



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
DOUTORADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

HERISON ALVES DE OLIVEIRA

**USO DA ÁGUA CINZA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MAMOEIRO E
MARACUJAZEIRO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR**

MOSSORÓ - RN

2019

HERISON ALVES DE OLIVEIRA

**USO DA ÁGUA CINZA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MAMOEIRO E
MARACUJAZEIRO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR**

Tese apresentada ao Doutorado em Manejo de Solo e água do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo e água.

Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais pelo
Uso do Solo e da Água

Orientador: Rafael Oliveira Batista, Dr.

Coorientador: Francisco Vanies da Silva Sá, Dr.

MOSSORÓ - RN

2019

© 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 tornar-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.

O48u Oliveira, Herison Alves de.
USO DA ÁGUA CINZA NO CRESCIMENTO INICIAL DO
MAMOEIRO E MARACUJAZEIRO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO
FAMILIAR / Herison Alves de Oliveira. - 2019.
69 f. : il.

Orientador: Rafael Oliveira Batista.
Coorientador: Francisco Vanies da Silva Sá.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do
Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo
de Solo e Água, 2019.

1. Carica papaya L. 2. Passiflora edulis L. 3.
Reúso de água. 4. Efluente. I. Batista, Rafael
Oliveira, orient. II. Sá, Francisco Vanies da
Silva, co-orient. III. Título.

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.

**USO DA ÁGUA CINZA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MAMOEIRO E
MARACUJAZEIRO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Manejo de Solo e Água da Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo
e Água.

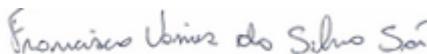
Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais pelo
Uso do Solo e da Água

Defendida em: 28/02/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista - UFERSA
Presidente



Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá
Examinador Interno



Prof. Dr. Nildo da Silva Dias
Examinador Interno



Prof.ª Dra. Ana Kaline da Costa Ferreira
Examinador Interno



Prof.ª. Dra. Fernanda Lima Cavalcante
Examinador Externo

A minha Filha
Maria Eduarda Araujo Alves
Ao meu filho que vai nascer
Lucas Bernardo Araujo Alves
Dedico, com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder tamanha benção, me fortalecendo nos momentos de dificuldades e me concedendo amigos que ajudaram nessa caminhada.

Aos meu pais, Josivan Francisco de Oliveira e Terezinha Alves da Cunha, que me educaram e se esforçaram para esta conquista.

A minha esposa, Jurema Maria Silva Araujo Alves, pelo amor e ajuda em todos os momentos.

A minha irmã Harina Alves de Oliveira e ao meu cunhado Rodrigo de Carvalho Holanda Leite, pela ajuda em toda a minha vida acadêmica.

Ao professor Nildo da Silva Dias, pela paciência e ajuda na criação deste trabalho, sendo fundamental na idealização do mesmo.

Ao professor Rafael Oliveira Batista, pelo amparo, orientação e por todo o apoio que me foi dado nos momentos cruciais do trabalho.

Ao coorientador Francisco Vanies da Silva Sá, por ter me passado um pouco do seu conhecimento, me ajudando de forma excepcional.

A Dr. Ana Kaline da Costa Ferreira, pela ajuda nas análises químicas e em melhorias para o trabalho.

As técnicas do LASAP, Paula e Valdete, por toda a ajuda e acompanhamento nas análises químicas.

Aos conselheiros da professora Fernanda Lima Cavalcante pelas sugestões e contribuições na melhoria desse trabalho.

A Irailson Moisés da Silva, mas conhecido como Lilio, e a toda a sua família, que me ajudaram, dando todo o apoio que eu precisava todos os dias.

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, em especial a Jairo dos Santos Ferreira e a Gilson Neves de Sousa, pela compreensão e ajuda nesta caminhada.

A todos os professores do PPGMSA da UFERSA.

A todos os amigos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A agricultura é uma das principais fontes de renda de assentamentos e comunidades rurais no estado do Rio Grande do Norte, onde a utilização de água é extremamente necessária para viabilizar a produção de hortaliças e frutas. A escassez dos recursos hídricos trazem dezenas de prejuízos à população, inviabilizando a criação de animais, prejudicando o abastecimento de água e dificultando a produção agrícola, principalmente dos pequenos agricultores. O reúso de águas é uma alternativa para minimizar o problema da seca que, além de atender a demanda de água da planta, também fornece nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de água cinza tratada sobre o crescimento e teor de nutrientes de mudas de mamoeiros e maracujazeiros. O experimento foi realizado no assentamento rural Jurema, localizado no município de Mossoró-RN. Para cada cultura, foram realizadas as análises não destrutivas: altura, diâmetro do caule e número de folhas, sendo o arranjo experimental em parcelas sub-divididas no tempo, dispostos na parcela três tipos de águas de irrigação: T – Água cinza tratada; A – água de abastecimento e M - mistura do efluente e da água de abastecimento, na proporção 1:1, para cada cultura. Na sub-parcela foram distribuídos os tempos de avaliação 30, 60 e 75 dias após a semeadura, com três blocos e cinco plantas por bloco. Para cada cultura, também foram realizadas as análises destrutivas: comprimento da raiz, massa seca e teor de nutrientes, sendo o arranjo experimental em de blocos casualizados simples, com três tratamentos, correspondentes as águas de irrigação (T, A e M), com três blocos e cinco plantas por bloco. A irrigação com água cinza tratada melhorou a produção de mamoeiros e de maracujazeiro, promovendo maior crescimento e acúmulo de fitomassa em relação à água de abastecimento. Para o mamoeiro, os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês e zinco no tecido vegetal não foram alterados pela irrigação com água cinza, enquanto que para o maracujazeiro, os teores de nitrogênio, ferro e zinco são incrementado pela irrigação com água cinza tratada.

Palavras-chaves: *Carica papaya* L. *Passiflora edulis* L. Reúso de água. Efluente.

ABSTRACT

Agriculture is one of the main sources of income for settlements and rural communities in the state of Rio Grande do Norte, where the use of water is extremely necessary to enable the production of vegetables and fruits. The scarcity of water resources brings dozens of damage to the population, making livestock unviable, harming water supply and hindering agricultural production, especially small farmers. The water reuse is an alternative to minimize the problem of drought that, in addition to meeting the water demand of the plant, also provides nutrients necessary for its development. The objective of this work was to evaluate the use of treated gray water on the growth and nutrient content of papaya and passion fruit seedlings. The experiment was carried out in the Jurema rural settlement, located in the municipality of Mossoró-RN. For each crop, the non-destructive analyzes were performed: height, stem diameter and number of leaves, being the experimental arrangement in plots sub-divided in time, arranged in the plot three types of irrigation water: T - Treated gray water; A - supply water and M - 1: 1 effluent and water supply mixture for each crop. In the subplot, the evaluation times 30, 60 and 75 days after sowing were distributed with three blocks and five plants per block. For each crop, the destructive analyzes were also carried out: root length, dry mass and nutrient content, with a simple randomized block design with three treatments, corresponding to the irrigation water (T, A and M), with three blocks and five plants per block. The irrigation with treated gray water improved the production of papaya and passion fruit, promoting higher growth and biomass accumulation in relation to water supply. For papaya, nitrogen, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese and zinc contents in the plant tissue were not altered by irrigation with gray water, whereas for passion fruit, nitrogen, iron and zinc contents were increased by irrigation with treated gray water.

Key words: *Carica papaya* L. *Passiflora edulis* L. Water reuse. Effluent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa demográfico do semiárido.....3

CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA CINZA TRATADA NO CRESCIMENTO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MAMOEIROS

Figura 1. Localização do experimento.....21

Figura 2. Esquema do arranjo experimental.....22

Figura 3. Esquema simplificado da estação de tratamento.....22

CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MARACUJAZEIROS IRRIGADOS COM ÁGUA CINZA TRATADA

Figura 1. Localização do experimento.....37

Figura 2. Esquema do arranjo experimental.....38

Figura 3. Esquema simplificado da estação de tratamento.....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Característica média da água cinza para o Brasil.....7

CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA CINZA TRATADA NO CRESCIMENTO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MAMOEIROS

Tabela 1. Atributos químicos do substrato utilizado na produção de mamoeiros.....23

Tabela 2. Atributos físico-químicos das águas utilizadas na irrigação do mamoeiro.....24

Tabela 3. Teste 'F' e teste de média Tukey para a altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de mamoeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....25

Tabela 4. Teste 'F' e teste de média Tukey para o comprimento da raiz (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de mamoeiro irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....28

Tabela 5. Teste 'F' e teste de média Tukey para o teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em folhas de mamoeiro irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....30

CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MARACUJAZEIROS IRRIGADOS COM ÁGUA CINZA TRATADA

Tabela 1. Atributos químicos do substrato utilizado na produção de maracujazeiros.....39

Tabela 2. Atributos físico-químicos das águas utilizadas na irrigação do maracujazeiro.....40

Tabela 3. Teste 'F' e teste de média Tukey para a altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de maracujazeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....41

Tabela 4. Teste 'F' e teste de média Tukey para o comprimento da raiz (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de maracujazeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....43

Tabela 5. Teste 'F' e teste de média Tukey para o teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em folhas de maracujazeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.....45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INSA – Instituto Nacional do Semiárido

LASAP – Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta

OMS – Organização Mundial da Saúde

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-árido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Escassez hídrica no semiárido	2
2.2 Reúso de água na agricultura	4
2.3 Efluente doméstico	7
2.4 Características qualitativas da água cinza	7
2.4.1 Características físicas	8
2.4.2 Características químicas	8
2.4.3 Características microbiológicas.....	9
2.5 Aspectos legais sobre o reúso de água	9
2.6 A agricultura familiar e os quintais produtivos	11
REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA CINZA TRATADA NO CRESCIMENTO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MAMOEIROS	18
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONCLUSÕES	31
5. REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MARACUJAZEIROS IRRIGADOS COM ÁGUA CINZA TRATADA	34
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4. CONCLUSÕES	46
5. REFERÊNCIAS	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
APÊNDICE 1	51
APÊNDICE 2	53

1. INTRODUÇÃO GERAL

O agricultor familiar vem utilizado cada vez mais a fruticultura ao longo dos anos, substituindo as atividades agrícolas tradicionais, como cultivo de feijão, algodão e milho. A fruticultura mostrou-se capaz de gerar renda e manter os produtores nas áreas rurais, proporcionando, com isso, boas condições de sobrevivência às famílias, configurando-se como uma boa alternativa para as pequenas propriedades (Petinari et al., 2008).

A agricultura é uma das principais fontes de renda de assentamentos e comunidades rurais no estado do Rio Grande do Norte, onde a utilização de água é extremamente necessária para viabilizar a produção de hortaliças e frutas. O grande período de seca que vem afetando o estado desde 2012 trouxe dezenas de prejuízos à população, inviabilizando a criação de animais, prejudicando o abastecimento de água e dificultando a produção agrícola, principalmente a agricultura familiar.

A construção de cisternas e de pequenos açudes, a implantação de barragens subterrâneas e o reúso da água são meios que minimizam os problemas ocasionados pela escassez hídrica (Montenegro e Montenegro, 2012). O reúso é uma alternativa de baixo custo que, além de atender parte da demanda de água da planta, também fornece nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (Rocha et al., 2014).

As águas cinza, que são aquelas sem a presença de fezes humanas, são de fácil tratamento e representam cerca de 67% do volume total das águas residuárias domésticas geradas (Chanakya e Khuntia, 2014). Dessa forma, as águas cinza estão sendo cada vez mais utilizadas como fonte hídrica na produção agrícola.

O esgoto doméstico está diariamente disponível ao agricultor, e, quando tratado, pode proporcionar um aumento da produtividade e da qualidade do produto agrícola, fornecendo teores consideráveis de macros e micronutrientes necessários ao desenvolvimento dos cultivos agrícolas. O reúso desse esgoto tratado pode minimizar problemas sanitários em comunidades, evitando a contaminação dos solos das propriedades, principalmente dos quintais produtivos (Batista et al., 2017).

Os quintais produtivos são aqueles terrenos situados próximos à residência, onde se cultivam ou se mantêm múltiplas espécies que fornecem parte das necessidades nutricionais e alimentares da família. (Carneiro et al, 2013). Esses quintais ainda podem se tornar uma fonte de renda para o agricultor, sendo utilizados para a produção de culturas que possam ser comercializadas no comércio local.

A fruticultura no estado do Rio Grande do Norte vem crescendo nos últimos anos, podendo ser tornar uma fonte de renda para o pequeno agricultor. As culturas do mamoeiros e maracujazeiros atraem bastante interesse da população, favorecendo inclusive a comercialização de mudas (David et al., 1999; Sampaio, 2007; Araujo et al., 2018;).

O mamão é bastante consumido no Brasil, devido as suas importantes propriedades nutricionais e ao seu excelente sabor. Essas características criam condições favoráveis para a sua comercialização, aderindo ao seu cultivo um maior valor econômico (Lima et al., 2018). O maracujá, cujo aroma e sabor são muito apreciados pelo brasileiro, possui um alto valor nutritivo, contribuindo para o aumento da sua produção. O maracujá é consumido in natura ou usado para fabricação de polpas e sucos, ganhando destaque como uma alternativa agrícola para os pequenos produtores (Furlaneto et al., 2014).

Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar o emprego de águas cinza na produção de mudas de espécies frutíferas, verificando a influência desse uso na produção de mamoeiros e de maracujazeiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Escassez hídrica no semiárido

A região semiárida brasileira ocupa uma área de 1.127.953 km², abrangendo 10 estados, cerca de 18,26% da área do Brasil (Figura 1). Essa região é habitada por cerca de 15% da população brasileira, sendo uma das mais densamente povoada entre as terras secas do mundo, com mais de 27 milhões de habitantes, ou aproximadamente 25 habitantes por km² (INSA, 2017; Marengo et al, 2013).

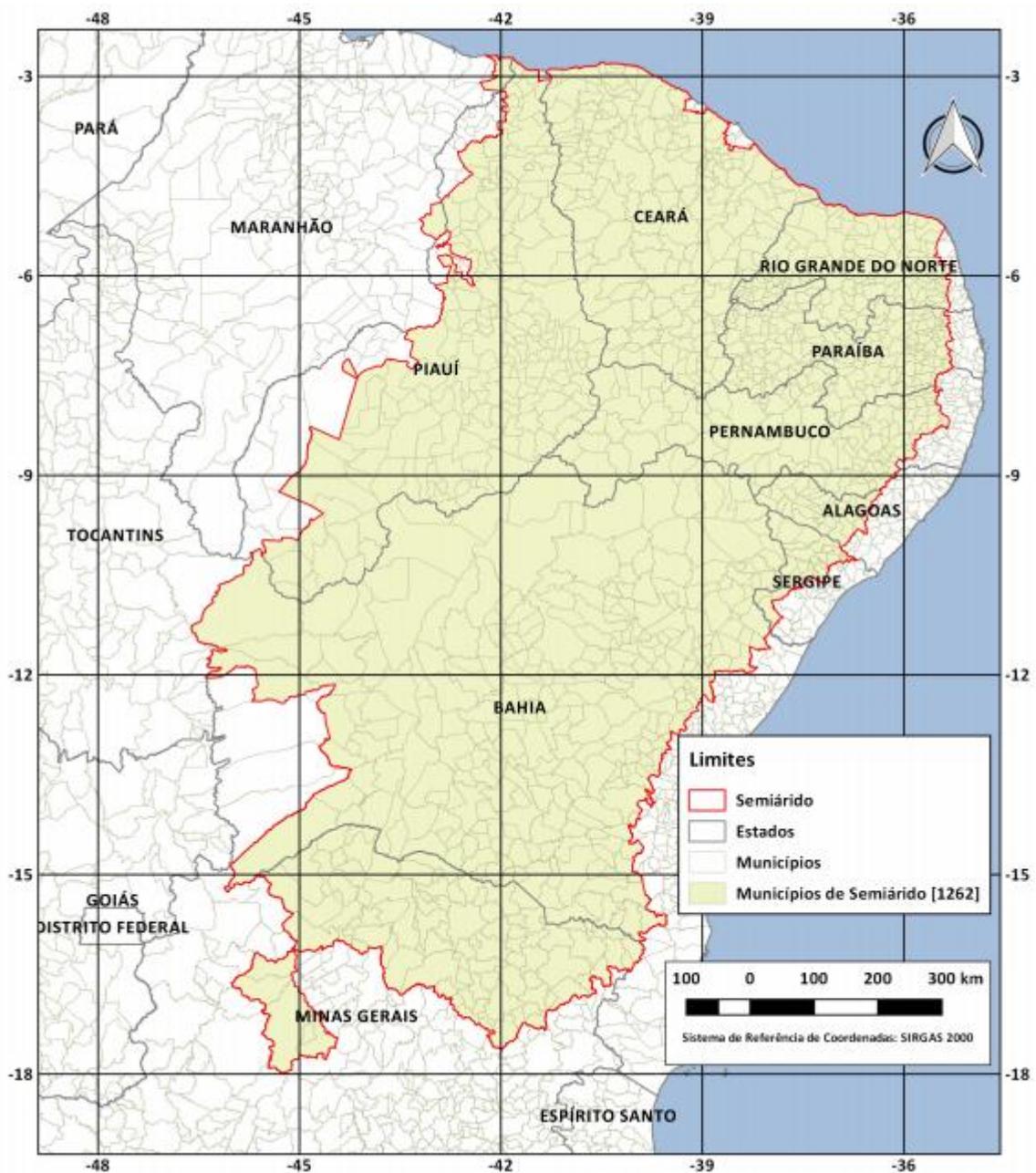


Figura 1. Mapa demográfico do semiárido.

