água de reuso” and “batata-doce”, “efeito sanitário” and “consumo de batata-doce”.

Os critérios para inclusão sobre o uso de água residuária no cultivo de batata-doce foram:

- ✓ Trabalhos que tratam sobre considerações gerais a respeito da cultura da batata doce;
- ✓ Escassez e reuso de água no semiárido;
- ✓ Efeito da irrigação com água residuária em plantas; e
- ✓ Aspectos econômicos e sanitários do reuso.

O fluxo de seleção de referências foi realizado, conforme descrito por Lima et al. (2017), utilizando-se o *software Mendeley*.

2. Considerações gerais sobre a cultura da batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma planta herbácea, originária do continente americano, da família das convolvuláceas (*Convolvulaceae*)⁷, de raízes tuberosas, largamente usadas na alimentação humana e animal (FILGUEIRA, 2008). Segundo Rós, São João e Silva (2016), essas raízes são ricas em carboidratos, fornecendo em cada 100 gramas, 116 calorias, sendo fonte de vitamina A, vitaminas do Complexo B e sais minerais como cálcio, fósforo e ferro (LI et al., 2014).

As raízes tuberosas podem ser utilizadas sob diversas formas na alimentação humana, animal, matéria-prima na indústria, para produção de doces, pães, álcool e amido de alta qualidade, este último utilizado na produção de tecidos, papel, cosméticos, adesivos e glucose (OLIVEIRA et al., 2007).

Destaca-se que a cultura tem adquirido grande importância para a indústria de álcool e derivados, obtendo-se uma maior produção por hectare do que outras culturas tradicionalmente utilizadas para tal finalidade, como a cana-de-açúcar e o milho (OKADA et al., 2019). Desta forma, o cultivo de batata-doce direcionado para a produção de etanol é considerada uma excelente alternativa para a produção de biocombustíveis e consequentes diversificações da matriz energética brasileira e mundial (CANTOS-LOPES et al., 2017)

⁷ A família *Convolvulaceae* possui 422 espécies em todo Brasil.

De acordo com Echer, Dominato e Creste (2009) a batata-doce possui dois tipos de raiz: a tuberosa (Figura 1), que constitui a principal parte de interesse comercial. Forma-se desde o início do desenvolvimento da planta, sendo facilmente identificada pela maior espessura, pouca presença de raízes secundárias e por se originarem dos nós. A raiz absorvente é responsável pela absorção de água e extração de nutrientes do solo: formam-se a partir do meristema cambial, tanto nos nós, quanto nos entrenós.



Figura 1. Raiz tuberosa de batata-doce. Fonte: Miranda et al., 1995.

Villordon et al. (2009) em seus estudos relatam que as temperaturas adequadas para o plantio da batata-doce variam com média de 20° a 24°C, sendo que temperaturas abaixo de 10°C interferem de forma negativa no rendimento agrônômico, considerada como espécie tolerante à seca, com umidade ideal de 500 a 1000 mm anuais de chuvas.

É considerada uma hortaliça de clima tropical e subtropical, com ciclo de 4 a 5 meses, de fácil cultivo e ampla adaptação a regiões áridas e semiáridas, sendo cultivada em pequenas propriedades voltadas para agricultura do modelo de produção familiar, em geral, com baixa tecnificação, com custos de produção relativamente baixos e elevada produção de biomassa (RÓS; SÃO JOÃO; SILVA, 2016).

De acordo com dados do FAO (2016), os maiores produtores mundiais de batata-doce são a China, Indonésia, Índia e Japão. Na América do Sul o Brasil é

o principal produtor, correspondendo a uma produção anual de 595.977 toneladas, obtidas em uma área plantada de 44.742 hectares, sendo que maior parte dessa produção é oriunda de pequenas propriedades familiares. A batata-doce é considerada uma cultura negligenciada dentro dos recursos genéticos vegetais de potencial alimentício, sendo de extrema importância a conservação *on farm*⁸, realizada pelos produtores rurais, além de possibilitar autonomia dos mesmos e promoção da segurança alimentar.

Dentre os estados que fazem parte do semiárido brasileiro, o estado da Paraíba possui uma área plantada de mais de 6 mil ha, com produção de aproximadamente 60 mil t ano⁻¹ e rendimento médio 9.030 kg ha⁻¹, a importância produtiva é em função da geração de emprego e renda, contribuindo para fixação do homem no campo, além de evitar a perda de materiais tradicionais (IBGE, 2016).

3. Escassez e reuso de água no semiárido

De acordo com o MapBiomias (2021), em 30 anos 15,7% da superfície de água do Brasil desapareceu. O estado mais afetado foi o Mato Grosso do Sul com 57% de todo o recurso hídrico foi perdido desde 1990. Nesse estado, essa redução ocorreu basicamente em um dos biomas mais importantes do País – o Pantanal (Figura 2).

Após Mato Grosso do Sul, completam as três primeiras posições da lista: Mato Grosso, com perda de quase 530 mil hectares; e Minas Gerais, com saldo negativo de mais de 118 mil hectares.

