



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E
FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

DIOGO CARLOS CÂMARA ARAÚJO

**VIABILIDADE DE USO AGRÍCOLA DE EFLUENTE DOMÉSTICO: O SISTEMA
TRATAMENTO NA UNIDADE FAMILIAR NO ASSENTAMENTO MAURÍCIO DE
OLIVEIRA, ASSÚ (RN).**

MOSSORÓ

2024

DIOGO CARLOS CÂMARA ARAÚJO

**VIABILIDADE DE USO AGRÍCOLA DE EFLUENTE DOMÉSTICO: O SISTEMA
TRATAMENTO NA UNIDADE FAMILIAR NO ASSENTAMENTO MAURÍCIO DE
OLIVEIRA, ASSÚ (RN).**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Orientador: Nildo da Silva Dias, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658v Araújo, Diogo Carlos Câmara.
Viabilidade de uso agrícola de efluente doméstico: o sistema tratamento na unidade familiar no assentamento Maurício de Oliveira, Assú (RN) / Diogo Carlos Câmara Araújo. - 2024.
27 f. : il.

Orientador: Nildo da Silva Dias.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. qualidade de água. 2. segurança hídrica. 3. água residuária. 4. sustentabilidade. I. Dias, Nildo da Silva, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DIOGO CARLOS CÂMARA ARAÚJO

**VIABILIDADE DE USO AGRÍCOLA DE EFLUENTE DOMÉSTICO: O SISTEMA
TRATAMENTO NA UNIDADE FAMILIAR NO ASSENTAMENTO MAURÍCIO DE
OLIVEIRA, ASSÚ (RN).**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Defendida em: 25 /10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nildo da Silva Dias (UFERSA)
Presidente

Dr. Maria Valdigleza de Mesquita Arruda (UFERSA)
Membro Examinador

Dr. José Edson de Albuquerque Araújo (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Nilda Câmara, que sempre me deu apoio para que eu continuasse lutando pelos meus objetivos, mesmo com todas as dificuldades e limitações. Também dedico ao meu pai, Antônio Gonçalves de Araújo Filho, que sempre batalhou muito pela nossa família, dando o apoio necessário para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Sem o apoio incondicional de vocês a minha caminhada até aqui não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que apesar de todas as dificuldades sempre me deu forças para continuar, e nunca desistir. Sempre em oração pedi para que ele nunca me abandonasse nos momentos mais difíceis da minha vida, e ele como sempre nunca me abandonou e sempre me deu coragem para continuar lutando por meus objetivos.

Sempre serei grato aos meus pais, Maria Nilda Câmara e Antônio Gonçalves de Araújo Filho, por sempre estarem presentes em minha vida, e sempre me dando apoio diante de minhas decisões. É graças a eles que irei encerrar mais um ciclo da minha vida, pois foram eles que sempre me ajudaram quando precisei.

Agradeço também aos meus irmãos, Daniela Câmara Araújo e Bruno Câmara Araújo por fazerem parte de minha vida, e me incentivar a ser alguém justo e perseverante. Eles são parte de grande importância para que nossa família se mantenha unida.

Agradeço imensamente ao professor Nildo da Silva Dias pela orientação, pelo compartilhamento de conhecimento e pela oportunidade que me foi dada, em um momento que eu estava precisando muito. Sua dedicação e comprometimento com a educação servem de inspiração para que estudantes como eu nunca desistam, e acreditem na ciência como fonte de conhecimento e de melhores condições para uma vida em sociedade. Compartilho minha admiração por ele desde o início de minha graduação, servido como fonte de inspiração nessa longa e árdua caminhada. Seu trabalho e esforço pela ciência são fonte para a realização de sonhos de pessoas, que assim como eu lutam por melhores condições em nossas vidas.

Também sou grato à banca pela disponibilidade, pela paciência e colaboração durante este processo.

Agradeço também aos colegas e amigos que durante esse processo passaram por minha vida, e contribuíram de alguma forma para a realização desse sonho.

Agradeço ainda aos colegas do Laboratório de Salinidade do Solo e Água, que contribuíram para a realização desse projeto. Sua parceria foi essencial para que esse trabalho fosse possível.

“Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente descansará. Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei. Porque ele te livrará do laço do passarinho, e da peste perniciosa. Ele te cobrirá com as suas penas, e debaixo das suas asas te confiarás; a sua verdade será o teu escudo e broquel. Não terás medo do terror de noite nem da seta que voa de dia, nem da peste que anda na escuridão, nem da mortandade que assola ao meio-dia. Mil cairão ao teu lado, e dez mil à tua direita, mas não chegará a ti. Somente com os teus olhos contemplarás, e verás a recompensa dos ímpios. Porque tu, ó Senhor, és o meu refúgio. No Altíssimo fizeste a tua habitação. Nenhum mal te sucederá, nem praga alguma chegará à tua tenda. Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito para te guardarem em todos os teus caminhos. Eles te sustentarão nas suas mãos, para que não tropeces com o teu pé em pedra. Pisarás o leão e a cobra; calcarás aos pés o filho do leão e a serpente. Porquanto tão encarecidamente me amou, também eu o livrarei; pô-lo-ei em retiro alto, porque conheceu o meu nome. Ele me invocará, e eu lhe responderei; estarei com ele na angústia; dela o retirarei, e o glorificarei. Fartá-lo-ei com longos dias, e lhe mostrarei a minha salvação.”

(Salmo 91)

RESUMO

O reuso de água na zona rural do semiárido brasileiro é considerada uma tecnologia social de convivência com o semiárido brasileiro, uma vez que promove a transformação social com a garantia do uso sustentável da água e o fortalecimento da agricultura familiar em comunidades difusas. Considerando as restrições de uso das águas residuárias, faz-se necessário o monitoramento da qualidade para fins de irrigação para estimar os impactos ambientais em decorrências das limitações físico-químicas. Deste modo, um estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade físico-químicas das fontes hídricas oriundas de estações de tratamento de água cinzas em uma unidade familiar do Projeto de Assentamento Mauricio de Oliveira, situado no município de Assú, Rio Grande do Norte. Para esse estudo, amostras das fontes hídricas do sistema de tratamento (água de abastecimento família que alimenta o sistema de reuso na unidade familiar, efluente de esgoto bruto e efluente tratado) foram coletas durante três campanhas de coleta para caracterização físico-química, avaliação para fins de irrigação e classificação quanto aos riscos potenciais de salinização, problemas de infiltração e toxicidade de íons específicos. Os resultados indicam que as fontes hídricas não apresentam restrições de uso para a irrigação quanto à salinidade, problemas de infiltração e toxicidade de íons específicos. O efluente tratado no sistema de reuso familiar pode ser utilizado para a maioria das culturas sem nenhuma restrição quanto à salinidade.