Fonte: INSA (2017).

As regiões semiáridas estão marcadas pela rigidez climática, com precipitações que variam entre 300 a 800 mm anuais (Crispim et al., 2016). Essa precipitação é concentrada em poucos meses durante o ano, dificultando o seu uso na agricultura.

Além da baixa precipitação, a região semiárida possui elevadas taxas de evaporação, atingindo cerca de 2500 mm ao ano, prejudicando ainda mais o desenvolvimento agrícola, que é essencialmente dependente da oferta de água, trazendo assim consequências econômicas e sociais para a região (Martins et al., 2017). De acordo com Montenegro et al. (2012), o semiárido brasileiro possui áreas que são denominadas de ‘Polígono das Secas’, que são

caracterizadas pela distribuição irregular de precipitações no tempo, possuindo solos rasos, rios intermitentes e escassos recursos hídricos subterrâneos.

Para comprometer ainda mais a disponibilidade de água, ocorre periodicamente estiagens, provocadas por variabilidades climáticas, comprometendo o abastecimento de água e a recarga hídrica, causando prejuízos parciais ou totais no setor agropecuário (Pereira et al., 2018).

É importante destacar que a escassez hídrica também pode decorrer de aspectos qualitativos. A falta de manejo adequado e de cuidados com fontes de poluição acabam afetando a qualidade dos recursos hídricos, inviabilizando o seu uso. Segundo Santos & Sparovek (2011), a redução da qualidade hídrica está relacionada com a má conservação do solo e com o uso irracional dos recursos naturais, deixando de estar disponível para o consumo humano e até mesmo para a agricultura.

Portanto, a gestão dos recursos hídricos torna-se um desafio nas regiões semiáridas, fazendo-se necessário a implementação de políticas públicas para uma melhor gestão deste recurso. Atualmente, são desenvolvidas algumas políticas públicas para minimizar o problema da escassez hídrica, como a construção de açudes, construção de cisternas, perfuração de poços, construção de barragens subterrâneas, dessalinização e o reaproveitamento de águas (Montenegro & Montenegro, 2012).

2.2 Reúso de água na agricultura

Devido à escassez hídrica que vem aumentando durante os anos, o reúso da água se torna uma alternativa para a diminuição do uso de água potável dos mananciais. O reúso de água consiste no aproveitamento de uma água que foi utilizada, uma ou mais vezes, em alguma utilidade humana, para suprir necessidades de usos benéficos (Lavrador filho, 1987).

A prática do reúso vem sendo utilizada desde o início das civilizações. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga e na China, com a utilização de esgotos na irrigação. Segundo Landes (1999), os chineses já dominavam técnicas de reúso séculos antes da era cristã, utilizando seus rios poluídos com esgotos para a irrigação de campos de arroz.

Na Índia, a irrigação é o principal método de disposição de esgotos no país, tendo a primeira fazenda de esgotos estabelecida em 1895. Já na África do Sul, 25% do esgoto tratado são utilizados na irrigação, valor este que pode variar para até 100% em algumas cidades (Benetti, 2006).

Em Israel, a reutilização de águas na agricultura é uma prioridade nacional devido à grande escassez desse recurso, à poluição dos corpos hídricos e aos altos níveis de consumo de água. A reutilização constitui a fonte imediata de água adicional para irrigação e representa aproximadamente 10% do consumo total de água da nação (Lasso & Ramírez, 2011).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou em 1973 um documento que apresenta a classificação dos tipos de reúso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades (Moruzzi, 2008):

- Reúso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada em corpos hídricos para ser utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Neste tipo de reúso, a autodepuração do corpo receptor é utilizada para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura;
- Reúso direto: é o uso planejado de esgotos tratados para certas finalidades, como no uso industrial, na irrigação ou para a recarga de aquíferos. Esse tipo necessita de tecnologias apropriadas de tratamento para a adequação da qualidade do efluente de uma estação de tratamento para um nível de qualidade definida pelo uso requerido;
- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente nas instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição;
- Reúso potável direto: ocorre quando o esgoto tratado é diretamente reutilizado no sistema de água potável. Esse tipo tem um elevado custo de tratamento e um alto risco sanitário.
- Reúso potável indireto: é o tipo em que o esgoto tratado é lançado nos corpos hídricos para diluição e purificação natural, e em seguida, captação, tratamento e utilização como água potável. É quando o tratamento do esgoto é empregado para adequar a qualidade do efluente aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

O uso de água de baixa qualidade, além de atender parte da demanda de água da planta, também pode fornecer muitos dos nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (Rocha et al., 2014). Segundo Bezerra et al. (2014) a utilização de águas residuais para

irrigação é uma opção viável para reduzir o uso de águas de boa qualidade, reservando a sua utilidade para usos mais restritivos, como o consumo humano. Ainda segundo Bezerra et al. (2014), a água residual ainda contém nutrientes, matéria orgânica e agentes de condicionamento do solo, que podem promover o estabelecimento de culturas e aumentar sua produtividade.

Segundo Feitosa et al. (2015) o reúso do efluente doméstico na irrigação de feijão caupi causou um efeito significativo nas variáveis de crescimento da planta, proporcionando um melhor desempenho no diâmetro e na altura comparando com outras irrigadas com água potável.

Já Dantas et al. (2014) verificaram que não houve diferença significativa na produção de rabanete irrigados com água potável e com efluente de esgoto doméstico tratado. O efluente mostrou-se viável na irrigação da cultura do rabanete, obtendo variáveis agrônômicas similares a irrigação com água de abastecimento, além de encontrar valores de patógenos a níveis aceitáveis pela ANVISA.

Utilizando a água cinza, Lubbe et al. (2016) irrigaram sementes de espinafre vermelho (*Amaranthus dubius*), não havendo perdas na porcentagem de produção de mudas se comparadas a irrigação com água potável. Oliveira et al. (2013) verificaram que houve um aumento significativo na produção da moranga, comparando-a com uma cultura não irrigada, verificando ainda que a água cinza tratada não comprometeu a qualidade sanitária dos frutos.

Quando se trata do reúso de efluentes tratados para a irrigação, é importante ter cuidados com a preservação da saúde dos usuários e a preservação do meio ambiente (Hespanhol, 2002). Para o desenvolvimento desta prática, deve-se ter cuidados para evitar acúmulo de sais e a contaminação do solo, sendo importante a aplicação de um efluente com teor de nutriente que a planta consiga absorver, procurando evitar excedentes, diminuindo assim, o risco de contaminação ambiental (Batista et al, 2013).

Saliba et al. (2018) mostram que a reutilização de águas residuais tratadas podem fornecer uma solução chave para abordar a gestão sustentável dos recursos hídricos na agricultura. No entanto, o sucesso dessa prática depende da aceitação e envolvimento do público, exigindo uma cuidadosa avaliação e estudos. Os autores constataram uma grande aceitação por parte da população da Itália, tanto agricultores quanto consumidores, sendo importante informar a população sobre a importância e os reais riscos do reúso, através de campanhas de conscientização, melhorando a comunicação com a população a fim de popularizar esta prática.

2.3 Efluente doméstico

O efluente doméstico podem ser definido como uma combinação de resíduos diluídos em água removidos de uma residência. Otterpohl (2001) separou diferentes tipos de efluentes domésticos, de acordo com suas características, visando reutilizá-los ou minimizá-los para reduzir os impactos causados ao meio ambiente. O efluente doméstico foi separado em 4 tipos:

- Água negra (blackwater): efluente proveniente dos vasos sanitários, incluindo fezes, urina e papel higiênico;
- Água cinza (greywater): águas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários;
- Água amarela: representando somente a urina;
- Água marrom: representando somente as fezes.

Dentre os tipos citados, a água cinza se destaca por possuir o menor nível de poluição. Alguns autores, como Nolde (2000), não considera como água cinza o efluente oriundo de cozinhas, por considerá-lo altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras.

2.4 Características qualitativas da água cinza

É importante identificar as concentrações dos compostos presentes nos efluentes domésticos, antes de seu lançamento a que for destinado. Alguns compostos, em concentrações elevadas, podem agir como poluentes ao meio ambiente, como também podem atuar como fertilizantes, contribuindo para o aumento de nutrientes no solo.

A composição da água cinza varia de acordo com o estilo de vida dos moradores das residências onde o efluente é gerado. Alguns fatores, como local onde foi gerado, faixa etária ou classe social, influenciam diretamente na qualidade da água cinza (Feitosa et al., 2011).

Feitosa et al. (2011) ainda caracterizaram as águas cinza provenientes da pia da cozinha, banheiro e do tanque de lavar roupa de uma residência rural, encontrando características físicas e químicas diferentes de outros autores, com estudos realizados em locais diferentes. Até mesmo o percentual gerado de água cinza de uma residência pode ser estimado com base nos diferentes consumos, variando por local, faixa etária e etc. A Tabela 1 apresenta as características médias da água cinza para diferentes localidade do Brasil, apresentada por diferentes autores.

Tabela 1. Característica média da água cinza para o Brasil

Referência	Fonte de água cinza	Turbidez	Sólidos Totais	Sólidos Suspensos Totais	Nitrogênio Amoniacal	Nitrato	Fósforo Total	DBO ₅	DQO
		(uT)	(mg/L)						
Bazzarella (2005)	Composta	206	1499	279	2,25	0,57	9	484,8	1205,8
Fiori et al. (2006)	Chuveiro	246,49		152,67				302,11	644,11
Peters et al. (2006)	Composta	155		129	3,1	0,26	7,7	267	280
Paulo et al. (2007)	Composta	171,9		129,8	2,81	0,12		359	533
Feitosa et al. (2011)	Composta	819,6	1311,5		57,05	7,74	19,8	380,6	706,4
Monteiro et al. (2015)	Tanque/Maq. de lavar		603	104	2,8				1025

Fonte: Bazzarella (2005); Fiori et al. (2006); Peters et al. (2006); Paulo et al. (2007); Feitosa et al. (2011); Monteiro et al. (2015).

Bazzarella (2005) identificou que os efluentes de lavatórios e de chuveiros apresentam características semelhantes à de um esgoto com características de fracas a média, enquanto que os efluentes de um tanque, máquina de lavar roupa e pia de cozinha apresentam características semelhantes a de um esgoto com características de média a fortes. Com isso, há uma diferença da qualidade de acordo com o local onde foi gerado e que a água do lavatório e do chuveiro são de melhor qualidade se comparadas com os outros efluentes domésticos.

2.4.1 Características físicas

A temperatura, a cor, a turbidez e os sólidos suspensos são os parâmetros mais relevantes para a água cinza. Uma temperatura elevada pode favorecer o crescimento de microrganismos, enquanto a turbidez e sólidos suspensos podem influenciar no entupimento de tubulações, prejudicando o transporte e tratamento desse efluente (Bazzarella, 2005). Os sólidos suspenso são originados de resíduos corporais e de produtos de higiene (Winward et al., 2008).

2.4.2 Características químicas

Os parâmetros químicos mais importantes são a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO) e os compostos nitrogenados e fosforados e o enxofre. Segundo Eriksson et al. (2002) a maior parte da DQO é derivada dos produtos químicos, como produtos de limpeza e detergentes. Ainda segundo Eriksson et al. (2002), os

níveis de DQO são próximos aos encontrados para o esgoto doméstico convencional, enquanto que os valores DBO encontrados são geralmente mais baixos.

Em relação aos compostos nitrogenados, Eriksson et al. (2002) ainda explicam que a concentração de nitrogênio total encontrado é baixa, pois a fonte principal de nitrogênio é a urina, que não está presente na água cinza, porém, ele ainda pode ser encontrado em produtos de limpeza e da cozinha, mas em pouca concentração. Já aos compostos fosfatados, os autores apresentam como sendo derivados dos detergentes utilizados nas residências.

Os compostos de enxofre também são importantes devido à formação de odores desagradáveis, sendo derivados dos sabões, detergentes e da decomposição de matéria orgânica (Bazzarella, 2005).

2.4.3 Características microbiológicas

Algumas atividades como o banho, a limpeza das mãos após o uso do banheiro ou a lavagem de roupas contaminadas por fezes são as principais fontes de microrganismos patogênicos na água cinza. A presença de coliformes totais e *Escherichia Coli* (*E. Coli*) na água cinza podem implicar na presença de patógenos intestinais, como *Salmonella* e vírus entéricos (Eriksson et al., 2002).

2.5 Aspectos legais sobre o reúso de água

A legislação brasileira ainda está em desenvolvimento, quando se refere ao reúso da água, não possuindo uma legislação específica para o reúso. A Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997 é o dispositivo legal que norteia a gestão dos recursos hídricos no país. Esta lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados para os seus respectivos usos (Brasil, 1997). Esta lei não engloba diretamente o reúso, mas a considera na gestão dos recursos hídrico.

Só apenas em 2005, com a Resolução de N° 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, foi criada modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água em todo território nacional. Segundo o Art. 3° desta resolução, o reúso direto não potável de água abrange as seguintes modalidades:

- Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais;
- Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos modalidades:

Existem alguns municípios e estados brasileiros que implementaram legislações para o reúso das águas. No município de Maringá – PR, foi criada em 21 de janeiro de 2003 a Lei de nº 6076, que regulamenta o reúso de água não potável. O Art. 1º especifica que o município de Maringá reutiliza a água proveniente das estações de tratamento de esgotos, para a lavagem de ruas, praças públicas e outros logradouros, e para a irrigação de jardins, praças e campos esportivos (Maringá, 2003a). Ainda no mesmo ano no município foi criada a Lei de nº 6345, que institui o programa de reaproveitamento de águas de Maringá, com o objetivo de incentivar a criação de reservatórios para a contenção de águas servidas na base de chuveiros, banheiras, lavatórios e em outros locais julgados convenientes, bem como também para o recolhimento de águas das chuvas, e também dispositivos para a utilização dessas águas na descarga de vasos sanitários, mictórios e lavagem de pisos, terraços e outros procedimentos similares (Maringá, 2003b).

No município de Curitiba, foi criada também em 2003 a Lei de nº 10785, que regulamenta a criação do Programa de Conservação e Uso Racional de Águas em Edificações, com o objetivo de instituir medidas que proporcionem a conservação da água. A Lei determina que as águas provenientes do tanque, da máquina de lavar, do chuveiro e da banheira, serão direcionadas, através de encanamento próprio, a um reservatório destinado às descargas dos vasos sanitários e, apenas após esta utilização, descarregada na rede pública de esgotos (Curitiba, 2003).