Cabe considerar que grande parte dos pontos de maior redução, encontra-se próximo às fronteiras agrícolas: sugere que o aumento do consumo e a construção de represas em fazendas, que provocam assoreamento e fragmentação da rede de drenagem, trazem prejuízos para a própria produção (MapBiomias, 2021).

⁸ A conservação *on farm* apresenta como particularidade o fato de envolver recursos genéticos, especialmente variedades crioulas, cultivadas por agricultores, especialmente pelos pequenos agricultores, além das comunidades locais, tradicionais ou não e populações indígenas, detentoras de grande diversidade de recursos.



Figura 2. Área recém-alagada pelo ciclo das águas do Pantanal. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2014.

Para Voivodic, diretor executivo do WWF-Brasil, citado por esses mesmos autores, a pesquisa é um recado para os "tomadores de decisões de que é preciso mudar imediatamente essa trajetória de degradação que o Brasil tem escolhido". Ele destaca que a criação de reservatórios em propriedades particulares é um dos pontos mais preocupantes. Voivodic acrescenta: "quando a gente vê a discussão no Congresso sobre a flexibilização dos requisitos de licenciamento ambiental, não estão sendo considerados os cuidados que precisam ao serem feitas barragens dentro de propriedades privadas que causam perdas (para as bacias)".

De acordo com Mantovani (Comunicação pessoal, 2021)⁹, esta questão de redução da superfície das águas está muito mais relacionada às mudanças climáticas, ao desmatamento e às mudanças das classes de uso do solo. Poderá afetar de forma significativa a irrigação! De acordo com essa mesma fonte, nos dias atuais, há de se trabalhar com uma perspectiva mais ampla de uso eficiente da água verde (chuva), que na irrigação se associa a água azul para produzir mais e melhor (kg/l ou kg/m²).

⁹ Mantovani, E. C. **Redução das águas de superfície.** Professor da UFV e Presidente da ABIC – Associação Brasileira de Irrigação, 2023.

De acordo com essa mesma fonte, não se trata da questão de "pegada hídrica", que é um conceito importante para balizar ações, mas tirada do contexto poderá impelir a sociedade contra os produtores irrigantes, de forma não criteriosa. Mantovani afirma: fundamental, também, é a adoção e uso de outorga sazonal e variável, definida em função de disponibilidade (medida e prevista). Há de se priorizar, ainda, programas de retenção de água na fazenda (solo e reservatórios, este último, deverá armazenar águas verdes, ou seja, águas de chuva).

O fato é que todos os biomas brasileiros foram afetados e suas perdas mensuradas em pesquisa inédita do MapBiomas (2021), projeto que reúne universidades, organizações ambientais e empresas de tecnologia. Ao todo, 3,1 milhões de ha de superfície de água desapareceram, o equivalente a mais de uma vez e meia de todo o recurso hídrico disponível no Nordeste em 2020 (Figura 3).

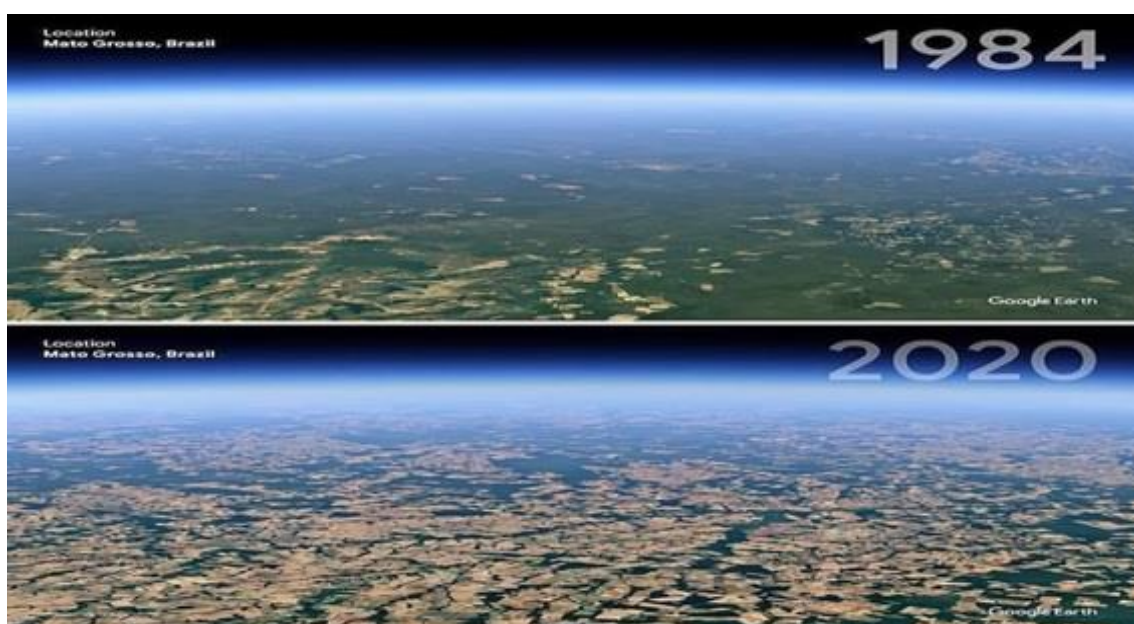


Figura 3. Cobertura vegetal no Mato Grosso nos anos de 1984 e 2020. Fonte: Tempo.clima.brasil (2021).