Palavras-Chave: Qualidade de água, segurança hídrica, água residuária, sustentabilidade.

ABSTRACT

The reuse of water in the rural semi-arid region of Brazil is considered a social technology for coexistence with the semi-arid environment, as it promotes social transformation by ensuring the sustainable use of water and strengthening family farming in dispersed communities. Given the restrictions on the use of wastewater, it is necessary to monitor the quality for irrigation purposes to estimate the environmental impacts resulting from physical-chemical limitations. Thus, considering the agricultural potential of the effluents, a study was conducted to evaluate the physical-chemical quality of water sources from gray water treatment stations in a family unit of the Mauricio de Oliveira Settlement Project, located in the municipality of Assu, Rio Grande do Norte. For this study, samples from the water sources of the treatment system (family supply water feeding the reuse system, raw sewage effluent, and treated effluent) were collected during three sampling campaigns for physical-chemical characterization, irrigation evaluation, and classification regarding potential risks of salinization, infiltration issues, and toxicity of specific ions. The results indicate that the water sources do not present usage restrictions for irrigation concerning salinity, infiltration issues, and toxicity of specific ions. The treated effluent in the family reuse system can be used for most crops without any restrictions regarding salinity.

Keywords: Treated gray water. Irrigation. Efficiency. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Esquema do sistema de tratamento de água cinza.....	18
Figura 2	–	Diagrama de classificação de águas para irrigação reunindo as 3 fontes hídricas (A), a fonte de alimentação (B), esgoto bruto (C) e efluente tratado (D). Oriundas do sistema de reuso de água em unidade familiar durante 3 épocas de coleta no ciclo hidrológico. Dados da pesquisa, 2024.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Indicadores de qualidade da água para irrigação quanto a problemas de salinidade.....	21
Tabela 2	–	Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.....	21
Tabela 3	–	Grau de restrição de uso quanto à toxicidade de cloro.....	21
Tabela 4	–	Grau de restrição de uso quanto à toxicidade de sódio.....	22
Tabela 5	–	Resultados das análises físico-químicas da água de alimentação do sistema nas 3 campanhas de coletas na unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira.....	22
Tabela 6	–	Resultados das análises físico-químicas do efluente bruto residencial do sistema de tratamento nas 3 campanhas de coletas em uma unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira.....	23
Tabela 7	–	Resultados das análises químicas do efluente tratado no sistema nas 3 campanhas de coletas na unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Tratamento e reuso de água	14
2.2	O semiárido brasileiro	16
2.3	Sistemas de tratamento de águas cinzas: impactos e benefícios	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1	Descrição do local da pesquisa e caracterização climática.....	18
3.2	Descrição do sistema de tratamento e reuso de água na unidade familiar	18
3.3	Dimensionamento do sistema de tratamento	19
3.4	Coleta das amostras das fontes hídricas do sistema de reuso da unidade familiar	19
3.5	Avaliação e potencial de uso agrícola das fontes hídricas do sistema de reuso de água	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	Potencial de uso agrícola do sistema de tratamento e reuso.....	22
4.1	Classe das águas para fins de irrigação	25
5	CONCLUSÃO.....	26
6	REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos é, provavelmente, o maior problema a ser enfrentado por um gestor público ou privado, uma vez que se trata de uma questão de qualidade de vida e desenvolvimento econômico, pois uma cidade que não pode gerir eficazmente os seus resíduos, raramente é capaz de gerenciar os serviços mais complexos como saúde, educação, transporte, etc.

Além disso, esse gerenciamento de resíduos representa um desafio significativo para a sustentabilidade das comunidades rurais. Já que a falta de infraestrutura e de recursos financeiros dificulta a implementação de práticas adequadas de manejo de resíduos.

Uma política efetiva de gerenciamento de resíduos representa uma grande oportunidade para tornar as cidades e as comunidades sustentáveis, pois, na prática, reduz os níveis de emissão de gases de efeito estufa prejudiciais à saúde humana e ao ambiente. Neste contexto, o aproveitamento de resíduos na agricultura como, por exemplo, os efluentes de esgoto de origem doméstica e/ou industrial, constitui-se uma estratégia da gestão integrada dos recursos hídricos, uma vez que se eleva a oferta de água e, pode suprir parcialmente a demanda nutricional das plantas cultivadas, reduzindo a necessidade de importação de fertilizantes sintéticos (REBOUÇAS et al., 2010).

Do ponto de vista da sustentabilidade, os efluentes devem retornar ao ciclo econômico e produtivo de forma eficiente para garantir a sua disposição final. Uma alternativa para a disposição e tratamento desse resíduo líquido é a sua utilização como fonte hídrica e de matéria orgânica para a fertilização de plantas em cultivos agrícolas e/ou revegetação de áreas degradadas.

No contexto do semiárido Brasileiro, devido à escassez hídrica em comunidades difusas das zonas rurais, o reuso de água é uma ferramenta de desenvolvimento local e de fortalecimento da agricultura familiar, tendo em vista a garantia da segurança hídrica para os cultivos em períodos de maior escassez. Em geral, estes sistemas de tratamento são simples, de baixo curso e facilmente podem ser apropriados pelas famílias, constituindo-se em uma tecnologia social de convivência com o semiárido.

No entanto, devido às limitações físico-químicas e microbiológicas, a utilização dos efluentes domésticos na agricultura exige a adoção de critérios de uso e parâmetros bem definidos em relação à sua aplicação, além de estratégias de manejo para evitar o acúmulo de sais na zona radicular e a contaminação ambiental por excesso de nitrato e potássio

(REBOUÇAS et al., 2010). Além da redução dos impactos ambientais negativos, o uso desses efluentes devem garantir rendimentos agrícolas economicamente aceitáveis.