A nível estadual tem-se a lei nº 16033 do estado do Ceará, criada em 20 de Junho de 2006. Esta lei dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará, com o objetivo de viabilizar e estimular a ação do reúso de águas no estado. A lei estabelece que o Plano Estadual dos Recursos Hídricos e os Planos de Gerenciamento das

águas de Bacias Hidrográficas devem incluir diretrizes para o reúso de água, bem como instituir metas a serem cumpridas pelo Estado no que se refere ao reúso (Ceará, 2006).

É importante destacar que no Brasil existem normas técnicas que auxiliam no tratamento e reúso de efluentes, porém, nenhuma possui efeito de lei. Dessa forma, ainda não foram determinados os parâmetros para a prática de reúso, lembrando que a legislação afirma que tais padrões ainda serão criados (Rollemberg et al., 2016).

2.6 A agricultura familiar e os quintais produtivos

Para a definição de agricultura familiar é utilizada a Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, que considera como sendo aquele agricultor ou empreendedor que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; tenha renda familiar predominantemente originada dessas atividades econômicas e; dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (Brasil, 2006).

A agricultura familiar é responsável por produzir 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros todos os dias e ocupa quase 75% da mão de obra do campo, abrangendo cerca de 9,4% da área territorial brasileira, empregando 6,5% da população (Brasil, 2012; IBGE, 2006). O cultivo ocorre nos quintais produtivos, que são os terrenos situados próximos à residência, onde se cultivam ou se mantêm múltiplas espécies que fornecem parte das necessidades nutricionais da família, ou outros produtos, como plantas medicinais, arbustos e trepadeiras (Carneiro et al, 2013).

Nos quintais produtivos são encontrados espécies selecionadas pelos agricultores, que apresentam um alto índice de produtividade e uma baixa necessidade de uso de produtos químicos, se concentrando nas espécies nativas. A diversidade dos quintais contribui não somente para a segurança alimentar e estabilidade econômica dos agricultores familiares, mas para o equilíbrio do sistema agroecológico como um todo (Oklay, 2004).

Silva et al (2016) explica que a utilização de quintais produtivos, além de garantir a situação de segurança alimentar e nutricional das famílias, possuem um alto potencial de melhorar as condições de alimentação e/ou de renda familiar. Porém, a escassez dos recursos hídricos vem prejudicando a produção nos quintais, sendo necessário meios alternativos para contornar a falta de água.

O reúso de água nos quintais produtivos pode garantir a produção durante todo o ano, contornando o problema da escassez hídrica, contribuindo para a segurança alimentar das famílias, além de diminuir a poluição dos quintais (Santiago et al., 2015).

REFERÊNCIAS

- Araujo, J. J.; Mendonça, V.; Pereira, M. F. S.; Souza, M. F. Agronomic characteristics of the pacovan organic banana in irrigation systems in the açu-rn valley. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 370-378, 2018.
- Batista, A. A.; Dutra, I.; Carmo, F. F.; Izidio, N. S. C.; Batista, R. O. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 70-80, 2017.
- Batista, R. F.; Dias, N. S.; Freire, F. G. C.; Silva, K. B. Princípios e técnicas de tratamento de água e esgoto. In: Dias, N. S.; Brígido, A. R.; Souza, A.C.M. Manejo e Conservação dos Solos e da Água. Editora Livraria, São Paulo, 2013.
- Bazzarella, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações. 2005. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2005.
- Benetti, A. D. Reúso de águas residuárias na agricultura: cenário atual e desafios a serem enfrentados. In: II Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, 2006, Passo Fundo, RS. II Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, 2006.
- Bezerra, F. M. L.; Freitas, C. A. S.; Silva, A. R. A.; Mota, S. B.; Aquino, B. F. Irrigation with domestic treated sewage and nitrogen fertilizing in sunflower cultivation. *Engenharia Agrícola*, 34(6), p.1186-1200, 2014.
- Brasil. Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, jan de 1997.
- Brasil. Lei Federal Nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União*, DF, jul. 2006.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Publicação Especial do Ministério do Desenvolvimento Agrário Plano Safra da Agricultura Familiar 2012/2013. Jun. 2012.
- CARNEIRO, M. G. R.; CAMURCA, A. M.; ESMERALDO, G. G. S. L.; SOUSA, N. R. Quintais Produtivos: contribuição à segurança alimentar e ao desenvolvimento sustentável local na perspectiva da agricultura familiar (O caso do Assentamento Alegre, município de Quixeramobim/CE). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 8(2), p. 135 - 147, 30 ago. 2013.
- Ceará. Lei Nº 16.033, de 20 de junho de 2006. Dispõe sobre a política de reúso de água não potável no âmbito do estado do Ceará. Ceará, 2016. *Diário oficial do estado do Ceará*, Fortaleza, CE, 22 jun. 2006.

- Chanakya, H. N.; Khuntia, H. K. Treatment of gray water using anaerobic biofilms created on synthetic and natural fibers. *Process Safety and Environmental Protection*, Oxford, v 92, n. 2, p. 186 - 192, 2014.
- Costa, L. R.; Gurgel, M. T.; Alves, S. M. C.; Mota, A. F.; Azevedo, J.; Almeida, J. P. N. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 7, núm. 3, pp. 421-426, 2012.
- Crispim, A. B.; Souza, M.J.N.; Silva, V.S.; Queiroz, P. H. B. A questão da seca no semiárido nordestino e a visão reducionista do Estado: a necessidade da desnaturalização dos problemas socioambientais. *Ambiente & Educação*, v. 21, p. 39-59, 2016.
- Curitiba. Lei Municipal nº 10.785, de 18 de Setembro de 2003. Criou o programa de conservação e uso racional da água nas edificações, o PURAE. Disponível em: <http://leismunicipa.is/fbnpe>. Acesso em: 11 de nov. 2018.
- 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*, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 109-117, 2014.
- David, D. V.; Silva, J. M. A.; Silva, P. M. Diagnóstico de produção e comercialização de mudas e semente de espécies frutíferas na região Nordeste do Brasil. Viçosa, MG: UFV; DER; FUNABE, 215p, 1999.
- Eriksson, E.; Auffarth, K.; Mogens, H. Ledin, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*. v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.
- Feitosa, A. P.; Lopes, H. S. S.; Batista, R. O.; Costa, M. S.; Moura, F. N. Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*, v. 8, n. 3, p. 196-206, 2011.
- Feitosa, S. O.; Silva, S. L.; Feitosa; Carvalho, C. M.; Feitosa, E. O. Crescimento do feijão caupi irrigado com efluente tratado e água salina sob diferentes concentrações. *Agropecuária Técnica*, v. 36, p. 146-155, 2015.
- Fiori, S.; Fernandes, V. M. C.; Pizzo, H. S. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. *Ambiente Construído (São Paulo)*, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 19-30, 2006.
- Furlaneto, F.P.B., Esperancini, M.S.T., Martins, A.N., Okamoto, F., Vidal, A.A., Bueno, O.C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. *Ciência Rural* 44: 235-240. 2014.
- Hespanhol, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH*, Porto Alegre, ed. comemorativa, v. 7, n. 4, p. 75-97, dez. 2002.
- IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, 2006. 777 p. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=751. Acesso em: 12/03/2014.

- INSA - Instituto Nacional do Semiárido. Divisão político administrativa do semiárido brasileiro. 2017. Disponível em: <http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 15/02/2019.
- Landes, D S. The Wealth and Poverty of nations: Why some are so rich and some so poor. New York: Norton, 1999.
- Lasso, J.; Ramírez, J. L., Perspectivas generales del efecto del reúso de aguas residuales para riego en cultivos para la producción de biocombustibles en Colombia. El Hombre y la Máquina. 2011.
- Lavrador Filho, J. Contribuição para o Entendimento do Reúso Planejado das Águas e Algumas Considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.
- Lima, L. L. C.; Silva, D. J.; Silva, L. E. B.; Barros, R. P. Índice de germinação de sementes de duas variedades de mamão (*Carica papaya* L.) em substrato Bioplant®. *Diversitas Journal*, v. 3, p. 45-50, 2018.
- Lubbe, E; Rodda, N; SERSHEN. Effects of greywater irrigation on germination, growth and photosynthetic characteristics in selected African leafy vegetables. *Water SA*, Pretoria, v. 42, n. 2, p. 203-212, 2016.
- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Soares, W. R.; Rodriguez, D. A.; Camargo, H.; Riveros, M. P.; Pabló, A. D. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. *Journal of Climate*. 26:9137-9154. 2013.
- Maringá. Lei nº 6.076 de 21 de Janeiro de 2003. Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências. Disponível em: <http://leismunicipa.is/lvtqg>. Acesso em: 10 de nov. 2018a.
- Maringá. Lei nº 6.345 de 15 de Outubro de 2003. Institui o programa de reaproveitamento de águas de Maringá. Disponível em: <http://leismunicipa.is/labor>. Acesso em: 10 de nov. 2018b.
- Martins, E.S.P.R.; Coelho, C.A.S.; Haarsma, R.; Otto, F.E.L.; King, A.; Oldenborgh, G.J.V.; Kew, S.; Philip, S.; Vasconcelos Júnior., F.C.; Cullen, H. A. Multimethod attribution analysis of the prolonged Northeast Brazil hydrometeorological drought (2012-16). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99: 65-69. 2017.
- Monteiro, V. R. C.; Sezerino, P. H.; Philippi, L. S. Caracterização e Tratamento de Água Cinza Residencial Empregando a Ecotecnologia dos Wetlands Construídos. *Engenharia ambiental*, v. 12, p. 93-109, 2015.
- Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas. Gheyi. H.R., Paz, V.P.S., Medeiros, S.S. Galvão, C.O. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.
- Moruzzi, R. B. Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios. *OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 271 à 294*. 2008.

- Nolde, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. *Urban water*. N. 4, v. 1, p. 275-284, 2000.
- Oakley, E. Quintais domésticos: uma responsabilidade cultural. *Agriculturas - Experiências em Agroecologia*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.37-39, nov. 2004.
- Oliveira, Pedro C. P. Oliveira; Gloaguen, Thomas V.; Gonçalves, Roberta A. B.; Santos, Dionei L. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 861-867, 2013.
- Otterpohl, R.; Braun, U.; Oldenburg, M. Innovative technologies for decentralised wastewater management in urban and peri-urban areas. In: *Specialised Conference on Small Water and Wastewater Treatment Systems*, 5, Estambul-Turquia, 2002.
- Paulo, P. L.; Braga, A. F. M.; Maximovitch, A. C.; Boncz, M. A. tratamentos de água cinza em uma unidade residencial de banheiros construídos. In: *24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2007.
- Pereira, T. M. S.; Santiago, M. S.; Silva, J. A. L; Moura, D. C. Tanques de pedra: tecnologia social voltada a gestão hídrica. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 4, p. 016-023, 2018.
- Peters, M. R. Potencialidade de Uso de Fontes Alternativas de Água Para Fins Não Potáveis em Uma Unidade Residencial. 109 f. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- PetinarI, R. A.; Tereso, M. J. A.; Bergamasco, S. M. P. P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 356-360, 2008.
- Rocha, S. A.; Garcia, G. O.; Lougon, M. S.; Cecílio, R. A.; Caldeira, M. V. W. Crescimento e nutrição foliar de mudas de *Eucalyptus* sp. irrigadas com diferentes qualidades de água. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, p.141-151, 2014.
- Rocha, S. A.; Garcia, G. O.; Lougon, M. S.; Cecílio, R. A.; Caldeira, M. V. W. Crescimento e nutrição foliar de mudas de *Eucalyptus* sp. irrigadas com diferentes qualidades de água. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, p.141-151, 2014.
- Rolleberg, S. L.S.; Sobral, F. M.. avaliação do potencial de reúso de água em fortaleza-ce. rede : revista eletrônica do prodema, v. 10, p. 147-158, 2016.
- Saliba, R; Callieris, R; D'Agostino, D; Roma, R; Scardigno, A. Stakeholders' attitude towards the reuse of treated wastewater for irrigation in Mediterranean agriculture. *Agricultural Water Management*. V.204, Pages 60-68. 2018.
- Sampaio, L. M. B. Modelo Principal-Agente para contratos entre pequenos produtores e empresa exportadora de manga no Rio Grande do Norte. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, v. 45, n. 4, p. 879-898, 2007.

- Santos, D. S.; Sparovek, G. Retenção de sedimentos removidos de área de lavoura pela mata ciliar, em Goiatuba (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 5, 2011.
- Santiago, F. S.; Jalfim, F. T.; Blackburn, R. M.; Dombroski, S. A. G ; Monteiro Neto, L.; Nanes, M B.; Dias, I. C. G. M.; Gurgel, R. L. S.; Oliveira, B. V.; Oliveira, G. C.; Santos, W. D.; Pinheiro, M. R. A.; SALES, F. C. N.; SILVA, J. K. M. Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro.. 1. ed. Caraúbas - RN: ATOS, v. 1. 194p. 2015.
- Saraiva, V. M.; Konig, A. produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. *Holos*, vol. 1, pp. 28-46, 2013.
- Silva, A. C. G. F.; Anjos, M. C. R.; ANJOS, A. Quintais produtivos: para além do acesso à alimentação saudável, um espaço de resgate do ser. *Guaju*, v. 2, p. 77-101, 2016.
- Winward, P. G., Avery, L. M., Stephenson, T., Jefferson B. Chlorine disinfection of grey water for reuse: Effect of organics and particles. *Water research*. n. 42. p. 483- 491, 2008.

CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA CINZA TRATADA NO CRESCIMENTO E NA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MAMOEIROS

RESUMO

O semiárido apresenta extensos períodos de seca, com isso, o reúso da água é uma alternativa importante para viabilizar a agricultura irrigada. Objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de água cinza tratada no crescimento e na composição mineral de mudas de mamoeiros. O experimento foi realizado no assentamento rural Jurema, localizado no município de Mossoró-RN. Para as análises não destrutivas, altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, o arranjo experimental foi em parcelas sub-divididas no tempo, sendo dispostos nas parcelas os três tipos de águas de irrigação (água cinza tratada; água de abastecimento e mistura da água cinza e da água de abastecimento, na proporção 1:1). Na sub-parcela foram distribuídos os tempos de avaliação 30, 60 e 75 dias após a semeadura, com três blocos e cinco plantas por bloco. Para as análises destrutivas comprimento da raiz, massa seca e teor de nutrientes, o arranjo experimental foi de blocos casualizados simples, com três tratamentos, correspondentes às águas de irrigação (água cinza tratada; água de abastecimento e mistura de água cinza e da água de abastecimento), com três blocos e cinco plantas por bloco. As mudas irrigadas com a água cinza tratada tiveram maiores valores de altura da planta, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz. Os teores de N, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn no tecido vegetal não foram alterados pela irrigação com água cinza.

Palavras-chaves: *Carica papaya* L., reúso da água, efluente.

INFLUENCE OF THE IRRIGATION WITH TREATED GRAY WATER ON GROWTH AND MINERAL COMPOSITION OF PAPAYA SEEDLINGS

ABSTRACT

The semi-arid have extended periods of drought, therefore, the reuse of water is an important alternative for irrigation agriculture. The objective of this work was to evaluate the use of treated gray water in the growth and mineral composition of papaya seedlings. For non-destructive analysis, plant height, stem diameter, leaf number, the experimental setup was split-plot in time portions being arranged in three types of irrigation water (treated gray water; supply water and mixture of gray water and water supply, in the proportion 1:1). In the subplot, the evaluation times 30, 60 and 75 days after sowing were distributed with three blocks and five plants per block. For the destructive analyzes root length, dry mass and nutrient content, the experimental arrangement was of simple randomized blocks, with three treatments, corresponding to the irrigation water (treated gray water, water supply and gray water and water supply) with three blocks and five plants per block. The seedlings irrigated with treated gray water had higher values of plant height, stem diameter, length of the largest root, shoot dry matter and root dry matter. The levels of N, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn in the plant tissue were not altered by irrigation with gray water.