A diminuição da superfície de água no Brasil pode ser atribuída a várias causas, muitas das quais estão relacionadas às atividades humanas e às mudanças climáticas. Algumas das principais razões incluem (MENEGUZZO;

CHAICOUSKI, 2010; SOUZA, 2015; 2018; MapBiomass, 2021; SOUZA, 2021; 2021c):

✓ Desmatamento: O desmatamento de florestas, especialmente na Amazônia, pode reduzir a quantidade de água disponível, uma vez que as árvores desempenham um papel fundamental na retenção de água e na manutenção dos ecossistemas aquáticos.

✓ Agricultura e pecuária: A expansão da agricultura e da pecuária muitas vezes envolve o desmatamento de áreas florestais e a conversão de terras úmidas em áreas agrícolas. Isso pode levar à diminuição da disponibilidade de água, pois a irrigação e a drenagem de terras podem afetar os recursos hídricos.

✓ Urbanização: O crescimento urbano desordenado, com a impermeabilização do solo devido à construção de edifícios e estradas, pode resultar em um aumento do escoamento superficial da água, diminuindo a recarga de aquíferos e a disponibilidade de água subterrânea.

✓ Mudanças climáticas: As mudanças climáticas podem afetar os padrões de chuva e a disponibilidade de água em diferentes regiões do Brasil. Secas prolongadas e chuvas irregulares podem levar à diminuição dos recursos hídricos.

✓ Poluição da água: A poluição da água por resíduos industriais, esgoto não tratado e produtos químicos agrícolas pode tornar a água imprópria para uso e reduzir a quantidade de água de boa qualidade disponível.

✓ Má gestão dos recursos hídricos: A falta de planejamento e gestão adequados dos recursos hídricos pode levar ao uso excessivo e à degradação dos corpos d'água.

✓ Barragens e represas: A construção de barragens e represas para geração de energia e abastecimento de água pode alterar significativamente os ecossistemas aquáticos e a disponibilidade de água em determinadas áreas.

É importante notar que esses problemas estão interconectados e podem ter efeitos cascata sobre os recursos hídricos. A preservação e a gestão sustentável dos recursos hídricos são essenciais para enfrentar esses desafios e garantir a disponibilidade de água para as gerações futuras. Isso envolve a adoção de práticas mais sustentáveis em relação ao uso da terra, à gestão da

água e à redução das emissões de gases de efeito estufa para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

O processo cíclico de uso da água na agricultura pode causar a diminuição da superfície hídrica? O fato é que o processo cíclico de uso da água na agricultura, conhecido como ciclo hidrológico, normalmente não diminuiria permanentemente a superfície hídrica, pois a água é usada na agricultura e posteriormente retorna à natureza por meio da evaporação, precipitação e infiltração no solo. No entanto, existem maneiras pelas quais a agricultura pode contribuir indiretamente para a diminuição da superfície hídrica, especialmente quando praticada de maneira insustentável ou em grande escala. Algumas considerações (MENEGUZZO; CHAICOUSKI, 2010; SOUZA, 2015; 2018; **MapBiomass, 2021**; SOUZA, 2021; 2021c):

✓ **Irrigação excessiva:** O uso excessivo de irrigação em áreas agrícolas pode resultar em uma demanda insustentável de água subterrânea e superficial, levando à diminuição do nível das águas subterrâneas e até mesmo à secagem de rios e lagos locais.

✓ **Desmatamento associado:** Muitas vezes, o desmatamento está relacionado à expansão da agricultura. Quando áreas florestais são convertidas em terras agrícolas, a capacidade de retenção de água das florestas é perdida, o que pode afetar negativamente o equilíbrio hidrológico local.

✓ **Uso de produtos químicos:** O uso indiscriminado de fertilizantes e pesticidas na agricultura pode levar à contaminação da água superficial e subterrânea, tornando-a inadequada para o consumo humano e prejudicando os ecossistemas aquáticos.

✓ **Desvio de cursos d'água:** Em alguns casos, para fins de irrigação, a água é retirada diretamente de rios ou lagos, o que pode reduzir significativamente o fluxo de água nesses corpos d'água e afetar negativamente a biodiversidade e a disponibilidade de água para outros usos.

✓ **Erosão do solo:** A má gestão agrícola, como o cultivo em encostas íngremes ou o uso inadequado de práticas de conservação do solo, pode resultar em erosão do solo e no carreamento de sedimentos para corpos d'água, o que pode reduzir a qualidade da água e afetar negativamente os ecossistemas aquáticos.

Portanto, embora o ciclo hidrológico em si não cause diminuição permanente da superfície hídrica, as práticas agrícolas inadequadas ou insustentáveis podem contribuir para problemas relacionados à água, como escassez e degradação da qualidade da água, que, por sua vez, afetam a disponibilidade e a qualidade da água em uma região. É importante adotar práticas agrícolas sustentáveis e políticas de gestão da água para mitigar esses impactos negativos.