Considerando que os parâmetros utilizados na avaliação sobre as restrições de uso desses efluentes são genéricos e, ainda, limita-se à uma condição ambiental específica, isto é, restrita a uma condição edafoclimática e à espécie cultivada, torna-se importante e essencial o desenvolvimento de estudos locais sobre a viabilidade de uso agrícola dos efluentes de esgoto com a finalidade de definir uma proposta de manejo do sistema produtivo que considere a qualidade do efluente, de modo a obter produção agrícola rentável com maior segurança ambiental.

Levando-se em consideração estes aspectos, este estudo tem o objetivo de avaliar o potencial de uso agrícola das águas cinzas produzidas em uma unidade familiar do PA Maurício de Oliveira, situado no município de Assu, Rio Grande do Norte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tratamento e reuso de água

A diminuição da oferta de água com qualidade e o aumento da demanda é um dos diversos problemas que vêm atingindo os grandes centros urbanos, fazendo com que o reuso de água ganhe a cada dia maior enfoque. Assim, de acordo com Medeiros (2005), a crescente preocupação com a preservação dos recursos hídricos e com a conservação do meio ambiente tem conduzido à formulação de uma legislação mais rigorosa e eficiente, no intuito de proteger a quantidade e a qualidade desses recursos. Procurando adequar-se a esta nova política, a sociedade vem buscando alternativas que minimizem os efeitos negativos de suas atividades impactantes, destacando-se, dentre elas, o uso e o reuso de águas marginais (águas residuárias e salinas) para fins agropecuários e industriais.

A crescente preocupação com a preservação dos recursos hídricos e com a escassez de água de boa qualidade nas regiões brasileiras, tem sugerido o reuso de água de qualidade inferior (água cinza) como uma alternativa viável de racionalização da água, inclusive na irrigação agrícola. Para Lavrador Filho (1987) citado por May (2009) o reuso de água é o aproveitamento de água previamente utilizada, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos. Dentro deste contexto, uma das formas de minimizar a crise no abastecimento de água, é através do reaproveitamento de águas residuárias domésticas.

Borges (2003) divide os esgotos domésticos em dois tipos: águas negras e águas cinzas, sendo a única diferença entre ambas, a presença de excretas humanas na primeira e a ausência na segunda. Mais especificamente, Sousa (2013) conceitua água cinza como toda água proveniente do uso doméstico que não possua contribuição de efluentes de vasos sanitários, podendo ser aquelas oriundas da máquina de lavar roupas, tanques, chuveiros, pias da cozinha e lavatórios.

No que diz respeito aos tipos de reuso de água, Lavrador Filho (1987) destaca três: reuso indireto não planejado, que ocorre de maneira não intencional, pois a água servida é descartada no meio ambiente, sendo assim diluída e utilizada a jusante; reuso indireto planejado, que ocorre de maneira intencional para obter algum benefício final, neste tipo de reuso, a água recebe um tratamento antes de ser descartada no meio ambiente e o reuso direto planejado, onde neste tipo, a água servida não é descartada no meio ambiente, recebendo o devido tratamento e já sendo encaminhada para o local de reuso.

Para Borges (2003) a água proveniente de reuso planejado pode ser utilizada para fins potáveis e não potáveis, sendo este último classificado em: reuso agrícola, reuso industrial, reuso urbano, reuso recreacional, recarga de aquíferos e aquícultura. Considerando o reuso agrícola, são vários os benefícios da água de reuso proveniente de tratamento de esgotos na agricultura, podendo-se mencionar a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, com a diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d'água; um significativo aumento na produção, tanto qualitativo quanto quantitativo, além da economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público (Bernardi, 2003).

Segundo Van Der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas consistem na conservação da água disponível de boa qualidade e possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes, promovendo práticas de fertilização orgânica, como o uso de compostagem, biofertilizantes e adubação verde, que favorecem a saúde do solo e reduzem a dependência de fertilizantes químicos.

De acordo com Bernardi (2003), efluentes adequadamente tratados, podem ser utilizados para aplicação em culturas de alimentos não processados comercialmente (irrigação superficial de qualquer cultura alimentícia, incluindo aquelas consumidas cruas); culturas de alimentos processados comercialmente (irrigação superficial de pomares e vinhas); culturas não alimentícias (irrigação de pastos, forragens, fibras e grãos), além da dessedentação de animais.

Entretanto, no Brasil, deve-se trabalhar ainda, socialmente, a cultura de reuso de água que, apesar de ser uma prática inconsciente, utilizada há vários anos (reuso não planejado), sofre preconceito de sua utilização por parte do público. Todavia, experiências nacionais e internacionais têm demonstrado tendência ao fortalecimento e expansão do reuso no Brasil, para fins diversos, especialmente para a irrigação de culturas industriais (algodão, mamona, girassol, etc.), flores e plantas ornamentais (MEDEIROS et al, 2010).

2.2 O semiárido brasileiro

O ambiente do semiárido brasileiro foi delimitado em 2005 pelo Ministério de Integração Nacional em um espaço caracterizado por receber precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; que possua índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e cujo risco de seca seja maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

Em termos geográficos, a região semiárida do Brasil ocupa uma área de 969.589,4 km², é habitada por 26,4 milhões de habitantes (15% da população brasileira) e abrange 1.113 municípios dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no censo de 2000, a população rural do semiárido representava 43,6%, isto é, 9.104.511 habitantes, e em 2010 reduziu 8,62%, ou seja, 8.584.502 pessoas.

Do ponto de vista hídrico o semiárido brasileiro (SAB) apresenta médias pluviométricas da ordem de 400 a 800 mm anuais, distribuídos de forma bastante irregular durante o ano, contrastados por taxas de evaporação em "tanques Classe A" que variam entre 1000 e 3000 mm/ano, fato que permite concluir que não chove pouco no SAB, mas que evapora muito, indicando que a necessidade de gestão dos recursos hídricos disponíveis é urgente, no sentido de atender todas as necessidades antrópicas (RUBIN et al. 2006; MODARRES et al. 2007; CAMPOS et al. 2008).