Key-Words: *Carica papaya* L., water reuse, effluent.

1. INTRODUÇÃO

O mamão é uma das frutíferas tropicais mais importantes do Brasil, por ser rico em vitaminas A, C e em antioxidantes, possuindo assim uma boa aceitação no mercado (Barros et al., 2018). Isso torna a cultura atrativa a grandes e pequenos produtores, principalmente na região nordeste do país, onde a cultura desempenha importância socioeconômica e alimentar, principalmente na agricultura familiar (Sá et al., 2013a; Araújo et al., 2015; Sá et al., 2016).

O mamoeiro vem sendo de grande importância para a produção familiar, servindo como fonte de alimento (consumo do fruto) ou servindo como fonte de renda (venda de mudas e de frutos). Porém, a sua produção é prejudicada devido à escassez hídrica que atinge as regiões semiáridas, sendo necessário meios alternativos de suprir a demanda hídrica da cultura. O reúso da água pode servir como uma alternativa para essa escassez hídrica, suprimindo a demanda hídrica das plantas, garantindo o sucesso produtivo nos períodos de estiagem (Sá et al., 2013b).

O reúso da água pode também servir como fonte de matéria orgânica e nutrientes para as plantas, contribuindo para manter e incrementar a produção agrícola durante todo o ano, em especial ao nível da agricultura familiar, contribuindo para a fixação do homem no campo (Machado et al., 2009; Petousi et al., 2018). O uso de água cinza tratada proporciona aumento na produtividade e qualidade do produto agrícola, além de minimizar os impactos ambientais causados pelo seu despejo no ambiente (Batista et al., 2017).

Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar o emprego de água cinza tratada no crescimento e na composição mineral de mudas de mamoeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma residência no assentamento rural Jurema, localizada no município de Mossoró-RN, no período de Maio a Outubro de 2018 (Figura 1). O município está localizado na região semiárida do nordeste brasileiro (18 m de altitude, 05° 1' 41,59" de latitude Sul e 37° 19' 30,38" de longitude Oeste) possuindo clima seco e quente, do tipo BSw_h' (segundo a classificação de Köppen). Com precipitação bastante irregular, o município possui uma precipitação média anual de 695 mm, uma temperatura média de 27 °C e umidade relativa do ar média de 70% (Silva et al., 2014), apresentando uma precipitação de 57 mm na comunidade durante o período do experimento (INMET, 2019).

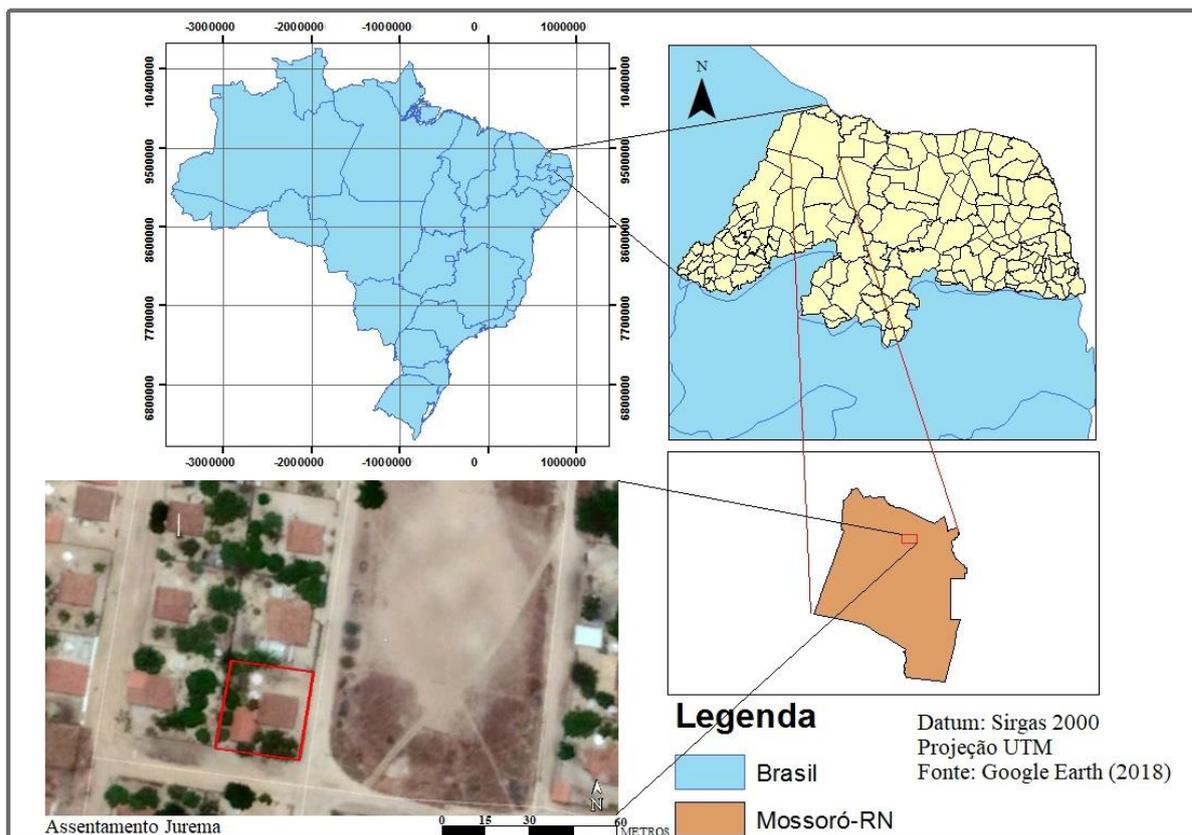


Figura 1. Localização do experimento

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC). Para as análises não destrutivas, altura da planta (AP), diâmetro do caule (DP) e número de folhas (NF), o arranjo experimental foi em parcelas sub-divididas no tempo, sendo dispostos nas parcelas três tipos de águas de irrigação: T – Água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura da água cinza tratada e da água de abastecimento, na proporção 1:1. Na sub-parcela foram distribuídos os tempos de avaliação 30, 60 e 75 dias após a semeadura, com três blocos e cinco plantas por bloco. Para as características destrutivas, comprimento da maior raiz (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn), avaliadas apenas aos 75 dias, o arranjo experimental foi um DBC simples com três tratamentos, correspondentes às águas de irrigação (T – Água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura da água na proporção 1:1), com três blocos e cinco plantas por bloco (Figura 2).

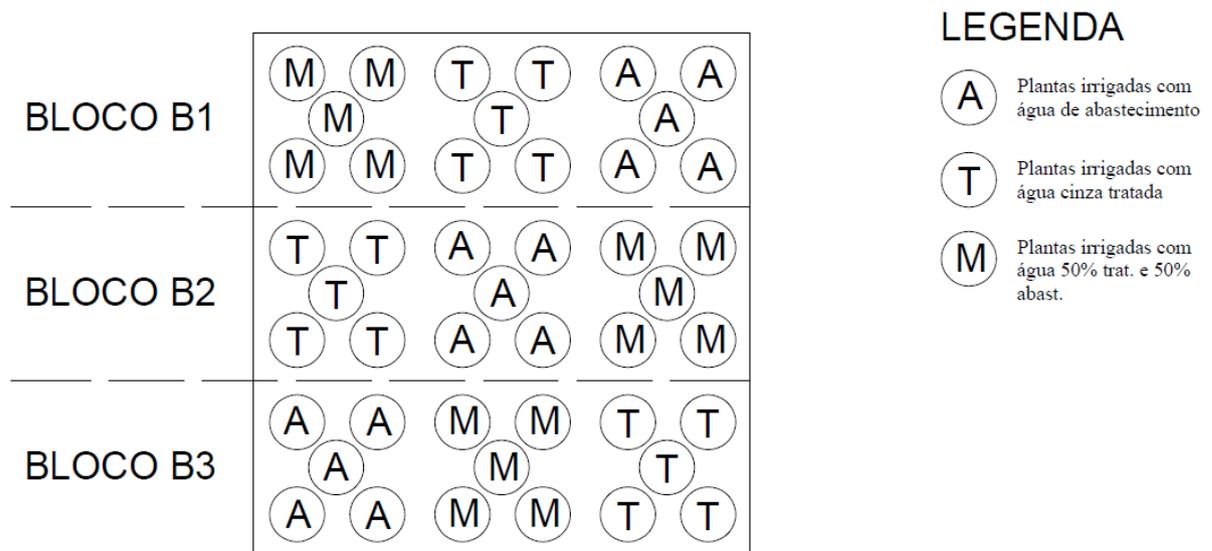


Figura 2. Esquema do arranjo experimental

A água cinza tratada foi oriunda de um sistema de tratamento de água construído na propriedade de um pequeno agricultor, localizada no assentamento, em uma residência habitada por seis pessoas, sendo quatro adultos e duas crianças. O sistema passou a receber e a tratar cerca de 60 litros de água residuária proveniente apenas dos chuveiros de dois banheiros, sendo composto por: uma caixa de passagem de 0,40 x 0,40 x 0,40 m de alvenaria, que tem por finalidade servir de local para coleta da água cinza bruta; um tanque séptico de duas câmaras com capacidade para 1000 L (500 L cada câmara); um filtro anaeróbio de fluxo ascendente com capacidade para 500 L e um reservatório de 500 L (reservatório final) para armazenar a água tratada (Figura 3).

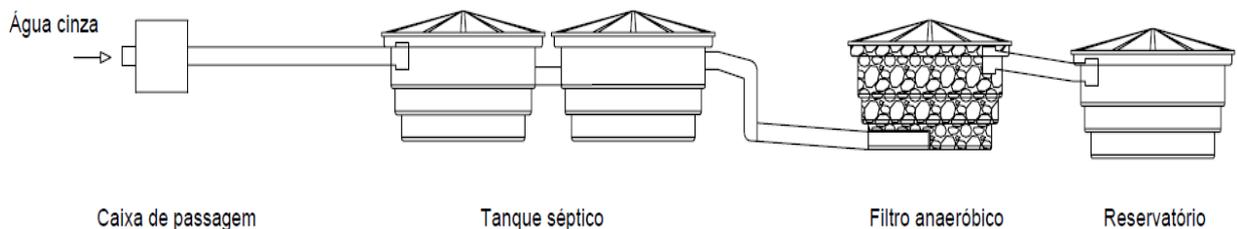


Figura 3. Esquema simplificado da estação de tratamento

Para o tanque séptico, o filtro anaeróbio e para o reservatório final, foram utilizados reservatórios de PVC de 500 L cada. Para o filtro anaeróbio, foi utilizada brita N° 1, preenchendo todo o reservatório. Foi empregado um tubo de 100 mm para dividir as duas câmaras do tanque séptico e tubos de 50 mm para unir todo o sistema (Fernandes, 2017).

A produção de mamoeiros teve início em maio de 2018, utilizando sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden. As sementes foram semeadas manualmente, em copos descartáveis de 180 mL, sendo colocadas apenas uma semente a 0,5 cm de profundidade em cada copo. Depois de 20 dias do plantio, as mudas foram transplantadas para as sacolas plásticas pretas, medido 15 x 25 x 0,15 cm, onde permaneceram até o final do experimento. O substrato utilizado para o plantio foi produzido pelo próprio produtor, utilizando uma mistura de solo da região com o esterco bovino, na proporção 1:1 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físico-químicos do substrato utilizado na produção de mamoeiros.

N	pH	CE	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC	m	PST
g kg ⁻¹	H ₂ O	dS/m	g kg ⁻¹			mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³			%
3,08	7,20	1,85	25,32	407,00	254,70	128,70	11,90	7,60	0	20,71	20,71	0	3,00

P, K⁺, Na⁺: extrator Mehlich 1; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; SB - Soma de bases; CE - Condutividade elétrica; CTC - Capacidade de troca de cátions total; m - Saturação por alumínio; PST - Percentagem de sódio trocável

As irrigações com as distintas águas (Tabela 2) tiveram início desde a semeadura, com dois eventos de irrigação diários, sendo um no início da manhã e ou ao final da tarde. A irrigação foi realizada por aspersão com o uso de regadores de modo a deixar o substrato com umidade próxima à máxima capacidade de retenção de água. A capacidade de campo foi determinada fazendo-se teste de retenção de água em três recipientes de cada tratamento, onde obteve a média dos mesmos. Para isto, adicionou-se gradativamente água ao substrato com auxílio de uma proveta graduada (1 L), coletando a água drenada. Dispondo-se, então, do volume total da proveta (1L) e do volume drenado, por diferença, calculou-se o volume retido no substrato, obtendo-se a capacidade de vaso.

Tabela 2. Atributos físico-químicos das águas utilizadas na irrigação do mamoeiro.

Atributos	Água de abastecimento	Água cinza tratada	Mistura das águas
pH (água)	8,20	7,90	7,90
CE (ds m ⁻¹)	0,50	1,31	1,00
K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,56	0,81	0,71
Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	2,06	6,20	4,28
Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	2,30	1,90	2,40
Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,60	1,60	1,50
Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,00	5,40	3,60
HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,90	5,30	4,50
P (mg L ⁻¹)	0,08	2,91	1,84
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,10	20,28	10,90
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,46	1,43	0,91
DBO ₅ [*] (mg L ⁻¹)	-	8,00	5,00
DQO ^{**} (mg L ⁻¹)	-	< 25	< 25
CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,60	1,00	0,80
HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,90	5,30	4,50
RAS	1,50	4,70	3,10
Fe (mg L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	54,60	913,5	474,00
Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	53,60	904,00	468,00
Sólidos em suspensão (mg L ⁻¹)	1,00	9,00	5,00

* Demanda Bioquímica de Oxigênio; ** Demanda Química de Oxigênio

Para avaliar o desenvolvimento das mudas de mamoeiros, as cinco plantas da parcela foram avaliadas quanto as seguintes características: a) Altura: medida a distância entre a superfície do substrato e a inserção do último par de folhas, utilizando uma régua graduada em centímetro (cm); b) Diâmetro do caule, medindo a 2 cm acima da superfície do substrato, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,02 mm; c) Número de folhas, medido por meio de contagem das existentes em cada uma das plantas. As medições foram analisadas aos 30, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS).

Ao final dos 75 dias, foi medido o comprimento da maior raiz de cada muda, obtido a partir do colo da planta até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em milímetros. Posteriormente, as mudas foram levadas para o laboratório da Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde as plantas foram particionadas em folhas, caule e raiz, e acondicionadas em sacos de papel, e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar à 65 °C, até a obtenção de peso constante. A partir de então, a matéria seca foi pesada em balança analítica de precisão de 0,0001 g, para obtenção da matéria seca das folhas, caule, raiz e total.