Segundo MapBiomas (2021), das 12 regiões hidrográficas brasileiras, oito (8) revelam hoje os efeitos do desmatamento, da mudança de uso do solo, da mudança climática e da destruição de mananciais, refletido na crise hídrica que afeta o meio ambiente e a geração de energia elétrica. Para esses mesmos autores, nesse ritmo, um quarto (25%) de redução da superfície de água do Brasil se dará antes de 2050.

Em função desses fatos, e de práticas como a apresentada na Figura 4, é notável o crescente incentivo por práticas agrárias mais conscientes, principalmente aquelas atreladas ao desenvolvimento do agronegócio no Brasil, vindo favorecer não somente o meio ambiente, mas também aumentar a produtividade das empresas e diminuir os gastos futuros.



Figura 4. Área desmatada sendo preparada, incorretamente, para formação de pastagem. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2018.

Todavia, ainda é muito comum o desprezo pelas leis ambientais, principalmente quando a fiscalização é ineficiente e sequer realiza as devidas punições frente aos crimes ambientais no país (MENEGUZZO, 2010), ou quando se realiza tais punições, são relativamente brandas, com medidas de reparação não colocadas em prática, fazendo com que aquela área degradada nunca seja, de fato, recuperada (SOUZA, 2021b).

A região semiárida brasileira se caracteriza pela irregularidade pluviométrica, com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica (ALMEIDA; SILVA, 2008). Contudo, deve-se atentar para a qualidade da água utilizada na irrigação dessa região, tanto em águas superficiais como subterrâneas ou em açudes de pequeno e médio porte (superficiais) e poços (água subterrâneas) (MATOS et al., 2015).

O reuso reduz consideravelmente a demanda sobre os mananciais de água doce em decorrência da substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, muito discutida, posta em evidência e já utilizada em alguns países, é baseada no conceito de substituição de mananciais. Nesse sentido, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se utiliza efluentes tratados (DANTAS et al., 2014).

O reuso da água desempenha um papel fundamental na redução significativa da demanda sobre os mananciais de água doce. Isso ocorre devido à substituição da água potável por uma fonte de qualidade inferior para determinados fins, como a irrigação em cultivos agrícolas. Essa prática, amplamente discutida e já adotada em vários países, está fundamentada no conceito de substituição de mananciais, o que significa que grandes volumes de água potável podem ser preservados e direcionados para usos mais críticos.

No contexto da agricultura, a importância da irrigação é inegável. Uma irrigação adequada desempenha um papel fundamental na maximização da produção de culturas, assegurando a segurança alimentar e atendendo às crescentes demandas por alimentos em todo o mundo. No entanto, essa prática requer quantidades substanciais de água, o que gera uma pressão adicional sobre os recursos hídricos disponíveis (SOUZA, 2015; 2018).

Contudo, tem-se observado que o armazenamento de água em propriedades rurais, como açudes e represas, pode ter impactos tanto positivos quanto negativos na disponibilidade hídrica e na qualidade da água, e a importância dessas estruturas pode variar dependendo das práticas de gestão e da localização geográfica. Alguns pontos a considerar (SOUZA, 2015; 2018; 2021; 2021c):

➤ **Impactos Positivos do Armazenamento de Água:**

✓ **Aumento da disponibilidade hídrica:** O armazenamento de água pode fornecer uma fonte adicional de água para irrigação, uso doméstico e criação de animais, o que pode ser particularmente importante em áreas propensas a secas.

✓ **Redução de inundações:** Em algumas áreas, represas e açudes podem ajudar a controlar inundações, armazenando água durante períodos de chuvas intensas e liberando-a gradualmente.

✓ **Melhoria na qualidade da água:** A água armazenada em represas e açudes pode ter uma qualidade melhor do que as águas superficiais em rios e riachos, pois pode ser mais protegida da contaminação por sedimentos e poluentes.

➤ **Impactos Negativos do Armazenamento de Água:**

✓ **Assoreamento:** A construção de represas e açudes pode, ao longo do tempo, levar ao acúmulo de sedimentos, causando o assoreamento dessas estruturas. Isso reduz a capacidade de armazenamento e pode diminuir a eficácia dessas estruturas ao longo do tempo.

✓ **Fragmentação de habitats:** Represas e açudes podem fragmentar a rede de drenagem natural, separando corpos d'água e afetando o movimento de espécies aquáticas. Isso pode ter impactos negativos na biodiversidade aquática e na saúde dos ecossistemas aquáticos.

✓ **Efeitos sobre o fluxo de água:** O controle do fluxo de água por meio de represas pode afetar os regimes de fluxo de rios e riachos a jusante, o que pode ser prejudicial para os ecossistemas aquáticos e as comunidades que dependem desses sistemas.

Portanto, a importância do armazenamento de água em propriedades rurais depende da gestão adequada dessas estruturas. Práticas de manejo que levam em consideração os impactos ambientais e buscam minimizar o assoreamento e a fragmentação da rede de drenagem podem ser benéficas.