Os solos desta região, em sua maioria, são constituídos por embasamento cristalino, sendo pouco profundos e pedregosos, sendo classificados como Neossolos Litólicos e os Luvisolos. São pobres em matéria orgânica, porém muito férteis, pois

sofrem pouca ou nenhuma dissolução, revelando que cuidados especiais na hora de cultivá-los devem ser adotados visando principalmente a conservação desses solos (TEIXEIRA FILHO, 2009).

A vegetação predominante na região é a Caatinga, cuja grande variabilidade de biodiversidade confere valores biológicos e econômicos significativos tanto para a localidade quanto para o país. Além disso, esse bioma é considerado prioritário para a conservação na América Latina. Segundo SILVA e PEREIRA (2021), essa heterogeneidade levou alguns estudiosos a utilizar a expressão "as caatingas". Na sua pluralidade, é possível identificar pelo menos 12 tipos de caatingas, que se destacam por exemplos notáveis de adaptações ao habitat. A população do SAB tem alta dependência desse bioma para sua subsistência, o que causa grande vulnerabilidade social e econômica, causando pressão crescente sobre os recursos naturais da região, tornando-a extremadamente propícia à desertificação (PEREZ-MARTIN, 2010).

Sob a perspectiva socioeconômica, a maior parte da área do Sistema Agrícola Brasileiro (SAB) enfrenta um crescimento lento, caracterizado pela falta de infraestrutura básica e pela persistência de indicadores sociais que estão abaixo das médias nacional e regional. De acordo com SILVA e PEREIRA (2021), essa condição estrutural de pobreza se agrava em períodos prolongados de seca. Além disso, devido ao ritmo moroso da economia local e à baixa renda da população, aproximadamente 46% dos municípios dependem de recursos do governo federal e estadual.

O setor agrícola desempenha um papel estratégico no universo social, econômico e político nordestino. Esse setor é dinâmico e fortemente heterogêneo, representado por algumas regiões onde o processo de modernização tecnológica se deu de forma rápida, mas pela predominância de uma agricultura tradicional, de base familiar - a agricultura familiar - em sua maioria praticada por agricultores detentores de um baixo poder aquisitivo (LEITE et al., 2006).

A estrutura fundiária da região é muito concentrada; além dos latifúndios, há um grande número de minifúndios, com cerca de 90% das propriedades possuindo área inferior a 100 ha e detendo apenas 27% da área total dos estabelecimentos agrícolas (SILVA, 2006). Em termos de agricultura familiar, cerca de 60% dos estabelecimentos rurais possuem menos de 5 ha (com área média de 1,7ha) e quando somados aos 21,9% dos estabelecimentos com área entre 5 ha e menos de 20 ha, os quais possuem uma área média de 9,8 ha, obtinha-se 81% dos estabelecimentos familiares desta Região (INCRA/FAO, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Descrição do local da pesquisa e caracterização climática

O município de Assú-RN conta com 856 estabelecimentos agropecuários distribuídos em uma área de 44.913 hectares, destacando-se principalmente na fruticultura, com cultivos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), banana (*Musa spp.*), manga (*Mangifera indica* L.) e outras culturas, como milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), conforme dados do IBGE (Censo Agropecuário 2017).

A precipitação ocorre entre janeiro e maio, com um pico nos meses de março e abril. A temperatura média anual é de 27 °C, apresentando pouca variação ao longo do ano. Assú se encontra no Domínio Hidrogeológico Fissural, situado na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (CPRM, 2005a; CPRM, 2005b). O principal reservatório da região é o Engenheiro Armando R. Gonçalves, que possui uma capacidade de 2,4 milhões de m³ (DNOCS, 2024; ANA, 2024).

3.2 Descrição do sistema de tratamento e reuso de água na unidade familiar

A água utilizada no tratamento é oriunda de chuveiro, pias do banheiro e da cozinha obtidas da residência rural selecionada para o estudo. O sistema de tratamento da água cinza produzida na residência é composto por:

- a) uma caixa de passagem de 0,40 x 0,40 x 0,40 m de alvenaria, cuja finalidade é reunir as águas cinzas provenientes do chuveiro e pias do banheiro e da cozinha da residência selecionada;
- b) tanque séptico de duas câmaras com capacidade para 1000 L;
- c) um filtro anaeróbio de fluxo ascendente com capacidade de 500 L e
- d) um reservatório para armazenar a água tratada com capacidade de 500 L (Figura 1).

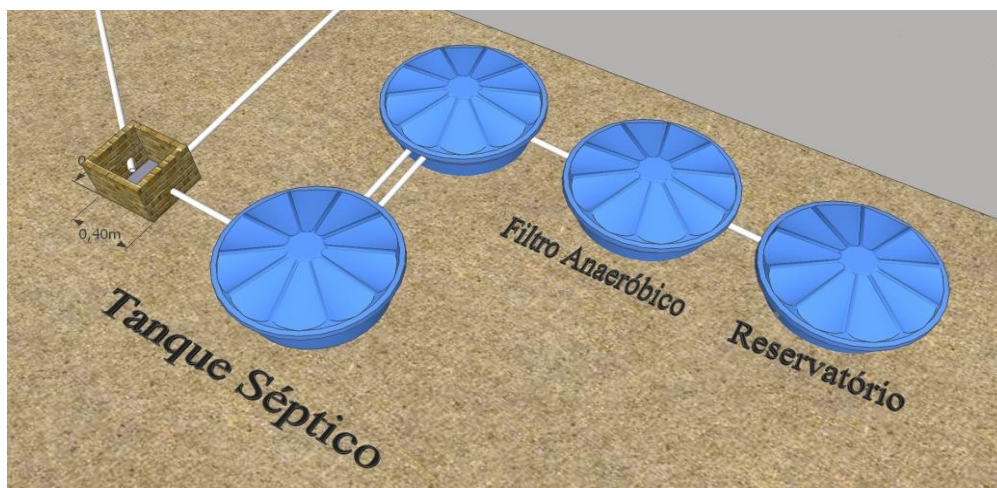


Figura 1 – Esquema do sistema de tratamento de água cinza.