A matéria seca das folhas de cada planta da parcela foi moída em moinho do tipo Willey. Para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn foi usada digestão sulfúrica (H₂SO₄ + H₂O₂) e as amostras foram lidas no espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e no espectrofotômetro de chamas, conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). Para determinação de N, as leituras ocorreram no destilador de

nitrogênio, conforme metodologia citada por Tedesco et al. (1995), com algumas adaptações da EMBRAPA (2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância, teste ‘F’, ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Em caso de significância os dados foram analisados mediante teste de médias Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR 5.6.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre águas de irrigação e épocas de avaliação das mudas de mamoeiro foi significativa ao nível de 1% ($p < 0,01$) para as variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC). Para a variável número de folhas (NF) houve efeito significativo apenas para épocas de avaliação, ao nível de 1% ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3. Teste ‘F’ e teste de média Tukey para a altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de mamoeiros irrigadas com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação

Fontes de variação	Grau de liberdade	Significância do Teste ‘F’							
		AP	DC	NF					
Bloco (B)	2	0,068	0,374	0,460					
Águas (A)	2	0,002**	0,002**	0,095 ^{NS}					
Erro 1 (A*B)	4	--	--	--					
Tempo (Tem)	2	0,000**	0,000**	0,000**					
A x Tem	4	0,001**	0,000**	0,618 ^{NS}					
Erro 2	12	--	--	--					
CV1 (%)		9,71	9,49	9,38					
CV2 (%)		9,02	6,30	6,17					
Média Geral		26,58	5,49	12,27					
Teste de média									
Águas de irrigação	Altura de planta (cm)			Diâmetro do caule (mm)			Número de folhas		
	30 dias	60 dias	75 dias	30 dias	60 dias	75 dias	30 dias	60 dias	75 dias
A	8,69 a	22,43 b	30,79 b	1,85 b	5,09 b	6,09 c			
T	10,91 a	32,66 a	48,15 a	2,62 a	7,40 a	9,30 a	7,82 C	13,75 B	15,24 A
M	9,47 a	31,49 a	44,70 a	2,42 ab	6,74 a	7,94 b			
DMS	5,22			0,75			0,95		

** = Significativos a 1% de probabilidade; NS = não significativo; Letras minúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV1 – Coeficiente de variação da parcela; CV2 – Coeficiente de variação da subparcela; T – água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura da água cinza e da água de abastecimento, na proporção 1:1

Na AP das mudas de mamoeiro aos 30 dias, não foi observado diferença significativa para as fontes hídricas estudadas. Todavia, aos 60 e 75 dias após o plantio, verificaram-se as

maiores alturas nas mudas irrigadas com água cinza tratada e com a mistura do efluente com água de abastecimento (1:1), em relação às mudas irrigadas com água de abastecimento, com crescimentos na ordem de 45,61 e 40,39% aos 60 dias e de 56,38 e 45,18% aos 75 dias após o plantio, respectivamente (Tabela 3).

Utilizando água de abastecimento na produção de mamoeiros (cv. Tainung-01), Araújo et al. (2015) verificaram uma média de AP de 19,50 cm aos 60 dias após o plantio. A média de AP encontrada pelos autores é próxima aquelas irrigadas com água de abastecimento (22,43 cm) e inferior à média encontrada nas mudas irrigadas com o água cinza tratada e com a água de mistura (32,66 e 31,49 cm). Segundo Chaves et al. (2000), as mudas de mamoeiros precisam ter no mínimo 15-20 cm de altura da planta para o transplântio, ficando evidente que as mudas irrigadas com a água cinza tratada e com água de mistura estavam aptas a serem levadas ao campo, bem antes dos 60 dias.

Com relação ao DC, observou-se que aos 30 dias após o transplântio, o maior DC das mudas de mamoeiro foi obtido usando a água cinza tratada, e o menor foi observado nas mudas irrigadas com água de abastecimento, nessa época as mudas irrigadas com mistura do efluente e água de abastecimento, não diferiu dos demais. Já aos 60 dias, os maiores diâmetros são observados nas mudas irrigadas com água cinza e a mistura, em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento, na ordem de 45,38 e 32,41%, respectivamente (Tabela 3).

Em relação aos 75 dias, as mudas irrigadas com água de abastecimento apresentaram as menores médias para DC (6,09 mm). As irrigadas com a mistura do efluente e a água de abastecimento apresentaram valores médios cerca de 30% acima das mudas irrigadas com água de abastecimento (7,94 mm). E as irrigadas com água cinza tratada apresentaram média de 9,30 mm, valor este superior em 52,71% em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento. Avaliando a produção de mudas de duas cultivares de mamoeiro em diferentes substratos alternativas, Sá et al. (2016), constataram diâmetros de 6,97 mm e de 7,73 mm, nas cultivares Surinse Solo e Tainung 01, respectivamente, aos 60 dias após a semeadura. Os resultados observados pelos autores corroboram como os do presente experimento aos 60 dias após a semeadura, indicando que nesta data, as mudas já apresentavam diâmetro satisfatório para ser levadas ao campo.

Para o NF não foi observado influência das águas de irrigação, sendo observado apenas valores significativos para as épocas de avaliação, apresentando valores médios de 7,82, 13,75 e 15,64 folhas aos 30, 60 e 75 dias após a semeadura, respectivamente (Tabela 3). Sá et al. (2013a) avaliaram o NF em mudas de mamoeiro em cultivo hidropônico orgânico em função das doses e tipos de biofertilizantes bovino, aos 60 dias após a semeadura,

encontraram como melhor resultado a emissão de 10 folhas por planta. Ao comparar com o presente trabalho, esse número de folhas foi superado em 37,5% com uso da água cinza tratada, indicando que o efluente doméstico além de suprir a necessidades hídricas das plantas, apresenta potencial de fertilização do substrato superior ao do biofertilizante bovino, provavelmente pela maior concentração de nitrogênio presente na água cinza, nutriente diretamente envolvido na expansão celular e formação de novos tecidos (Santos et al., 2018).

As médias de crescimento de AP e DC das mudas irrigadas com a água cinza tratada diferem estatisticamente das mudas irrigadas com água de mistura e com água de abastecimento, apresentando maiores valores, indicando que a água cinza pode ser utilizado para irrigação da cultura na fase de mudas. Essa resposta positiva da água cinza é provavelmente devido ao maior aporte de nutrientes presentes nesta, que se acumula no substrato em função das sucessivas irrigações, melhorando o desempenho das plantas, haja vista, que não houve diferença no crescimento em AP nos primeiro 30 dias após o plantio (Tabela 3).

Utilizando água residuária de laticínio e dois diferentes substratos para o cultivo de mamoeiro (cv. Sunrise Solo), Santos et al. (2018) notaram que as mudas irrigadas com 100% de água residuária de laticínio apresentaram valores superiores de AP, DC e NF quando comparadas a irrigação com o efluente diluído. Os autores contaram ainda, que o aumento no crescimento foi proporcional ao aumento da porcentagem do efluente na água de irrigação. Esses resultados corroboraram com os observados no presente trabalho, pois também houve aumento no crescimento de mudas irrigadas com água de mistura em relação aquelas irrigadas com água de abastecimento.

Com relação às variáveis destrutivas (Tabelas 4), houve efeito significativo das diferentes águas de irrigação para as variáveis comprimento da raiz (CR), massa seca do sistema radicular (MSR) e para o teor de fósforo (P) ao nível de 1% de probabilidade. Enquanto na massa seca de parte aérea (MSPA) houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade. Os tores de nitrogênio (N) e potássio (K) no tecido vegetal não foram influenciados pela utilização da água cinza tratada.

Tabela 4. Teste ‘F’ e teste de média Tukey para o comprimento da raiz (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de mamoeiro irrigadas com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação

Fontes de variação	Graus de liberdade	Teste ‘F’					
		CR	MSPA	MSR	N	P	K
Bloco (B)	2	0,129	0,094	0,443	0,794	0,167	0,360
Águas (A)	2	0,010**	0,016*	0,009**	0,747 ^{NS}	0,003**	0,111 ^{NS}
Erro	4	--	--	--	--	--	--
CV (%)		11,75	15,72	26,61	6,99	9,28	10,82
Média Geral		22,34	2,42	0,18	37,07	1,25	22,88

Teste de média						
Águas de irrigação	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	N (g kg ⁻¹ de MS)	P (g kg ⁻¹ de MS)	K (g kg ⁻¹ de MS)
A	16,53 b	1,54 b	0,07 b	36,52	1,68 a	24,98
T	29,12 a	3,15 a	0,31 a	38,03	1,05 b	19,70
M	21,39 b	2,58 ab	0,18 ab	36,66	1,02 b	24,28
DMS	7,63	1,11	0,14	7,53	0,33	7,23

** e * = Significativos a 1 e a 5% de probabilidade; NS = não significativo; Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação; T – água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura da água cinza tratada e da água de abastecimento, na proporção 1:1

As mudas irrigadas com a água cinza tratada apresentaram comprimento da raiz (CR) maiores que as demais (29,12 cm), seguidas das irrigadas com água de mistura e com água de abastecimento (21,39 e 16,53 cm, respectivamente). Os mamoeiros irrigadas com a água cinza tratada apresentaram crescimento da raiz superior (na ordem de 76%) em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento. Guimarães et al. (2015) estudaram a produção de mudas de três acessos de mamoeiro e doses de bioestimulato, obtiveram CR variando 18,96 a 23,20 cm. Esses resultados indicaram que aplicação do efluente intensifica o crescimento radicular. Fato também observado em mudas de tomates irrigadas com o efluente de piscicultura por Medeiros et al. (2013), que também encontraram valores de CR, nas mudas irrigadas com efluente em relação as irrigadas com água de abastecimento. Os autores atribuem o maior crescimento, a deposição de nutrientes no substrato pelo efluente tratado.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) apresentaram comportamento semelhante, nas quais o maior acúmulo de massa seca foi observado no tratamento irrigado com água cinza tratada, com valores médio de 3,15 g e 0,31 g, respectivamente. Esses resultados não diferiram estatisticamente das mudas irrigadas com água de mistura, com médias de 2,58 g e 0,18 de MSPA e MSR, respectivamente. Porém foram superiores em 104,5% e 342,8% ao acúmulo de MSPA e MSR das mudas irrigadas com água de abastecimento (Tabela 4).

Araújo et al. (2015), Paiva et al. (2015) e Lima-Neto et al. (2016) encontraram valores da MSPA entre 0,5 a 2,01 g e de MSR entre 0,15 e 0,71 g em mudas de mamoeiros cv. Tainung-01 e Sunrise Solo após 60 dias, e na Golden após 90 dias da semeadura. Os autores atribuíram essa variação em função de diferentes doses de matéria orgânica, e apesar de ter sido medida após 60 dias, foram inferiores ao valor médio encontrado nas mudas irrigadas com o efluente tratado, porém superiores aos valores obtidos nas mudas irrigadas com água de abastecimento, nos casos onde houve aplicação de maiores doses de matéria orgânica. Confirmando que os melhores resultados observados com a irrigação com a água cinza tratada, são relacionados à deposição de matéria orgânica no substrato.

Em relação a composição mineral do tecido vegetal, o teor de fósforo (P) encontrado nas mudas irrigadas com água de abastecimento (A), $1,68 \text{ g kg}^{-1}$, foi superior aos das mudas irrigadas com água cinza ($1,05 \text{ g kg}^{-1}$) e a mistura ($1,02 \text{ g kg}^{-1}$), mas ainda abaixo da faixa de 5 a 7 g kg^{-1} recomendada por Malavolta et al. (1997). Isso ocorreu provavelmente em função das mudas irrigadas com a água cinza e a mistura terem apresentado maior crescimento e acúmulo de biomassa, podendo o teor de P ter sido diluído em função desse maior acúmulo. Esse resultando também foi verificado por Serrano et al. (2010), pois mamoeiros de cultivares Golden evidenciaram maior acúmulo de P em comparação a outras cultivares, mesmo tendo apresentado menor valor para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz que as demais cultivares.

Os nutrientes Nitrogênio (N) e Potássio (K) não tiveram diferenças significativas entre os tipos de fontes hídricas estudadas, apresentando valores médios de $37,07$ e $22,88 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados estão um pouco abaixo da faixa descrita por Malavolta et al. (1997) para o mamoeiro na fase de produção, que é de 40 a 50 g kg^{-1} para N e de 25 a 30 g kg^{-1} para K. Essa pequena oscilação abaixo da faixa pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento (fase de mudas).

Não foi observada variação significativa nos teores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e zinco (Zn) em função da irrigação com água cinza tratada, em relação a água de abastecimento (Tabela 5). Esses resultados corroboram com a baixa variação no teor desses nutrientes entre a água de abastecimento e a água cinza tratada (Tabela 2).

Tabela 5. Teste ‘F’ e teste de média Tukey para o teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em folhas de mamoeiro irrigadas com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Teste ‘F’				
		Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Bloco (B)	2	0,337	0,483	0,604	0,416	0,409
Águas (A)	2	0,230 ^{NS}	0,388 ^{NS}	0,445 ^{NS}	0,273 ^{NS}	0,600 ^{NS}
Erro	4	--	--	--	--	--
CV (%)		8,72	6,12	14,91	8,95	16,29
Média Geral		18,78	1,71	278,45	38,16	52,48

Teste de média					
Águas de irrigação	Ca (g kg ⁻¹ de MS)	Mg (g kg ⁻¹ de MS)	Fe (mg kg ⁻¹ de MS)	Mn (mg kg ⁻¹ de MS)	Zn (mg kg ⁻¹ de MS)
A	17,70	1,68	254,26	36,28	60,42
T	20,35	1,79	278,97	37,01	52,73
M	18,30	1,67	302,13	41,21	44,31
DMS	4,76	0,30	120,75	9,93	35,26

** e * = Significativos a 1 e a 5% de probabilidade; NS = não significativo; Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação; T – água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura da água cinza tratada e da água de abastecimento, na proporção 1:1.

Os teores médios de cálcio e magnésio observado foram de 18,78 e 1,71 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 5). É constatado, que os valores Cálcio (Ca), estão um pouco acima da faixa observada por Canesin & Corrêa (2006) e Mesquita et al. (2010), que varia de 9,0 a 18,6 g kg⁻¹. E que o inverso ocorreu com o magnésio (Mg), pois os autores encontraram valores variando de 2,26 a 12,2 g kg⁻¹, bem acima do observado no presente trabalho.

Os teor médio de Ferro (Fe) observado de 278,45 mg kg⁻¹ (Tabela 5), ficou próximo dos 259,05 mg kg⁻¹ para a cultivar Golden, por Serrano et al. (2010), em mudas irrigadas com água de abastecimento. Em relação ao teor médio de Manganês, foi observado um valor médio de 38,16 mg kg⁻¹ (Tabela 5). Estes valores foram menores do que os encontrados por Serrano et al. (2010) para a cultivar Golden (74,8 mg kg⁻¹), estando abaixo dos 70 mg kg⁻¹ recomendados por Malavolta et al. (1997), podendo causar alguma deficiência a planta. Quanto ao teor de Zinco (Zn) médio de 52,48 mg kg⁻¹ (Tabela 5), e está dentro da faixa entre 47 à 66,31 mg kg⁻¹, observada por Mesquita et al. (2010) em mamoeiro cv. Baixinho de Santa Amália.

Produzindo mudas de *Eucalyptus* sp. com diferentes águas de irrigação, Rocha et al. (2014) também encontraram resultados semelhantes quanto a diferenças nos teores de macro e micronutrientes. Eles observaram que a irrigação com efluente da piscicultura, água de abastecimento e efluente doméstico tratado proporcionaram teores semelhantes de macro e

micronutrientes nas folhas das plantas, ocorrendo diferença estatística apenas no teor de nitrogênio.

As mudas de mamoeiros, independente da água de irrigação utilizada, necessitaram de suplementação adicional com P, Mg e Mn, provavelmente devido à baixa fertilidade inicial do substrato.

4. CONCLUSÕES

1. A irrigação com água cinza tratada é viável para a produção de mudas de mamoeiros, promovendo maior crescimento e acúmulo de biomassa em relação às mudas irrigadas com água de abastecimento.

2. Não houve acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês e zinco no tecido vegetal das mudas de mamoeiro.

5. REFERÊNCIAS

- Araújo, E. B. G.; Almeida, L. L. S.; Fernandes, F.; Sá, F. V. S.; Nobre, R. G.; Paiva, E. P.; Mesquita, E. F.; Portela, J. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de mudas de mamoeiro. *Agropecuária Técnica*, v.36, p.264-272, 2015.
- Barros, T. de F. S.; Rios, E. S. C.; Maia, L. D. M.; Dantas, R. L.; Silva, S. de M. Qualidade de frutos de cultivares de mamão comercializados em supermercados de Campina Grande-PB. *Revista Agropecuária Técnica*, v.39, p.129-142, 2018.
- Batista, A. A.; Dutra, I.; Carmo, F. F. do; Izidio, N. S. de C.; Batista, R. O. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado. *Revista Ciência Agronômica*, v.48, p.70-80, 2017.
- Canesin, R. C. F. S.; Corrêa, L. S. Uso de Esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, p.481-486, 2006.
- Chaves, J. C. M.; Cavalcanti Júnior, A. T.; Correia, D.; Souza, F. X. de; Araújo, C. A. T. Normas de produção de mudas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 37p. 2000.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.
- Fernandes, I. R. D. Tratamento de água cinza e sua aplicação na fertirrigação do girassol ornamental. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017. 70p. Dissertação de Mestrado.