Além disso, a gestão integrada da água, que considera a disponibilidade hídrica em toda a bacia hidrográfica e envolve todos os *stakeholders*¹⁰, é fundamental para equilibrar os impactos positivos e negativos do armazenamento de água. Em muitos casos, o armazenamento de água é uma ferramenta valiosa para melhorar a resiliência das comunidades rurais em face de secas e inundações, desde que seja feito de maneira responsável e sustentável.

É nesse ponto que o reuso da água emerge como uma solução inteligente. Ao utilizar água residual tratada, ou seja, água que passou por um processo de tratamento adequado para remover poluentes e impurezas, podem-se irrigar cultivos de forma eficiente, sem comprometer a qualidade ou a produtividade das colheitas. Isso não apenas preserva os recursos hídricos de alta qualidade, como a água potável, mas também reduz os custos associados ao uso de água tratada.

Portanto, ao promover a irrigação com água de reuso, estão-se contribuindo para a sustentabilidade dos recursos hídricos, aumentando a eficiência na agricultura e ajudando a enfrentar os desafios da escassez de água. Essa prática desempenha um papel importante na preservação das fontes de água doce e na garantia de que a água potável esteja disponível para as necessidades essenciais da sociedade.

Dorigon e Tessaro (2010) afirmam que os esgotos quando sem tratamento, são os grandes responsáveis pela poluição dos meios hídricos, visto que algumas atividades, sejam domésticas ou industriais, utilizam quantidades relevantes de água e geram efluentes potencialmente poluidores.

Para Cunha et al. (2011) a reutilização de água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Todavia, em decorrência

¹⁰ Todos os grupos de pessoas ou organizações que podem ter algum tipo de interesse pelas ações de uma determinada empresa. As partes interessadas podem ser desde colaboradores, considerados *stakeholders* internos, até investidores, fornecedores, clientes e comunidade, chamados de externos.

da demanda crescente por água, tem-se feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância, em especial, para as regiões com maiores problemas de escassez. Os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas para fins agrícolas, florestais, industriais, urbanos e ambientais.

Schaer-Barbosa, Santos e Medeiros (2014) relatam que o uso de água residuária tratada representa para a agricultura irrigada uma fonte de água e nutrientes, fato que se estende mesmo durante os períodos de seca ou estiagem (Figura 5). Os autores afirmam ainda que quando se entende a importância do reuso da água, tem-se a aplicação dos componentes da gestão dos recursos hídricos de forma mais eficaz.

O reuso de água para fins agrícolas tem-se apresentado como ferramenta importante na redução da pressão por demanda de água sobre os mananciais - essa alternativa deve ser inserida nos primeiros estágios do planejamento de recursos hídricos (URKIAGA et al., 2008).

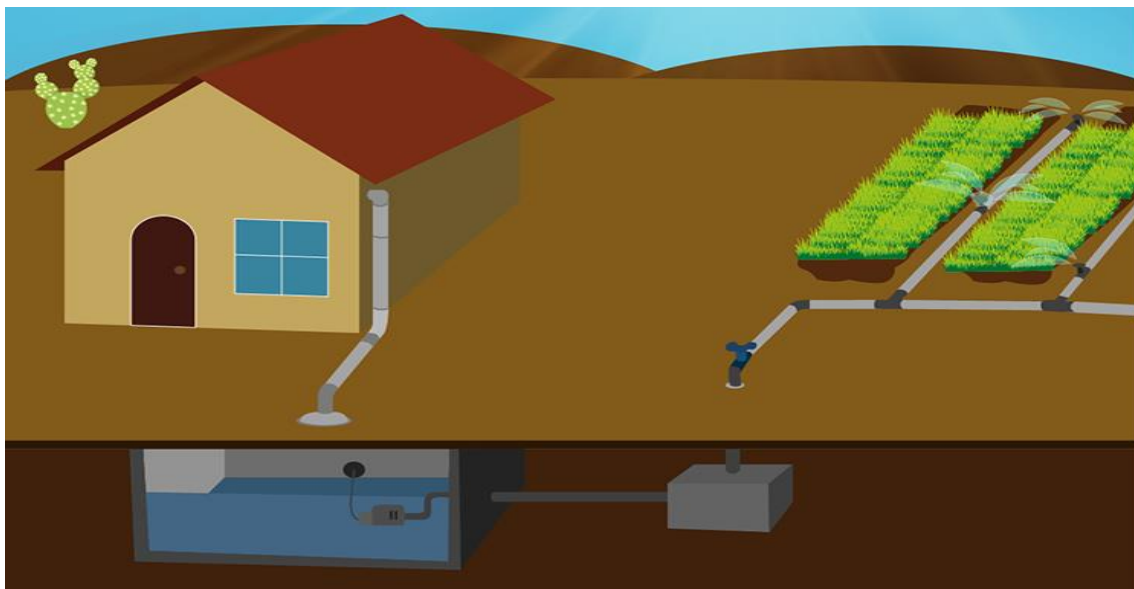


Figura 5. Ilustração da captação de água de uma residência tratada e conduzida até a área de plantio. Fonte: Sudene, 2018.