3.3 Dimensionamento do sistema de tratamento

O tanque séptico é dimensionado conforme a NBR 7229/93, utilizando a equação 1:

$$V=1000+N(C.T+K.L_f) \quad \text{Eq.1}$$

em que:

V = volume útil do tanque séptico, m^3 ;

1000 = fator de segurança, L;

N = número de contribuições, habitante ou unidade;

C = contribuição de despejo, $L \text{ hab}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ou $L \text{ unid}^{-1}$ (Tabelado);

T = tempo de detenção hidráulica, dia (Tabelado);

K = taxa de acúmulo de lodo digerido, adimensional (Tabelado);

L_f = contribuição de lodo fresco, $L \text{ hab}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ou $L \text{ unid}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (Tabelado).

O filtro anaeróbico de fluxo ascendente por sua vez será dimensionado de acordo com a NBR 13969/97, utilizando a equação 2:

$$V=1,6.N.C.T \quad \text{Eq.2}$$

em que:

V = volume útil do filtro, m^3 ;

N = número de contribuições, habitante ou unidade;

C = contribuição de despejo, $L \text{ hab}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ou $L \text{ unid}^{-1}$ (Tabelado);

T = tempo de detenção hidráulica, dia (Tabelado);

O filtro anaeróbio é composto por uma caixa d'água preenchida com brita nº 1 até 90% da altura. O sistema de tratamento foi construído utilizando caixas d'água de polietileno Brasilit de 500 L, para isso os valores calculados para o volume final do tanque séptico e do filtro anaeróbio foram ajustados para adequar-se aos volumes já padronizados das caixas.

3.4 Coleta das amostras das fontes hídricas do sistema de reuso da unidade familiar

Para a avaliação do potencial de uso agrícola foram realizadas campanhas de coletas de amostras da fonte de alimentação do sistema (torneira com água proveniente do abastecimento), esgoto bruto (caixa de gordura) e o efluente de esgoto doméstico tratado (final da linha de irrigação). Foram realizadas 3 campanhas de coletas, totalizando 27 amostras das fontes hídricas do sistema de reuso de águas cinzas (água de alimentação do sistema, efluente de esgoto doméstico bruto e tratado), unidade selecionada, para a caracterização físico-química. As campanhas foram realizadas em dezembro de 2023; março e julho de 2024.

As amostras de água coletada foram acondicionadas em garrafas plásticas, opacas, de 500 mL, hermeticamente fechadas, armazenadas em caixa térmica com gelo, a fim de evitar ao máximo a atividade microbológica e em seguida conduzidas para análise laboratorial. As análises físico-químicas das amostras de água foram realizadas no Laboratório de Solo Água e Planta – LASAP, vinculado ao Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas - DCAT da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Câmpus Mossoró, seguindo a metodologia descrita por Richards (1954).

Nas amostras de água, para fins de irrigação, foram determinados os seguintes parâmetros: Condutividade Elétrica (CEa em dS m^{-1}), potencial hidrogeniônico (pH), as concentrações de Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+), Cloreto (Cl^-), Carbonato (CO_3^{2-}) e Bicarbonato (HCO_3^-), de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954). Realizou-se, também, o cálculo da RAS, para classificação das amostras quanto ao risco de sodificação e de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

Os procedimentos de coleta foram realizados de acordo com Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Meio Ambiente e o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (FILIZOLA, 2006; BRASIL, 2013).

3.5 Avaliação e potencial de uso agrícola das fontes hídricas do sistema de reuso de água

Para avaliar o potencial de uso agrícola, as fontes hídricas foram analisadas de acordo com os riscos potenciais para irrigação quando à salinidade.

Para os riscos de salinização utilizou-se os valores de CE (dS m^{-1}) de acordo com os critérios estabelecidos por Ayers & Westcot (1999) (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores de qualidade da água para irrigação quanto a problemas de salinidade

Problema potencial	Unidade	Grau de restrição de uso		
		Nenhuma	Ligeira e moderada	Severa
Salinidade (afeta a disponibilidade de água para as culturas)				
CE _a	dS m ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
SDT	mg L ⁻¹	< 450	450 – 2000	> 2000

Para estimar os riscos potenciais das amostras de água coletada quanto aos problemas de infiltração, foi empregada a classificação proposta por Ayers & Westcot (1999), analisando conjuntamente a CE e RAS (Tabela 2).

Tabela 2. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

RAS (mmol L^{-1}) ^{0,5}	Grau de restrição de uso		
	Nenhum	Moderado	Severo
CE _a (dS m^{-1})			
0-3	> 0,70	0,70 - 0,20	< 0,20
3-6	> 1,20	1,20 - 0,30	< 0,30
6-12	> 1,90	1,90 - 0,50	< 0,50
12-20	> 2,90	2,90 - 1,30	< 1,30
20-40	> 5,00	5,00 - 2,90	< 2,90

Em relação aos riscos potenciais de toxicidade para os íons Sódio (Na^+) e Cloreto (Cl^-) proposto por Ayers & Westcot (1999), considerando dois modos de aplicação e três classes (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Grau de restrição de uso quanto à toxicidade de cloro.

Problema potencial	Unidade	Grau de restrição		
		Nenhum	Moderado	Severo
Toxicidade de Cl ⁻ afeta culturas sensíveis				
Irrigação por superfície	mmol L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Irrigação por aspersão	mmol L ⁻¹	< 3	> 3	-

Tabela 4. Grau de restrição de uso quanto à toxicidade de sódio.

Problema potencial	Unidade	Grau de restrição		
		Nenhum	Moderado	Severo
Toxicidade de Na ⁺ afeta as culturas sensíveis				
Irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Irrigação por aspersão	mmol L ⁻¹	< 3	> 3	-

Os dados foram analisados por meios de estatística descritiva, com auxílio do software estatístico SPSS®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Potencial de uso agrícola do sistema de tratamento e reuso

- Água de alimentação do sistema

De acordo com o resultado da análise físico-química, não há restrição de uso da água de alimentação do sistema quanto aos riscos potenciais de salinidade (Tabela 5), registrando-se valores de CE entre 0,23 e 0,29 dS m^{-1} . É importante ressaltar que a água de alimentação do sistema é oriunda da captação da água de chuva armazenada na cisterna de placa de 16.000 L instalada na residência para uso doméstico, sendo naturalmente uma fonte hídrica de baixa salinidade.