- Instituto Nacional De Meteorologia - INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- Lima-neto, A. J.; Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. O.; Souto, A. G. L.; Santos, G. P.; Santos, J. Z.; Mesquita, E.F. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.76, p.236-242, 2016.
- Machado, T. F.; Garruti, D. dos S.; Lima, J. R.; Mota, S.; Bezerra, F. M. L.; Aquino, B. F. de; Santos, A. B. dos. Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. *Revista Tecnologia*, v. 30, p. 53-60, 2009.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p. 1997.
- Medeiros, D. C.; Azevedo, C.M. S. B.; Marques, L. F. Sousa, R. A.; Oliveira, C. J. Qualidade de mudas de tomate em função de diferentes substratos e irrigados com efluentes de piscicultura. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, p.170-175-175, 2013.
- Mesquita, E. F.; Cavalcanti, L. F.; C. Gondim, S.; Campos, V. B.; Gondim, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro Baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.40, p.1-11, 2010.
- Petousi, I.; Daskalakis, G.; Fountoulakis, M.S.; Lydakakis, D.; Fletcher, L.; Stentiford, E.I.; Manios, T. Effects of treated wastewater irrigation on the establishment of young grapevines. *Science of The Total Environment*, v.658, p.485-492, 2018.
- Rocha, S. A.; Garcia, G. O.; Lougon, M. S.; Cecílio, R. A.; Caldeira, M. V. W. Growth and nutrition leaf of Eucalyptus sp. due to the use of different water qualities. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 37, p. 141-151, 2014.
- Sá, F. V. S.; Mesquita, E. F.; Bertino, A. M. P.; Silva, G. A. da; Costa, J. D. Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, p.109-116, 2013a.
- Sá, F. V. S.; Brito, M. E. B.; Melo, A. S. de; Antonio Neto, P.; Fernandes, P. D.; Ferreira, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1047-1054, 2013b.
- Sá, F. V. S.; Brito, M. E. B.; Silva, L. A.; Cavalcante, L. F.; Moreira, R. C. L.; Figueiredo, L. C.; Paiva, E. P. Growth and gas exchanges of papaya tree seedlings grown on alternative substrates. *Científica*, v.44, p.245-254, 2016.
- Santos, V. A.; Ramos, J. D; Oliveira, M. C.; Magalhaes, D. S.; Fagundes, M. C. P; Luiz, P. H. D. Formação de mudas de mamoeiro utilizando água residuária de laticínio nos substratos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.17, p.498-504, 2018.
- Serrano, L. A. L.; Cattaneo, L. F.; Ferregueti, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, p.874-883, 2010.
- Silva, G. F. da; Oliveira, F. H. T.; Pereira, R. G.; Diogenes, T. B. A.; Novo Junior, J.; Souza Filho, A. L. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN. *Revista Magistra*, v.26, p.471-485, 2014.

Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 174p. (Boletim técnico, 5). 1995.

CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE MARACUJAZEIROS IRRIGADOS COM ÁGUA CINZA TRATADA

RESUMO

Nas áreas de produção familiar na zona rural do semiárido, o reúso de água é uma importante estratégia de convivência com a seca, podendo contribuir com a segurança hídrica e a garantia alimentar dos agricultores. Objetivou-se com este trabalho avaliar a água cinza tratada como fonte hídrica e nutricional de mudas de maracujazeiros. O experimento foi realizado no assentamento rural Jurema, localizado no município de Mossoró-RN. Para as análises não destrutivas, altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, o arranjo experimental foi em parcelas sub-divididas no tempo, sendo dispostos nas parcelas os três tipos de águas de irrigação: T – água cinza tratada; A – água de abastecimento e M - mistura de água cinza e da água de abastecimento, na proporção 1:1. Na sub-parcela foram distribuídos os tempos de avaliação 30, 60 e 75 dias após a semeadura, com três blocos e cinco plantas por bloco. Para as análises destrutivas, comprimento da raiz, massa seca e teor de nutrientes, o arranjo experimental foi de blocos casualizados simples, com três tratamentos, correspondentes às águas de irrigação (T – água cinza tratada; A – água de abastecimento e M - mistura de água cinza e da água de abastecimento), com três blocos e cinco plantas por bloco. A irrigação com água cinza tratada é viável para produção de maracujazeiros, promovendo maior crescimento e acúmulo de biomassa em relação à água de abastecimento. Os teores de nitrogênio, ferro e zinco são incrementado pela aplicação da água cinza tratada, em concordância com o maior crescimento das mudas de maracujazeiro. Os teores de P, K, Ca, Mg e Mn não foram influenciados pelo uso de água cinza.

Palavras-chaves: *Passiflora edulis* L., reúso de água, produção de mudas.

GROWTH AND MINERAL COMPOSITION OF PASSION FRUIT SEEDLINGS IRRIGATED WITH TREATED GRAY WATER

ABSTRACT

In family production areas in rural semi-arid, water reuse is an important coping strategy with drought, contributing to water security and food security of farmers. The objective of this work was to evaluate gray water treated as a water and nutritional source of passion fruit seedlings. The experiment was carried out in a nursery of seedlings production, in the rural settlement Jurema, located in the municipality of Mossoró-RN. For non-destructive analysis, plant height, stem diameter, leaf number, the experimental setup was split-plot in time portions being arranged in three types of irrigation water: T - treated gray water; A - cistern water and M - mixing of effluent and potable water, in a ratio of 1: 1. In the sub-plot the evaluation times 30, 60 and 75 days after sowing were distributed with three blocks and five plants per block. For the destructive analyzes, root length, dry mass and nutrient content, the experimental arrangement was a simple randomized blocks with three treatments, corresponding to the irrigation water (T, A and M), with three blocks and five plants per block. Irrigation with treated gray water is feasible for the production of passion fruit, promoting greater growth and accumulation of biomass in relation to water supply. The levels of nitrogen, iron and zinc are increased in the application of water, then in agreement with the higher growth of passion fruit seedlings. The concentration of P, K, Ca, Mg and Mn were not influenced by kinds of water.

Key-Words: *Passiflora edulis* L., water reuse, seedling production.

1. INTRODUÇÃO

O reúso de águas na agricultura, além de atender parte da demanda hídrica das plantas, também pode fornecer matéria orgânica e nutrientes ao desenvolvimento das culturas agrícolas (Rocha et al., 2014). E se tratando do reúso da água, é constatado que esta prática proporciona aumento da produtividade e da qualidade do produto agrícola, minimizando, assim, os impactos ambientais causados pelo lançamento de águas residuária sem tratamento no ambiente (Batista et al, 2017).

O maracujazeiro (*passiflora edullis*) é uma frutífera de clima tropical, de grande importância econômica no Brasil, apresentando maior destaque nas últimas duas décadas, possuindo um alto valor nutritivo, sendo de grande aceitação da polpa e da fruta "*in natura*" no mercado nacional, como também no cultivo familiar (Dias et al., 2011; Faleiro et al., 2008; Araújo et al., 2017).

A agricultura familiar encontrou no maracujá uma opção viável de produção, tanto técnica como econômica, contribuindo para o desenvolvimento da cultura. Até hoje, a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais. Dessa forma, há uma necessidade de incorporar novas tecnologias que viabilizem e melhorem a produção, principalmente em regiões afetadas pela baixa disponibilidade de água (Meletti, 2011; Sá et al., 2014; Araújo et al., 2017).

O semiárido brasileiro sofre com a escassez hídrica, de ordem qualitativa e quantitativa, sendo a incorporação de águas de qualidade inferior necessária para o sucesso produtivo nessa região, desde a fase de produção de mudas do maracujazeiro (Oliveira et al., 2015). Com isso, objetivou-se neste trabalho avaliar o uso de água cinza tratada como fonte hídrica e nutricional na produção de mudas de maracujazeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em viveiro de produção de mudas, no assentamento rural Jurema, localizada no município de Mossoró-RN, no período de agosto a dezembro de 2018 (Figura 1). O município está localizado na região semiárida do nordeste brasileiro (18 m de altitude, 05° 1' 41,59" de latitude Sul e 37° 19' 30,38" de longitude Oeste) possuindo um clima seco e quente, do tipo BSw^h (segundo a classificação de Köppen). O município possui uma precipitação média anual de 695 mm, uma temperatura média de 27 °C e umidade

relativa do ar média de 70% (Silva et al., 2014a), não apresentando chuvas no período do experimento (INMET, 2019).

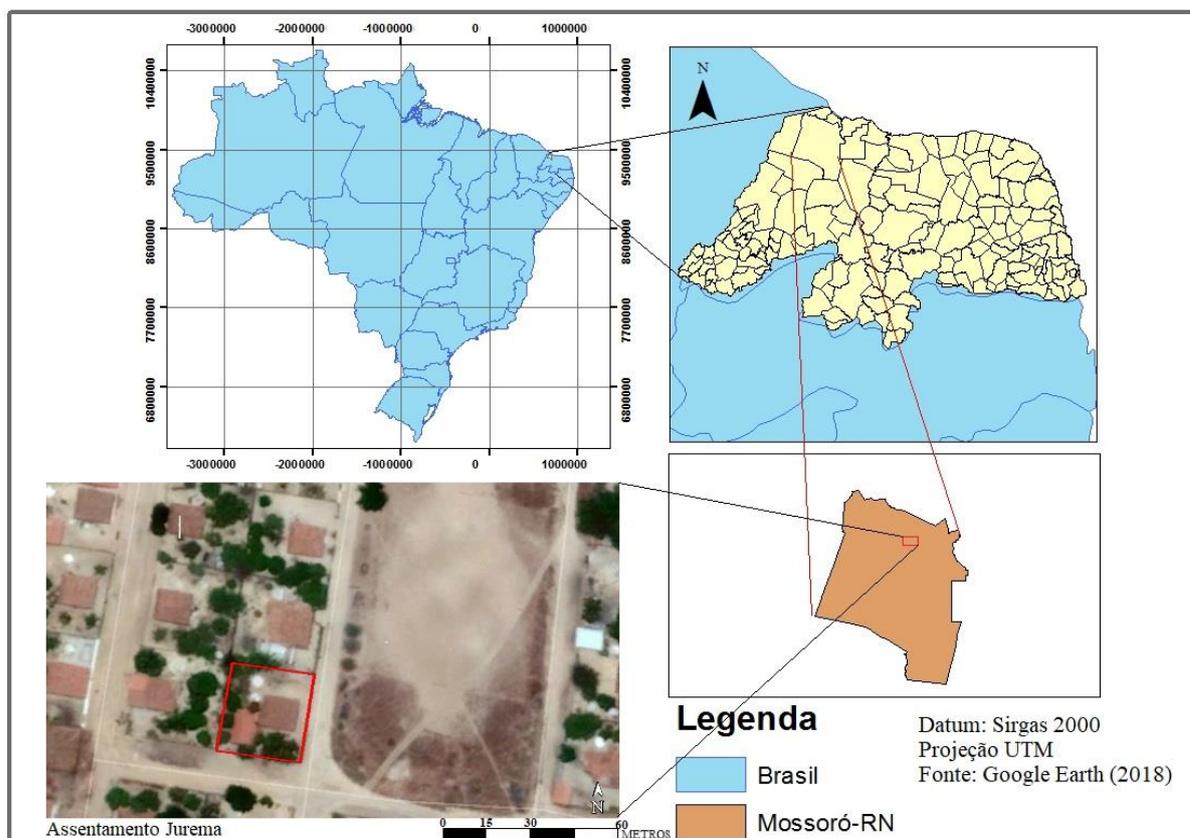


Figura 1. Localização do experimento

As mudas de maracujazeiros foram irrigados com água de abastecimento (A), água cinza tratada (T) e com uma mistura de 50% de água de abastecimento e 50% de água cinza tratada (M). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Nas parcelas foram avaliadas as fontes hídricas (A, T e M) e nas parcelas subdivididas, as variáveis de crescimento não destrutivas: Altura da planta (AP); diâmetro do caule (DP) e número de folhas (NF), no período de 30, 60 e 75 dias após a semeadura, com três blocos e cinco plantas por bloco. Aos 75 dias, foram avaliados as características destrutivas: Comprimento da maior raiz (CR); matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca da raiz (MSR); macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn e Zn). Para as variáveis destrutivas, o arranjo experimental foi um DBC simples com três tratamentos, correspondentes às águas de irrigação (A, T e M), com três blocos e cinco plantas por bloco (Figura 2).

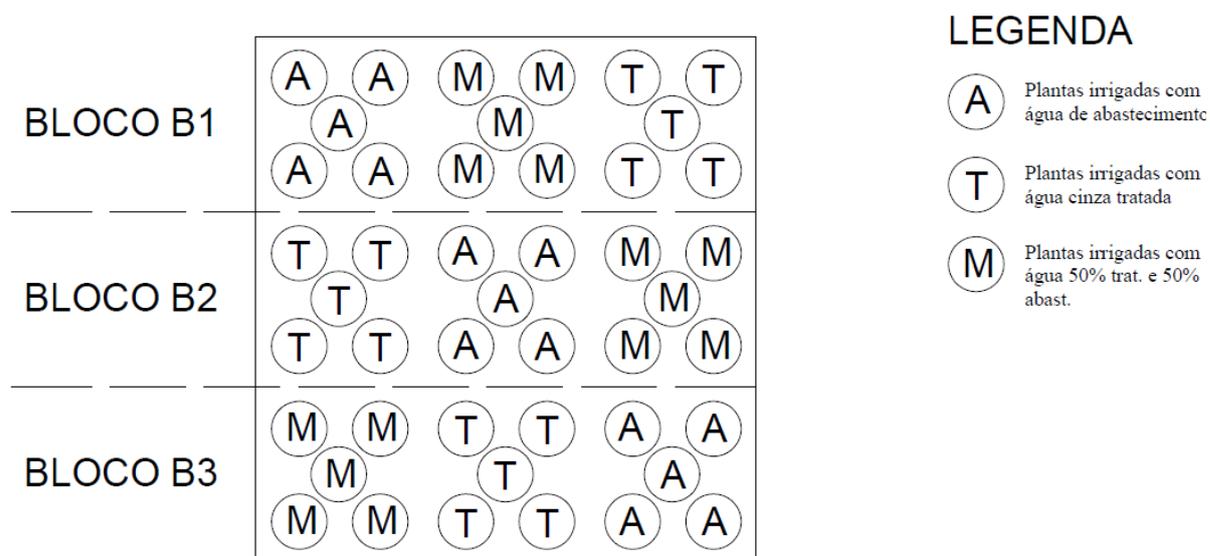


Figura 2. Esquema do arranjo experimental

O sistema de tratamento de água cinza foi construído no mês de Novembro de 2017, na propriedade de um pequeno agricultor, localizado no assentamento, onde vivem diariamente seis pessoas: quatro adultos e duas crianças. O sistema passou a receber e a tratar cerca de 60 litros de água residuária proveniente apenas dos chuveiros de dois banheiros, sendo composto por: uma caixa de passagem de 0,40 x 0,40 x 0,40 m de alvenaria, que tem por finalidade servir de local para coleta da água cinza bruta; um tanque séptico de duas câmaras com capacidade para 1000 L (500 L cada câmara); um filtro anaeróbico de fluxo ascendente com capacidade para 500 L e um reservatório de 500 L (reservatório final) para armazenar a água tratada (Figura 3).