Fato que se justifica em decorrência de contribuir para dois grandes problemas em nível mundial: a escassez hídrica assim como o saneamento básico (SCHAER-BARBOSA; SANTOS, MEDEIROS, 2014). Para Miller (2006),

a prática do reuso manejado é considerada um elemento fundamental no sistema de tratamento e disposição final de efluentes, diminuindo a carga poluente que chega aos corpos hídricos.

A barragem subterrânea, considerada a "caixa d'água do sertão", é uma tecnologia para captação e armazenamento de água da chuva. A estocagem da água acontece por meio de uma "parede" de plástico polietileno de 200 micra, enterrada no sentido transversal à descida da água no solo, formando uma barragem destinada ao plantio em época de estiagem e poços para múltiplo uso. O custo de uma barragem subterrânea varia conforme as condições locais (Figura 6).



Figura 6. Barragem subterrânea. Fonte: EMBRAPA (2022). Imagem: Demilton Vieira.

As barragens subterrâneas desempenham um papel fundamental na redução dos riscos associados à agricultura dependente das chuvas, pois proporcionam aos agricultores maior êxito no cultivo de uma variedade de culturas. Incluem grãos, como milho e feijão; forrageiras, como capim e palma; raízes, como macaxeira, batata-doce e beterraba; além de hortaliças, como

coentro, cebolinha, alface, pimentão e quiabo; bem como árvores frutíferas, como acerola, goiaba, mamão e manga. Essa tecnologia tem sido amplamente adotada no semiárido brasileiro, contribuindo para aprimorar as condições de vida das famílias agricultoras, proporcionando maior renda e segurança alimentar (EMBRAPA, 2021).

4. Efeito da irrigação com água residuária em plantas

As águas residuais consistem em todas as águas descartadas resultantes de diversos processos humanos. A utilização dessas águas no solo é uma estratégia eficaz para controlar a poluição e uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade de água de qualidade, especialmente em regiões áridas e semiáridas (HESPANHOL et al., 2006).

De acordo com Lacerda et al. (2011), a aplicação de águas residuais tratadas na agricultura por meio de sistemas de irrigação, tem-se mostrado uma alternativa de baixo custo para a disposição desses resíduos no ambiente. Além disso, substituir água potável por água residuária na irrigação oferece a vantagem de economizar água doce. Para a aplicação desses efluentes por meio de sistemas de irrigação, qualquer um dos métodos pode ser usado, embora seja necessário realizar observações constantes devido à complexidade nutricional e microbiológica dos efluentes (CASTRO et al., 2016).

A irrigação com águas residuais domésticas pode reduzir ou até mesmo eliminar a necessidade de usar fertilizantes comerciais nos solos destinados ao cultivo de plantas. É importante destacar que essas águas contêm nutrientes e a sua aplicação enriquece o solo com matéria orgânica, que atua como condicionador do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água (ALVES et al., 2009; REBOUÇAS et al., 2010).

Conforme observado por Nobre et al. (2010), o uso de águas residuais domésticas na irrigação pode aumentar a produtividade agrícola devido ao seu conteúdo significativo de macro e micronutrientes essenciais para o crescimento das plantas.

Apesar de o esgoto bruto representar um problema ambiental, ele possui características agronomicamente desejáveis, devido ao seu potencial como

fertilizante, sendo rico em nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio (AZEVEDO et al., 2007). Isso melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, contribuindo para o aumento da produtividade das culturas (FACTOR; ARAÚJO; VILELLA JUNIOR., 2008).

Vários estudos têm investigado o efeito da água residual nas variáveis de crescimento e produção de diversas culturas, como rabanetes, eucaliptos, alface, aveia, milho, tomate, entre outras (SOUZA; MOREIRA; COELHO, 2010; BATISTA et al., 2013; THEBALDI et al., 2013; DANTAS et al., 2014; MATOS et al., 2015; MENDES; BASTOS; SOUZA, 2016).

5. Aspectos econômicos e sanitários do reuso

As águas residuais domésticas tratadas são altamente recomendadas para o reuso na agricultura devido à sua composição e valor nutricional. Elas podem substituir a aplicação de fertilizantes sintéticos, o que resulta em economia para os agricultores (OLIVEIRA et al., 2013). No entanto, essa redução no uso de adubos minerais é viável apenas se a gestão das águas residuais for feita de maneira cuidadosa (VARALLO; SOUZA; SANTORO, 2012).

Conforme observado por Bertoncini (2008), é fundamental destacar a presença de elementos minerais nos esgotos urbanos brutos, incluindo macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), bem como micronutrientes como arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), chumbo (Pb), selênio (Se) e zinco (Zn). Alguns desses elementos são essenciais para o desenvolvimento das plantas, enquanto outros podem ter efeitos fitotóxicos.

No entanto, além das considerações econômicas relacionadas à economia de água e à redução dos custos com adubos minerais, é essencial dar ênfase aos aspectos sanitários relacionados aos patógenos, que podem representar um risco para a saúde humana. A contaminação por organismos patogênicos é uma preocupação importante, embora seja importante destacar que o solo age como um redutor do período de sobrevivência desses patógenos (CUNHA et al., 2011).