Em relação aos riscos potenciais com problemas de infiltração, observa-se que não há restrição de uso em 100% das amostras de água de alimentação do sistema avaliado, registrando-se CE média de 0,26 dS m^{-1} e RAS média de 0,63 (mmol L^{-1})^{0,5}.

Tabela 5. Resultados das análises físico-químicas da água de alimentação do sistema nas 3 campanhas de coletas na unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira

Época	pH	CE dS m ⁻¹	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Classe
			-----mmol _c L ⁻¹ -----							
1	7,25	0,26	5,98	1,56	0,77	2,0	1,2	4,5	6,8	C1S1
2	5,03	0,23	0,33	0,66	0,82	2,4	-	-	0,4	C1S1
3	6,00	0,29	1,43	0,98	1,49	5,0	-	0,70	1,3	C1S1
Média	6,09	0,26	2,58	1,06	1,02	3,13	-	-	2,83	C1S1

pH H₂O = potencial de Hidrogênio; CE = Condutividade elétrica; Na = Sódio; Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Cl = Cloro; CO₃²⁻ = Carbonato - HCO₃⁻ = Bicarbonato e RAS = Reação de Adsorção de Sódio.

Quanto a toxicidade de íons específicos, não há restrições de uso desta água quanto aos riscos de toxidez de sódio em todas as coletas (valores médios de Na⁺ = 2,58 mmol_c L⁻¹ e RAS = 2,83), exceto para a campanha 1 (Na⁺ = 5,98 mmol_c L⁻¹ e RAS = 6,80) em ambos sistemas de irrigação superficial em ambas épocas de coleta com grau de restrição moderado (Na⁺ > 3,00 mmol_c L⁻¹) e gotejamento – com grau de restrição moderado (RAS entre 3,00 - 9,00) (Tabela 5). Já para íons cloreto, a restrição ocorreu apenas na campanha de coleta 3 (Cl⁻ = 5,00 mmol_c L⁻¹), registrando risco moderado para a irrigação por superfície (limite entre 4-10 mmol_c L⁻¹) e aspersão (Cl⁻ > 3,00 mmol_c L⁻¹).

Ainda em relação à Tabela 5, o pH da água de alimentação do sistema de tratamento variou de ácido (5,03) a alcalino (7,25) com média de 6,09, sendo considerado ideal para o uso na irrigação de culturas (6,0 – 6,5), exceto para a coleta 2.

- Esgoto bruto

De acordo com o resultado da análise físico-química, há restrição de uso moderado quanto à salinidade em todas as amostras de água coletada de esgoto bruto (variação de 0,33 a 0,90 dS m⁻¹) exceto na amostra 2, uma vez que não há restrição de uso do efluente bruto quanto aos riscos potenciais de salinidade (Tabela 6), sendo registrada uma média de 0,69 dS m⁻¹. (Tabela 6). Nota-se que os riscos de salinidade do esgoto bruto – acúmulo de sais solúveis na zona radicular – aumentou em relação à água de alimentação do sistema em, aproximadamente 165% (0,26 para 0,69 dS m⁻¹) (Figuras 5 e 6). O aumento do total de sólidos dissolvidos observado no esgoto bruto em relação a fonte hídrica de alimentação do sistema é decorrente da adição de cloreto de sódio utilizada na cozinha, pois é o principal condimento e temperos utilizados no preparo de alimentos e conservação de carnes.

Tabela 6. Resultados das análises físico-químicas do efluente bruto residencial do sistema de tratamento nas 3 campanhas de coletas em uma unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira

Época	pH	CE	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Classe
-------	----	----	-----------------	------------------	------------------	----	-------------------------------	-------------------------------	-----	--------

	dS m ⁻¹		-----mmol _c L ⁻¹ -----							
1	6,40	0,85	10,22	0,07	0,43	3,8	-	-	20,4	C2S3
2	4,56	0,33	0,68	1,07	1,25	3,6	-	-	0,6	C1S1
3	5,14	0,90	1,98	0,81	1,31	5,0	-	0,70	1,9	C2S1
Média	5,36	0,69	4,89	0,65	0,99	4,1	-		10,25	C2S3

pH H₂O = potencial de Hidrogênio; CE = Condutividade elétrica; Na = Sódio; Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Cl = Cloro; CO₃²⁻ = Carbonato - HCO₃⁻ = Bicarbonato e RAS = Reação de Adsorção de Sódio.

Em relação aos riscos potenciais com problemas de infiltração, observa-se que não há restrição de uso, exceto na coleta 1 que apresentou risco moderado com registro de CE = 0,85 dS m⁻¹ e RAS média 20,40 (mmol_c L⁻¹)^{0,5}. Considerando a média das campanhas de coleta, nota-se que os riscos com problemas de infiltração do esgoto bruto aumentaram em relação à água de alimentação do sistema, isto é, saindo de nenhum para risco moderado, (0,26 para 0,69 dS m⁻¹) (Figuras 5 e 6). Pode-se inferir que o aumento do risco com problema de infiltração foi devido, principalmente, ao incremento de íons sódio (2,58 para 4,89 mmol_c L⁻¹), sendo esse incorporado ao sistema de tratamento pelo uso doméstico de cloreto de sódio, conforme relatado.

Ainda na Tabela 6, verifica-se que há restrição de toxidez por sódio apenas na amostra da época 1 em ambos os sistemas de irrigação, por aspersão (Na = 10,22 mmol_c L⁻¹) com risco moderado (Na⁺ > 3,0 mmol_c L⁻¹) e gotejamento (RAS = 20,4) com risco severo (RAS > 9,00). Quanto à toxidez por Cloreto, todas as amostras coletadas apresentaram grau de restrição moderada para os sistemas de irrigação por aspersão (Cl > 3 mmol_c L⁻¹) e, para a irrigação por superfície encontrou-se grau de restrição nenhum para as etapas de coleta 1 e 2 (Cl < 4,00 mmol_c L⁻¹) e moderado para a etapa 5 (4-10 mmol_c L⁻¹).