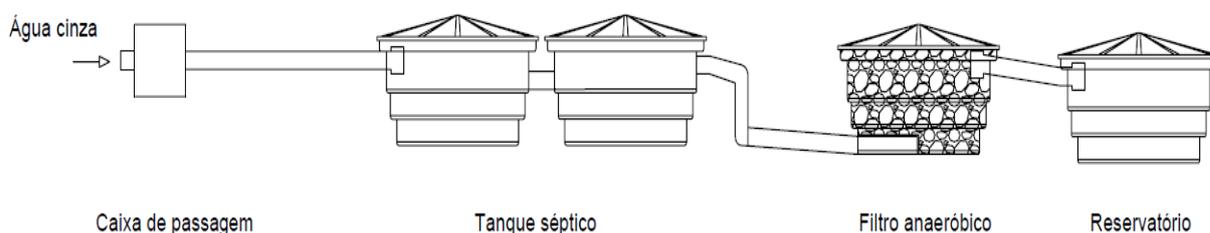


Figura 3. Esquema simplificado da estação de tratamento

Para o tanque séptico, o filtro anaeróbico e para o reservatório final, foram utilizados reservatórios de PVC de 500 L cada. Para o filtro anaeróbico, foi utilizado brita N° 1, preenchendo todo o reservatório. Foi utilizado um tubo de 100mm para dividir as duas câmaras do tanque séptico e tubos de 50mm para unir todo o sistema (Fernandes, 2017).

A produção de mudas de maracujazeiro teve início em agosto de 2018, utilizando sementes de maracujazeiro (*Passiflora edulis* L.) cv. Redondo Amarelo. As sementes foram semeadas manualmente, em copos descartáveis de 180 ml, sendo colocadas apenas uma semente a 0,5 cm de profundidade em cada copo. Depois de 20 dias do plantio, as mudas foram transplantadas para as sacolas plásticas pretas, medido 15 x 25 x 0,15 cm, onde permaneceram até o final do experimento. O substrato utilizado no plantio foi produzido pelo próprio produtor, utilizando uma mistura de solo da região com o esterco bovino, na proporção 1:1 (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do substrato utilizado na produção de maracujazeiros

N	pH	CE	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC	m	PST
g kg ⁻¹	H ₂ O	dS/m	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³		%	
4,34	7,10	1,81	24,83	659,1	383,7	387	16,3	5,00	0	23,96	23,96	0	7,00

P, K⁺, Na⁺: extrator Mehlich 1; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; SB - Soma de bases; CE - Condutividade elétrica; CTC - Capacidade de troca de cátions total; m - Saturação por alumínio; PST - Percentagem de sódio trocável

A aplicação das águas (Tabela 2) ocorreram desde a semeadura, com dois eventos de irrigação diários, sendo um no início da manhã e ou ao final da tarde. A irrigação foi realizada por aspersão através do uso de regadores manuais de modo a deixar o substrato com umidade próxima à máxima capacidade de retenção de água. A capacidade de campo foi determinada fazendo-se teste de retenção de água em três recipientes de cada tratamento, onde obteve a média dos mesmos. Para isto, adicionou-se gradativamente água ao substrato com auxílio de uma proveta graduada (1 L), coletando então a água drenada. Dispondo-se, então, do volume total da proveta (1L) e do volume drenado, por diferença, calculou-se o volume retido no substrato, obtendo-se a capacidade de vaso.

Tabela 2. Características físico-químicos das águas de irrigação

Atributos	Água de abastecimento	Água cinza tratada	Mistura das águas
pH (água)	8,20	7,90	7,90
CE (ds m ⁻¹)	0,50	1,31	1,00
K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,56	0,81	0,71
Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	2,06	6,20	4,28
Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	2,30	1,90	2,40
Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,60	1,60	1,50
Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,00	5,40	3,60
HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,90	5,30	4,50
P (mg L ⁻¹)	0,08	2,91	1,84
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,10	20,28	10,90
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,46	1,43	0,91
DBO ₅ [*] (mg L ⁻¹)	-	8,00	5,00
DQO ^{**} (mg L ⁻¹)	-	< 25	< 25
CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,60	1,00	0,80
HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,90	5,30	4,50
RAS	1,50	4,70	3,10
Fe (mg L ⁻¹)	<0,05	<0,05	<0,05
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	54,60	913,5	474,00
Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	53,60	904,00	468,00
Sólidos em suspensão (mg L ⁻¹)	1,00	9,00	5,00

* Demanda Bioquímica de Oxigênio; ** Demanda Química de Oxigênio

Durante o desenvolvimento das mudas do maracujazeiros, foram avaliados as seguintes características: a) Altura: medindo a distância entre a superfície do substrato e a inserção do último par de folhas, utilizando uma régua graduada em centímetro (cm); b) Diâmetro do caule: medindo a 2 cm acima da superfície do substrato, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,02 mm; c) Número de folhas: medido por meio de contagem das existentes em cada uma das plantas. As medições foram analisadas aos 30, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS).

Quando as mudas atingiram 75 dias, foram medidos o comprimento da maior raiz de cada muda, obtido a partir do colo da planta até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em milímetros. Em seguida, as mudas foram levadas para o laboratório da Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde as mudas foram particionadas em folhas, caule e raiz, e acondicionadas em sacos de papel, e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar à 65 °C, até a obtenção de peso constante. A partir de então, a matéria seca foi pesada em balança analítica de precisão de 0,0001 g, para obtenção da matéria seca das folhas, raiz e total.

Depois de seco, a matéria seca das folhas de cada plantas da parcela foi moída em moinho do tipo Willey. Para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn foi usada digestão sulfúrica (H₂SO₄ + H₂O₂) e as amostras foram lidas no espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e no espectrofotômetro de chamas, conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). Para determinação de N, as leituras ocorreram no destilador de

nitrogênio, conforme metodologia citada por Tedesco et al. (1995), com algumas adaptações da EMBRAPA (2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância, teste ‘F’, ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Em caso de significância os dados foram analisados mediante teste de médias Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR 5.6.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a ANOVA, há efeito significativo da interação entre as fontes hídricas e o tempo de avaliação ($p < 0,05$) para as variáveis diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) das mudas de maracujazeiro. Para a variável altura da planta (AP) foi evidenciado efeito significativo apenas o fator épocas de avaliação ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3. Teste ‘F’ e teste de média Tukey para a altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de maracujazeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação

Fontes de variação	Grau de liberdade	Significância do Teste ‘F’							
		AP	DC	NF					
Bloco (B)	2	0,095	0,374	0,634					
Águas (A)	2	0,369 ^{NS}	0,039*	0,287 ^{NS}					
Erro 1 (A*B)	4	--	--	--					
Tempo (Tem)	2	0,000**	0,000**	0,000**					
A x Tem	4	0,106 ^{NS}	0,031*	0,022*					
Erro 2	12	--	--	--					
CV1 (%)		11,90	4,05	6,73					
CV2 (%)		12,83	2,83	5,89					
Média Geral		18,98	2,93	9,01					
Teste de média									
Águas de irrigação	Altura de planta (cm)			Diâmetro do caule (mm)			Número de folhas		
	30 dias	60 dias	75 dias	30 dias	60 dias	75 dias	30 dias	60 dias	75 dias
A				1,60 a	2,90 b	4,00 b	5,10 a	9,50 a	12,40 ab
T	4,87 C	13,17 B	38,93 A	1,70 a	3,20 a	4,30 a	5,10 a	9,01 a	13,50 a
M				1,60 a	3,20 a	4,10 b	5,20 a	9,50 a	11,70 b
DMS	3,06			0,18					

** e * = Significativos a 1 e a 5% de probabilidade; NS = não significativo; Letras minúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV1 – Coeficiente de variação da parcela; CV2 – Coeficiente de variação da subparcela; T – água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura do efluente doméstico tratado e da água de abastecimento, na proporção 1:1

Aos 30, 60 e 75 dias após o plantio obteve-se os valores médios de 4,87, 13,17 e 38,93 cm de altura das plantas de maracujazeiro, respectivamente (Tabela 3). Aos 60 dias após o plantio, Oliveira et al. (2015) encontraram uma altura média de planta de 9,41 cm para

maracujazeiros (cv Gigante Amarelo) irrigados com água de abastecimento ($CE = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$) em solo + esterco bovino. Esse altura foi superada em 39,96%, mostrando que o uso da água cinza tratada no mesmo período, indicando que a água cinza é benéfica ao crescimento das mudas de maracujazeiro amarelo.

Não houveram diferenças significativas para o DC aos 30 dias após o plantio. Todavia, verificaram-se maiores valores de DC nas mudas irrigadas com água cinza tratada e água de mistura aos 60 dias após o plantio, apresentando aumento de 10,34%, para ambas as águas de irrigação. Aos 75 dias, os maiores valores de diâmetro foram obtidos pelas mudas irrigadas com água cinza tratada, com incrementos de 7,5 e 4,7% em relação aos diâmetros das mudas irrigadas com água de abastecimento e a mistura, respectivamente (Tabela 3).

Os valores de DC foram similares aos encontrados por Silva et al. (2014b), que produziram mudas de maracujazeiros da mesma cultivar com água residuária de laticínios. Os autores perceberam aumento do DC proporcional ao aumento da porcentagem de água residuária utilizada, atingindo um valor médio aos 59 dias de 3,13 mm quando utilizou-se 100% de água residuária. Freire e Nascimento (2018) avaliaram a produção de mudas de maracujazeiro amarelo e roxo com água de abastecimento e fertirrigação com urina de bovino, obtiveram diâmetro médio de 3,3 mm aos 63 dias após a semeadura, corroborando com o resultados observado no presente trabalho.

O número de folhas (NF) das mudas de maracujazeiros aos 30 e 60 dias, não foi influenciado significativamente pelas águas de irrigação, obtendo-se médias de 5,1 e 9,4 folhas por planta, respectivamente. Já aos 75 dias após o plantio foi observado aumento de 8,87% no NF das mudas irrigadas com água cinza tratada (13,5 folhas) em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento (Tabela 3). Esse resultado foi superior ao encontrado por Cruz et al. (2008) que, produzindo mudas de maracujá cv. redondo amarelo com 100% de água residuária da suinocultura, obtiveram um valor médio de 10,85 folhas por planta.

Com relação as variáveis destrutivas (Tabela 4), houve efeito significativo das diferentes águas de irrigação para a massa seca de parte aérea (MSPA) ao nível de 1% de probabilidade e teor de Nitrogênio (N) ao nível de 5% de probabilidade. As variáveis comprimento da raiz (CR), massa seca do sistema radicular (MSR) e os tores de fósforo (P) e potássio (K) das mudas de maracujazeiro amarelo, não foram influenciados pela irrigação com água cinza tratada.

Tabela 4. Teste ‘F’ e teste de média Tukey para o comprimento da raiz (CR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de maracujazeiros irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação

Fontes de variação	Grau de liberdade	Teste ‘F’					
		CR	MSPA	MSR	N	P	K
Bloco (B)	2	0,475	0,005	0,014	0,668	0,183	0,173
Águas (A)	2	0,599 ^{NS}	0,003 ^{**}	0,364 ^{NS}	0,048 [*]	0,127 ^{NS}	0,618 ^{NS}
Erro	4	--	--	--	--	--	--
CV (%)		10,99	3,58	5,98	6,91	8,33	9,65
Média Geral		21,84	2,97	0,46	31,37	2,35	18,51
Teste de média							
Águas de irrigação	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	N (g kg ⁻¹ de MS)	P (g kg ⁻¹ de MS)	K (g kg ⁻¹ de MS)	
A	23,07	2,62 c	0,45	27,74 b	2,21	17,95	
T	21,14	3,34 a	0,46	34,30 a	2,60	19,38	
M	21,34	2,97 b	0,48	32,08 ab	2,27	18,21	
DMS	6,98	0,30	0,08	6,31	0,57	5,19	

^{**} e ^{*} = Significativos a 1 e a 5% de probabilidade; NS = não significativo; Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação; T – água cinza tratada; A - água de abastecimento e M - mistura do efluente doméstico tratado e da água de abastecimento, na proporção 1:1

O valor médio do comprimento da raiz principal, não foi influenciado pela irrigação, apresentando um valor médio 21,84 cm (Tabela 4). Os resultado obtidos para CR são superiores aos encontrados por Caproni et al. (2013), que produziram mudas de maracujazeiros amarelo com água de abastecimento e diferentes doses de nitrogênio, encontrando um valor médio de 17,38 cm após 120 dias do plantio.

O maior valor de MSPA foi verificado no tratamento irrigado com água cinza tratada, com valores médios de 3,34 g. As mudas que receberam aplicações da água cinza diluída apresentaram valores médios intermediários, 2,97 g, enquanto as mudas irrigadas com água cinza tratada apresentaram valores médios de 2,62 g (Tabela 4). As mudas irrigadas com água cinza tratada apresentaram aumento de 27,48% em relação às irrigadas com água de abastecimento.

Os resultados foram superiores aos encontrados por Santos et al. (2017), que produziram mudas de maracujazeiros amarelos em ambiente protegido com água de abastecimento, atingindo valor médio de MSPA aos 70 dias após a semeadura igual a 3,12 g. Berilli et al. (2018) analisaram mudas de maracujá adubadas com diferentes doses de lodo de curtume via foliar, obtiveram valor máximo de 1,7 g de MSPA, aos 58 dias após a semeadura. Já Sá et al. (2014) encontraram valores de MSPA aos 60 dias entre 0,71 a 5,36 g, variação em função de diferentes doses de esterco caprino, constatando o aumento da MSPA com o incremento de matéria orgânica no substrato. Estas comparações permitiram inferir que o

água cinza tratada foi eficiente na produção de mudas de maracujazeiros, promovendo acúmulo de matéria seca satisfatório na parte aérea das plantas.

Os valores médios da MSR foram semelhantes para os 3 tipos de água de irrigação, apresentando valor médio de 0,46 g nas mudas irrigadas com água cinza tratada, 0,48 g para as irrigadas com o efluente diluído e 0,45 g para as irrigadas com água de abastecimento (Tabela 4). Os valores foram superiores aos encontrados por Caproni et al. (2013) em mudas de maracujazeiros com 120 dias após o plantio (0,43 g), mas foram inferiores aos encontrados por Sá et al. (2014) e Medeiros et al. (2016) aos 60 dias após a semeadura, em mudas irrigadas com água de abastecimento e adubadas com esterco caprino e biofertilizante bovino, identificando, assim, melhor resposta de crescimento e acúmulo de biomassa no sistema radicular em função do incremento direto da matéria orgânica no substrato.

Produzindo mudas de melancia e de timbaúba com água residuária, Mota et al. (2011) e Costa et al. (2012) também verificaram que a irrigação com efluente doméstico tratado não apresentou diferença significativa nas variáveis AP, CR e MSR. Mas, corroborando com este trabalho, o uso da água residuária proporcionou aumento no desenvolvimento das mudas, incrementando os valores médios de DC, NF e MSPA.

Cruz et al. (2008) verificaram que o aproveitamento de água residuária de suinocultura supriu a demanda nutricional de plantas de maracujazeiro-azedo na fase inicial, sem a necessidade de fornecimento de fertilizantes comerciais. Fato que também foi observado nesse trabalho, visto que os valores médios das variáveis analisadas das mudas irrigadas com água cinza tratada foram superiores às mudas irrigadas com água de abastecimento.

Quanto ao valor dos nutrientes no tecido foliar, o nitrogênio (N) foi superior nas mudas irrigadas com a água cinza, apresentando valores de 34,30 g kg⁻¹, para as mudas irrigadas com água cinza tratada, 32,08 g kg⁻¹ para as mudas irrigadas com água de mistura e 27,74 g kg⁻¹ para as mudas irrigadas com água de abastecimento (Tabela 4). Apesar destes valores estarem um pouco abaixo da faixa descrita por Malavolta et al. (1997), que é de 40 a 50 g kg⁻¹, provavelmente, essa maior concentração de nitrogênio presente na água cinza influenciou na formação de novos tecidos, causando uma significativa diferença nos valores de NF para os tipos de águas de irrigação.