É importante ressaltar que a qualidade bacteriológica das hortaliças irrigadas com águas residuais que atendam aos padrões de qualidade

recomendados pela OMS (Organização Mundial de Saúde) não representa um risco para a saúde pública. Bertoncini (2008) enfatiza que o reaproveitamento de águas residuais na agricultura requer um tratamento eficaz, que inclui pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário.

De acordo com Haruvy (1997), a utilização de águas residuais na irrigação tem o potencial de reduzir os custos relacionados à fertilização das culturas, pois a qualidade do efluente tratado pode exigir menos purificação, resultando em economia nos custos de tratamento. Isso ocorre porque as águas residuais contêm nutrientes e o solo e as plantas atuam como filtros naturais. Estudos realizados na Jordânia por Al-Nakshabandi et al. (1997), indicam que o valor dos nutrientes presentes nos efluentes de lagoas de estabilização chega a 75 dólares por 1.000 m³ de efluente.

6. Considerações

A utilização de água de qualidade inferior emerge como uma alternativa promissora para o cultivo de batata-doce em regiões semiáridas, proporcionando um aumento notável na produtividade dessa cultura. Isso ocorre porque a batata-doce é uma planta que demonstra certa resistência à qualidade da água de irrigação, o que a torna uma escolha viável para áreas onde a água de alta qualidade é escassa.

Além disso, o uso de águas residuárias tratadas representa uma estratégia eficaz para reduzir os gastos com adubos químicos na agricultura. Essas águas frequentemente contêm nutrientes essenciais, como nitrogênio e fósforo, que podem beneficiar o crescimento das plantas. Ao incorporar águas residuárias tratadas nos sistemas de irrigação, os agricultores podem aproveitar esses nutrientes naturais, reduzindo assim a dependência de fertilizantes químicos caros e, ao mesmo tempo, promovendo a sustentabilidade ambiental.

No entanto, é fundamental conduzir estudos bacteriológicos rigorosos para avaliar a presença de contaminantes potenciais nas batatas-doces irrigadas com águas de reuso. Isso é fundamental para garantir a segurança alimentar e a saúde pública. A qualidade bacteriológica dos produtos agrícolas é uma preocupação significativa, especialmente quando se trata de culturas que são

consumidas diretamente pelos seres humanos. Portanto, a análise minuciosa da água de irrigação e a implementação de medidas de controle sanitário adequadas são indispensáveis para mitigar qualquer risco de contaminação.

Em resumo, o uso de águas de qualidade inferior, como as águas residuárias tratadas, pode ser benéfico para o cultivo da batata-doce em regiões semiáridas, contribuindo para o aumento da produtividade e a redução dos custos com adubos químicos. No entanto, a segurança alimentar deve ser sempre priorizada, exigindo estudos bacteriológicos e práticas de manejo apropriadas para garantir que os produtos agrícolas irrigados com águas de reuso estejam livres de contaminação.

7. Referências

ALMEIDA, H. A. DE, SILVA, L. Caracterização do regime pluvial da microbacia de drenagem da barragem de vaca brava, AREIA, PB. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 15, São Paulo, SP. **Anais...** CD-R, p. 756-760. 2008.

AL-NAKSHABANDI, G. A.; SAQQAR, M. M.; SHATANAWI, M. R.; FAYYAD, M.; AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 81-94, 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3774\(96\)01287-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3774(96)01287-5).

ALVES, W. W. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; SOUSA, J. T.; ANTUNES, V. L. Águas residuárias e nitrogênio: efeito na cultura do algodão marrom. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 16-23, 2009.

AZEVEDO, M. R. Q.; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, C. A. V.; TAVARES, T. L.; SOARES, F. A. L. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 63-68, 2007.

BASÍLIO, L. S. P. et al. Pluralidade da batata-doce do campo à mesa: uma revisão narrativa. **Open science research i**, p. 174-190, 2022.

BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS D. B.; OLIVEIRA, A. F. M.; AZEVEDO, C. A. V.; MEDEIROS, S. S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p. 698-705, 2013.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, p. 152-169, 2008.

CANTOS-LOPES, A. et al. Alcohol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genotypes in fermentative medium. **Acta Agronomica**, v. 67, n. 2, p. 231–237, 2017.

CASTRO, A. A. S.; DAMÁSIO, A. O. C.; MENEZES, F. S.; SOUZA, J. A.; SANTANA, F. S.; MENDONÇA, D.; FACCIOLI, G. G. Análise do impacto do uso de efluentes nas características do solo da cultura do feijão-caupi brs novaera (*Vigna unguiculata* L. walp.). **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, p. 41-47, 2016.

CUNHA, A. H. N.; OLIVEIRA, T. H. O.; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M.; SILVA, S. M. C. O Reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n.13, p. 1225-1248, 2011.

DANTAS, I. L. A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9 n. 1, p. 109-117, 2014.