Ainda em relação à Tabela 6, o pH da água de alimentação do sistema de tratamento e reuso variou de 4,56 a 6,40 com média de 5,36, não sendo considerado ideal para o uso na irrigação de culturas (6,0 – 6,5), exceto para a coleta 2.

- Efluente tratado

De igual forma às demais fontes hídricas, o pH variou de ácido a alcalino (4,73 a 7,55) com média de 6,05, sendo o maior valor de pH (6,83 unidades de pH) registrado na primeira campanha de coleta, realizada em dezembro de 2023 (Tabela 6).

Tabela 7. Resultados das análises químicas do efluente tratado no sistema nas 3 campanhas de coletas na unidade de produção familiar PA Mauricio de Oliveira.

Época	Ph	CE	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Classe
-------	----	----	-----------------	------------------	------------------	----	-------------------------------	-------------------------------	-----	--------

	dS m ⁻¹		-----mmol _c L ⁻¹ -----							
1	6,83	0,65	2,59	0,89	1,29	5,0	-	-	2,5	C1S1
2	4,73	1,31	0,77	1,35	3,26	4,2	-	-	0,5	C1S4
3	6,60	0,63	3,03	0,55	0,82	3,5	-	0,87	3,7	C1S2
Média	6,05	0,86	2,13	0,93	1,79	4,23	-		2,23	C1S2

pH H₂O = potencial de Hidrogênio; CE = Condutividade elétrica; Na = Sódio; Ca²⁺ = Cálcio; Mg²⁺ = Magnésio; Cl = Cloro; CO₃²⁻ = Carbonato - HCO₃⁻ = Bicarbonato e RAS = Reação de Adsorção de Sódio.

Em relação ao grau de restrição de uso do efluente tratado (Tabela 6), o risco de salinidade do efluente tratado aumentou em relação ao esgoto bruto, saindo de moderado para risco severo de acúmulo de sais no solo, embora no limite inferior da classificação da água quanto à salinidade, sendo registrado aumento de 0,69 para 0,86 dS m⁻¹, respectivamente para a água de esgoto bruto e efluente tratado, respectivamente. No caso específico do risco com problema de infiltração, o tratamento da unidade familiar proporcionou a redução do risco com problema de infiltração, registrando-se RAS média variando de 10,25 a 2,23 (mmol L⁻¹)^{0,5} para esgoto bruto e efluente tratado, respectivamente. Além disso, o mesmo ocorreu para toxicidade de íons Na (4,89 e 2,13 mmol_c L⁻¹, respectivamente para o esgoto bruto e efluente tratado) e Cl (4,25 e 4,10 mmol_c L⁻¹, respectivamente para o esgoto bruto e efluente tratado).

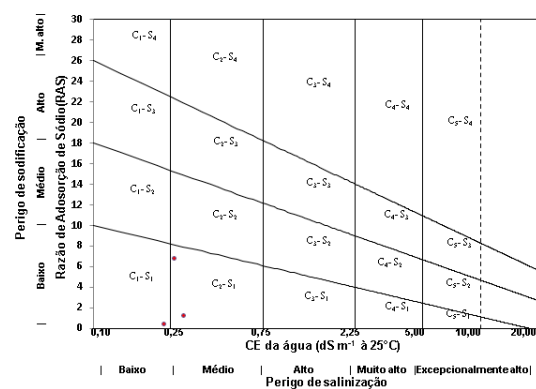
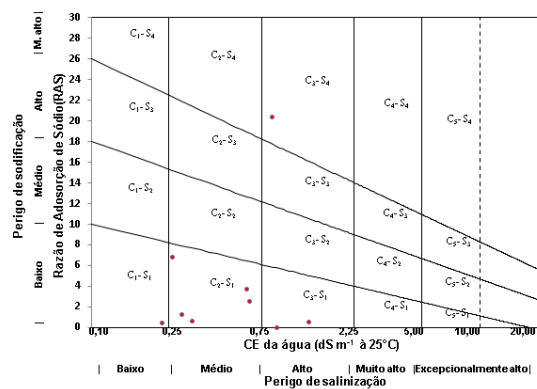
4.2 Classe das águas para fins de irrigação

Quanto à classe das fontes hídricas do sistema de tratamento e reúso da unidade familiar estudada, a maioria não apresentaram restrições de uso na irrigação (90%), sendo classificadas como baixo risco de salinidade e baixo perigo de sodificação (Figura 2).

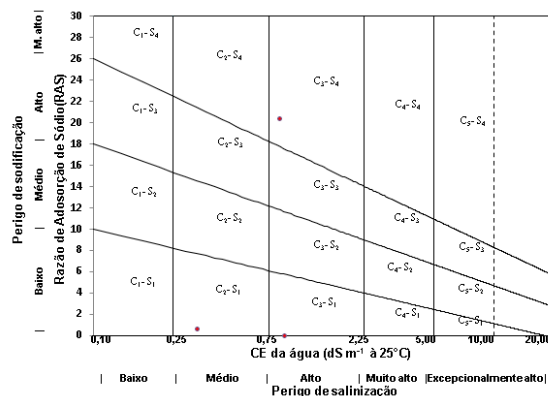
Das amostras de efluente, algumas apresentaram risco de salinização do solo por irrigação muito alto (C₄S₁), água não apropriada para irrigação em condições normais, podendo ser usada em condições especiais de solos com boa drenagem, desde que se aplique lâmina de lixiviação adequada e uso de culturas tolerantes a sais (ALMEIDA, 2010). Segundo Almeida (2010) esta água não pode ser usada em solos que tenham drenagem deficiente e mesmo em solos com boa drenagem podem necessitar de práticas especiais para controle da salinidade, é indicado uso de espécies bastante tolerante a sais.