Os nutrientes fósforo (P) e potássio (K) não apresentaram diferenças significativas entre os tipos de águas de irrigação, tendo valores médios de 2,35 e 18,51 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados estão um pouco abaixo da faixa descrita por Malavolta et al. (1997) para o maracujazeiro na fase de produção, que é de 4 a 5 g kg⁻¹ para P e de 35 a 45 g kg⁻¹ para K. Essa pequena oscilação abaixo da faixa pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento (fase de mudas).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as águas de irrigação com os teores de ferro (Fe) e zinco (Zn). Para os demais nutrientes, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Manganês (Mn), não foi observada variação significativa em função da irrigação com água cinza tratada (Tabela 5).

Tabela 5. Teste 'F' e teste de média Tukey para o teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em folhas de maracujazeiro irrigados com água cinza tratada em diferentes épocas de avaliação

Fontes de variação	Grau de liberdade	Teste 'F'				
		Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Bloco (B)	2	0,244	0,222	0,258	0,928	0,299
Águas (A)	2	0,916 ^{NS}	0,186 ^{NS}	0,012*	0,166 ^{NS}	0,020*
Erro	4	--	--	--	--	--
CV (%)		9,85	7,23	5,26	11,01	9,52
Média Geral		16,51	4,62	163,67	47,14	46,66

Águas de irrigação	Teste de média				
	Ca (g kg ⁻¹ de MS)	Mg (g kg ⁻¹ de MS)	Fe (mg kg ⁻¹ de MS)	Mn (mg kg ⁻¹ de MS)	Zn (mg kg ⁻¹ de MS)
A	16,38	4,27	147,49 b	43,91	37,17 b
T	16,83	4,86	185,82 a	53,03	54,72 a
M	16,32	4,75	157,70 b	44,48	48,11 ab
DMS	4,72	0,97	25,02	15,09	12,92

** e * = Significativos a 1 e a 5% de probabilidade; NS = não significativo; Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação; T – água cinza tratada; A – água de abastecimento e M - mistura do efluente doméstico tratado e da água de abastecimento, na proporção 1:1

Os valores médios de cálcio e magnésio observados para as mudas de maracujazeiro foram de 16,51 e 4,62 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Os valores de Ca estão acima dos 11,1 g kg⁻¹ encontrados por Cruz et al. (2008), entretanto, os valores de Mg estão um pouco abaixo dos encontrado pelos autores (5,1 g kg⁻¹), em mudas de maracujazeiro irrigadas com 100% de água residuária da suinocultura.

O maior teor de ferro (Fe), 185,82 mg kg⁻¹, foi encontrado nas mudas irrigadas com água cinza, enquanto os valores observados para água de abastecimento e mistura, não diferiram entre si (Tabela 5). Segundo Malavolta et al. (1997), esses valores estão na faixa adequada para a cultura, que é de 120 a 200 mg kg⁻¹. No entanto, o maior teor de Fe nas mudas irrigadas com água cinza tratada pode estar relacionado ao melhor estado nutricional dessas plantas, haja visto que o Fe é o constituinte básico da ferredoxina, que tem atuação direta na cadeia de transporte de elétrons no fotossistema II, como também houve o incremento no teor de nitrogênio dessas plantas e provavelmente aumento no teor de clorofila, podendo está relacionado a uma maior taxa fotossintética, que corrobora com os maiores crescimento das mudas irrigadas com água cinza (Taiz et al., 2017).

O teor médio de Manganês, 47,14 mg kg⁻¹ (Tabela 5), está bem abaixo da faixa de 400-600 mg kg⁻¹ recomendados por Malavolta et al. (1997). No entanto, Rodrigues et al. (2009) avaliando a produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio, obtiveram valores de 170 mg kg⁻¹, que estão abaixo da faixa recomendada por Malavolta et al. (1997), porém são superiores aos observado no presente trabalho, indicando a deficiência do referido micronutriente.

Quanto ao teor de Zinco (Zn), foi observado um valor superior nas mudas irrigadas com a água cinza tratada, 54,72 mg kg⁻¹, enquanto que nas demais mudas foram obtidos valores médios iguais a 48,11 e 37,17 mg kg⁻¹ para as mudas irrigadas com água de mistura e com água de abastecimento, respectivamente (Tabela 5). Os valores de Zn para as mudas irrigadas com água cinza tratada foram superiores aos apresentados por Cruz et al. (2008), que obtiveram valores médios de 38,9 mg kg⁻¹ para as mudas irrigadas com 100% de água residuária da suinocultura.

De acordo com Epstein & Bloom (2006), em plantas o Zn atua no metabolismo de carboidratos, proteínas e de fosfatos, ele também atua na formação de auxinas, RNA e ribossomas. O aumento nos teores de auxinas nos vegetais, ou seja, o aumento do hormônio de crescimento auxina, exerce efeito direto no crescimento das plantas (Taiz et al., 2017). Desse modo, aos maiores crescimentos nas mudas irrigadas com água cinza tratada, podem estar relacionado aos maiores teores de zinco observados, em relação as mudas irrigadas com água de abastecimento.

Produzindo plantas de *Eucalyptus* sp. com diferentes águas de irrigação, Rocha et al. (2014) observaram que a irrigação com efluente da piscicultura, água de abastecimento e efluente doméstico tratado proporcionaram teores semelhantes de macro e micronutrientes nas folhas das plantas, ocorrendo diferença estatística apenas no teor de nitrogênio. O contrário foi observado nesse trabalho, já que a irrigação com água cinza tratada influenciou no aumento dos teores de nitrogênio, ferro, e zinco. Esse fato, pode ser relacionado a maior exigência nutricional do maracujazeiro em relação ao *Eucalyptus* sp.

4. CONCLUSÕES

1. A irrigação com água cinza tratada é viável para produção de mudas de maracujazeiro, promovendo maior crescimento e acúmulo de biomassa em relação à água de abastecimento.

2. A água cinza tratada funcionou como incremento de N, Fe e Zn em mudas de maracujazeiro.

3. Os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês no tecido vegetal não foram influenciados pelos tipos de água.

5. REFERÊNCIAS

- Araújo, M. M. V.; Fernandes, D. Á.; Camili, E. C. Emergência e vigor de sementes de maracujá amarelo em função de diferentes disponibilidades hídricas. *Uniciências (UNIC)*, v. 20, p. 82-87, 2017.
- Batista, A. A.; Dutra, I.; Carmo, F. F. do; Izidio, N. S. de C.; Batista, R. O. Qualidade dos frutos de mamoeiro produzidos com esgoto doméstico tratado. *Revista Ciência Agronômica*, v.48, p.70-80, 2017.
- Berilli, S. S.; Pereira, L. C.; Pinheiro, A. P. B.; Cazaroti, E. P. F.; Sales, R. A. de; Lima, C. F. Adubação foliar com lodo de curtume líquido no desenvolvimento e qualidade de mudas de maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, p. 2477-2486, 2018.
- Caproni, C. M.; Ramos, J. D.; Vieira Neto, J.; Silva, L. F. O; Simoes, J. C.; Pereira, W. R. Substratos e adubação nitrogenada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Scientia Agraria*, v. 14, p. 91-97-97, 2013.
- Costa, M. S.; Alves, S. M. C.; Neto, M. F.; Batista, R. O.; Liciane, L.; Oliveira, W. M. Produção de mudas de timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado. *Irriga*, v. 01, p. 408-422, 2012.
- Cruz, M. do C. M.; Ramos, J. D.; Oliveira, D. L. de; Marques, V. B.; Hafle, O. M. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv Redondo Amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p.1107-1112, 2008.
- Dias, T. J.; Cavalcante L. F.; Freire, J. L. O.; Nascimento, J. A. M.; Cavalcante, M. Z. B.; Santos, G. P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.229-236, 2011.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.
- Epstein, E.; Bloom, A.J. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2.ed. Londrina: Planta, 403p. 2006.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. In: Albuquerque, A. C. S.; Silva, R. V. C. (Eds.) *Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas*. Brasília, Embrapa, 2008. p.411-416.
- Fernandes, I. R. D. Tratamento de água cinza e sua aplicação na fertirrigação do girassol ornamental. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017. 70p. Dissertação de Mestrado.

- Freire, J. L. de O.; Nascimento, G. dos S. Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, p. 111-120, 2018.
- Instituto Nacional De Meteorologia - INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p. 1997.
- Meletti, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 33, n. spe1, p. 83-91, 2011 .
- Medeiros, S. A. S; Cavalcante, L. F.; Bezerra, M. A. F.; Nascimento, J. A. M.; Bezerra, F. T. C; Prazeres, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. *Irriga*, v. 21, p. 779-795, 2016.
- Mota, A. F.; Almeida, J. P. N.; Santos, J. de S.; Azevedo, J.; Gurgel, M. T. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia ‘Crimson sweet’ irrigadas com águas residuárias. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.6, p.98-104, 2011.
- Oliveira, F. A.; Lopes, M. A. C.; Sá, F. V. S.; Nobre, R. G.; Moreira, R. C. L.; Silva, L. A.; Paiva, E. P. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Comunicata Scientiae*, v.6, p.471-478, 2015.
- Rocha, S. A.; Garcia, G. O.; Lougon, M. S.; Cecílio, R. A.; Caldeira, M. V. W. Crescimento e nutrição foliar de mudas de *Eucalyptus sp.* irrigadas com diferentes qualidades de água. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, p.141-151, 2014.
- Rodrigues, A. C.; Cavalcante, L. F.; Oliveira, A. P.; Souza, J. T.; Mesquita, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 117-124, 2009.
- Santos, T. V.; Lopes, T. C.; Silva, A. G.; Paula, R. C. M.; Costa, E.; Binotti, F. F. S. Produção de mudas de maracujá amarelo com diferentes materiais refletores sobre bancada. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 4, n. 4, p. 26-32, 2017.
- Sá, F. V. S.; Bertino, A. M. P.; Ferreira, N. M.; Bertino, A. M. P.; Soares, L. S.; Mesquita, E. F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes doses de esterco caprino e volumes do substrato. *Magistra*, v. 26, n. 4, p. 486- 494, 2014.
- Silva, G. F.; Oliveira, F. H. T.; Pereira, R. G.; Diogenes, T. B. A.; Novo Junior, J.; Souza Filho, A. L. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN. *Revista Magistra*, v.26, p.471-485, 2014a.
- Silva, E. A.; Darlan; Silva, F. O. R.; Soares, F. M.; Santos, V. A.; Ferreira, E. A. Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. *Revista Agrarian*, v. 7, p. 49-59, 2014b.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 858p. 2017.

Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. Boletim técnico, N° 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de água cinza tratada é uma alternativa para suprir a demanda hídrica das plantas e evitar contaminação com despejos de esgotos em comunidades rurais. A irrigação com água cinza tratada mostrou-se viável para a produção de mamoeiros e de maracujazeiros em suas fases iniciais, atendendo a demanda hídrica das plantas e promovendo um maior crescimento e acúmulo de biomassa em relação à água de abastecimento.

Para o mamoeiro, a irrigação com a água cinza tratada melhorou os valores de altura da planta, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz, já que para o maracujazeiro, a água cinza tratada melhorou os valores do diâmetro do caule, número de folhas e matéria seca da parte aérea.

Quanto ao teor de nutrientes, a irrigação com água cinza tratada não influenciou nos teores de macro e micronutrientes de mamoeiros, apenas em maracujazeiros, aumentando os teores de Nitrogênio, Ferro e Zinco.

Constatou-se então que a água cinza tratada proveniente de chuveiros não supre todas as necessidades nutricionais das plantas, visto que as mesmas apresentaram deficiências em alguns nutrientes, necessitando assim de um complemento nutricional para o seu perfeito desenvolvimento.

APÊNDICE 1

Seguem abaixo as informações meteorológicas do local do experimento no período de estudo:



Figura 1. Precipitação mensal no período de estudo

Fonte: INMET (2018)

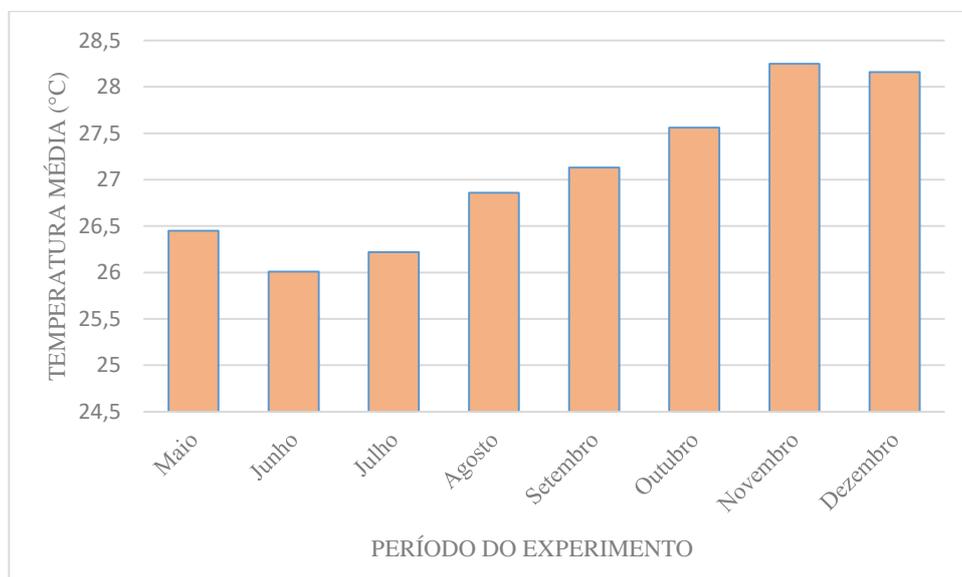


Figura 2. Temperatura média mensal no período de estudo

Fonte: INMET (2018)

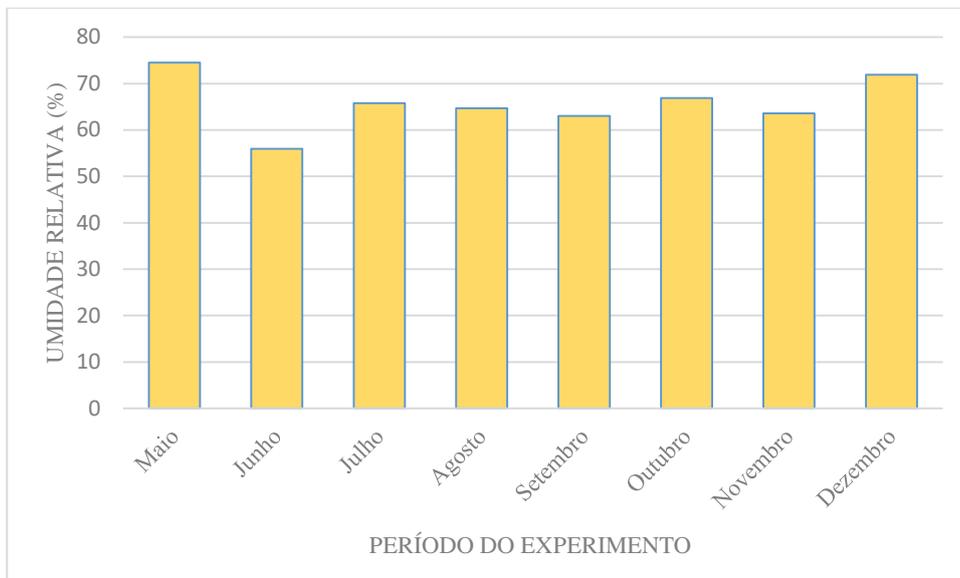


Figura 3. Umidade relativa média mensal no período de estudo

Fonte: INMET (2018)

APÊNDICE 2

Segue abaixo o registro fotográfico do experimento realizado no Assentamento Jurema no período de Novembro de 2017 à Dezembro de 2018.



Figura 1. Escavação para a implantação do sistema de tratamento



Figura 2. Construção do sistema de tratamento



Figura 3. Sistema de tratamento em operação



Figura 4. Comparação da água cinza bruta com a água cinza tratada



Figura 5. Plantio de mudas de mamoeiros em copos descartáveis



Figura 6. Plantio de mudas de mamoeiros em sacos plásticos



Figura 7. Plantio de mudas de maracujazeiros em sacos plásticos