DORIGON, E. B.; TASSARO, P. Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense. **Unoesc & Ciência – ACBS**, v. 1, n. 1, p. 13-22, 2010.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.2, p.176-182, 2009.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JUNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 143-149, 2008.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Methods for estimating comparable prevalence rates of food insecurity experienced by adults throughout the world**. Roma, 776 p. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 402 p. 2008.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; PINTO, F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias da suinocultura na produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 120-125, 2014.

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 66, n. 2, p. 113-119, dez. 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8809\(97\)00046-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8809(97)00046-7).

HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C.; RODRIGUES, L. B.; DA SILVA, M. C. C. **Manual de conservação e reuso de água na indústria**. FIRJAM; Rio de Janeiro; 2006. 29p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA). Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano**, v. 29, n. 4 p. 1-81. 2016.

LACERDA, P. M.; RODRIGUES, R. F.; NALINI-JÚNIOR, H. A.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Influência da irrigação com águas residuárias no desenvolvimento de *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). **Revista Acadêmica Agrária Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 159-168, 2011.

LI, H; ZHAO, N; YU, X; LIU, Y; ZHAI, H; HE, S; LI, Q; MA, D; LIU, Q. Identification of QTLs for storage root yield in sweet potato. **Scientia Horticulturae**, v. 170, n.7, p.182-188. 2014.

LIMA, A. O.; de L.; MOCHÓN, L. G.; TAMAYO, C. B. Identificación de indicadores de resultado en salud en atención primaria. Una revisión de revisiones sistemáticas. **Revista de Calidad Asistencial**, S. L., v. 32, n. 5, p. 278-288, 2017.

MAPBIOMAS. **17,5% do Brasil já queimou pelo menos uma vez em 20 anos. 2021**. Disponível em: <http://plataforma.mapbiomas.org>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DE LIMA, S. C.; A. A.; DANTAS NETO, J. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. 1, p. 151-164, 2015.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 119-123, 2009.

MENDES, P. E. F.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Efluente tratado na agricultura: aspectos agronômicos e sanitários no cultivo do rabanete. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 1, p. 428-438, 2016.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 19, n. 1, p. 181-185, 2010

MILLER, G. W. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. **Desalination**, [S.L.], v. 187, n. 1-3, p. 65-75, fev. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.068>.

MIRANDA, J. E. C. de; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; SILVA, J. B. **A cultura da batata-doce**. Brasília: Embrapa-Cnph., 1995. 94 p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 14, p. 747-754, 2010.

OKADA, Y. et al. Genome-Wide Association Studies (GWAS) for Yield and Weevil Resistance in Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Plant Cell Reports**, v. 38, n. 11, p. 1383-1392, 2019.

OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, A. H. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1722-1728, 2007.

OLIVEIRA, P. C. P.; GLOAGUEN, T. V.; GONÇALVES, R. A. B.; SANTOS, D. L. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 861-867, 2013.

PUTTI, F. F.; SILVA JÚNIOR, J. F.; LUDWIG, R.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; CREMASCO, C. P.; KLAR, A. E. Avaliação da cultura do rabanete ao longo do ciclo submetido em diferentes níveis de salinidade. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. 2, p. 80-90, 2014.

RIBEIRO, E. A.; SANDRI, D.; BOÊNO, J. A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 425-433, 2013.

RÓS, A. R.; SÃO JOÃO, R. E.; SILVA, J. A. Desempenho agrônômico e uso eficiente da terra em arranjos de plantas de mandioca e batata-doce. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 517-522, 2016.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P. dos; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 17-32, jun. 2014.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; COELHO, D. F. Crescimento e desenvolvimento de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, p. 144-157, 2010.

SOUZA, M. N. A complexidade dos meios de produção convencionais e a quebra de paradigmas. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. II. Canoas: Mérida Publishers Ltda. 2021b. p. 23-36.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

SOUZA, M. N. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos. p. 11-57. In: SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021c.133 p.

SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do nordeste. **Reuso de água de domicílios do semiárido**. 2018. Disponível em: <http://antigo.sudene.gov.br/institucional/comunicacao/noticias/64-sustentabilidade/969-sudene-quer-desenvol- ver-projeto-para-reuso-de-agua-de-domicilios-do-semiarido>. Acesso em: 26 jan. 2020.

TUPICH, F. L. B. **Metanálise do ganho de produtividade da soja com aplicações de fluazinam para o controle do mofo branco**. 2015. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

URKIAGA, A.; FUENTES, L. de Las; BIS, B.; CHIRU, E.; BALASZ, B.; HERNÁNDEZ, F. Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse. **Desalination**, [S.L.], v. 218, n. 1-3, p. 81-91, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2006.08.023>.

VARALLO, A. C. T.; SOUZA, C. F.; SANTORO, B. 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**, v. 32, n. 2, p. 271-279, 2012.

VILLORDON, A.; CLARK, C.; FERRIN, D.; LABONTE, D. Using growing degree days, climatic variables, linear regression, and data mining methods to help improve prediction of sweet potato harvest date and yield in Louisiana. **Hort Technology**, v. 19, n. 2, p. 133-144, 2009.