(A)

(B)



(C)



(D)

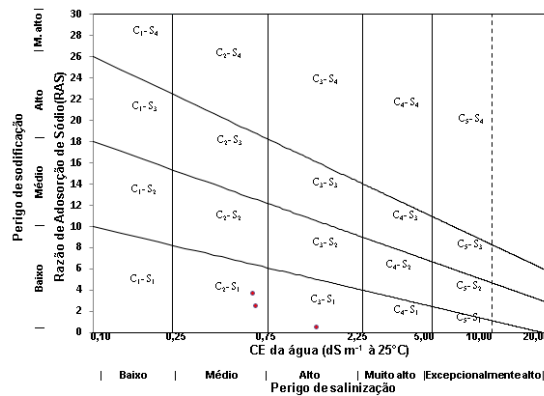


Figura 02. Diagrama de classificação de águas para irrigação reunindo as 3 fontes hídricas (A), a fonte de alimentação (B), esgoto bruto (C) e efluente tratado (D). Oriundas do sistema de reuso de água em unidade familiar durante 3 épocas de coleta no ciclo hidrológico. Dados da pesquisa, 2024.

5. CONCLUSÃO

A água de alimentação do sistema, esgoto bruto e efluente tratado não apresentam restrições de uso para a irrigação e, remete, restrições ligeiras a moderada;

O efluente do sistema de tratamento e reuso de água na unidade de produção familiar acumula sais que, pode restringir o uso desta fonte hídrica para irrigação com perdas de rendimento das culturas mais sensíveis à salinidade.

O sistema de tratamento e reuso de água da unidade familiar não reduz o total de sólidos dissolvido na água utilizada para a irrigação e a qualidade dependerá da fonte de alimentação do sistema e da atividade doméstica que gera esgoto bruto com alta concentração de cloreto de sódio.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O.A. **Qualidade da água de irrigação**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2010, 234p.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H.R., MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- ANA - Agência Nacional de Águas. Relatório de Recursos Hídricos 2024. Brasília, 2024.
- ANGELOTTI, F.; FERNANDES JÚNIOR, P.I.; SÁ, I.B. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 6, p. 1097-1111, 2011.
- [ASA BRASIL. É no semiárido que a vida pulsa. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/semiarido>](http://www.asabrasil.org.br/semiarido) acesso em : 28/11/2016
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: projeto, construção e operação de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1997.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.
- BERNARDI, C. C. Reuso de água para irrigação. Monografia de especialização, ISEA-FGV. 2003.
- BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.
- BORGES, R. Gestão de esgotos domésticos. São Paulo: Editora Ambiental, 2003.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro, 2018.
- BRASIL. Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013.
- CAMPOS, A. R.; SANTOS, M. J.; COSTA, D. L. Evapotranspiração e seus efeitos na agricultura. Recife: Editora do Conhecimento, 2008.
- CARMO FILHO, F. DO; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: Um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. Coleção Mossoroense, Série B, 1995.

- CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T. Desempenho de híbridos de melão-rendilhado cultivados em substrato. Científica, Jaboticabal, v.37, n.1, p.16 - 21, 2009
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Estudo da Disponibilidade Hídrica na Bacia do Rio Piranhas-Açu. Brasília, 2005a.
- DIAS, N. S.; PALÁCIO, V. S.; MOURA, K. K. C. F.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do meloeiro em substrato de fibra de coco com solução nutritiva salina. Irriga, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 1-12, janeiro-março, 2015.
- DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Dados do Reservatório Engenheiro Armando R. Gonçalves. Fortaleza, 2024.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Girassol. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1om7kf02wyiv802hvm3jaupb6fn.html>. Acessado em 29/03/2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FERNANDES, C. Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias -UNESP, 2005. 85 f. Tese Doutorado.
- FILIZOLA, P. Manual prático de análise de água. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLO. IBRAFLO, Informativo. Julho de 2013 – Ano 04/ Volume 36, (2013).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLO. IBRAFLO, Informativo. Março de 2017 – Ano 08/ Volume 73, (2017).
- LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- LEITE, F. B.; SOBRINHO, A. P.; MENDES, A. C. Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável. Recife: Editora Universitária, 2006.
- MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009. 223f. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, 2009.
- MEDEIROS, S.S. Alterações físicas e químicas do solo e estado nutricional do cafeeiro em resposta à fertirrigação com água residuária de origem doméstica. 2005. 114 f. Tese

- (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.
- MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Cultivo de flores com o uso de água residuária e suplementação Mineral. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.6, p.1071-1080, nov./dez. 2010
- MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Métodos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. Revista Ciência Rural, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Delimitação do semiárido brasileiro. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005.
- MODARRES, R.; LIMA, T. A.; MENDES, F. C. Climatologia e irrigação no semiárido. São Paulo: Editora Clima, 2007.
- PAES, J. M. V; ZITO, R.K.; LUCAS, F.T.; BORGES, B. M. N.; OLIVEIRA JR. A. B.; NUNES, M. C. de O. Avaliação de Cultivares de Girassol em Uberaba/MG. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol 2009, Pelotas-RS. Resumos. Embrapa Clima Temperado, p.18, 2009.
- PEREZ-MARTIN, A. Desertificação e vulnerabilidade social no semiárido brasileiro. São Paulo: Editora Verde, 2010.
- REBOUÇAS, M. S.; PEREIRA, L. F.; GOMES, A. R. Gestão de resíduos e sustentabilidade: uma abordagem integrada. São Paulo: Editora Sustentável, 2010.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. **Guia prático para utilização do SAEG.** Viçosa-MG: UFV, 2008. 288p.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1954.
- RUBIN, M.; SILVA, J. P.; PEREIRA, L. F. Gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro. Brasília: Editora Água, 2006.
- SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. Crop Science, v.21, p. 901-903, 1981.
- SILVA, J. R.; PEREIRA, M. A. A biodiversidade da Caatinga: desafios e oportunidades. Recife: Editora do Conhecimento, 2021.
- SILVA, J. R.; PEREIRA, M. A. Desenvolvimento e desafios sociais no semiárido brasileiro. Brasília: Editora do Conhecimento, 2021.
- SOUSA, A. B. **Remoção de cor aparente e turbidez de água cinza utilizando unidades biológicas filtrantes de baixo custo, instaladas em residências rurais no semiárido do Rio Grande do Norte.** Monografia, Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2013.

SOUSA, A. P. Águas cinzas: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: Editora Verde, 2013.
TEIXEIRA FILHO, J. S. Solos do semiárido: características e manejo. Brasília: Editora Acadêmica, 2009.

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U.M.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63).

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.425-433, 2010.