



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

MIKHAEL RANGEL DE SOUZA MELO

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ÁGUA CINZA NO CULTIVO
DO GIRASSOL ORNAMENTAL**

MOSSORÓ/RN

2018

MIKHAEL RANGEL DE SOUZA MELO

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ÁGUA CINZA NO CULTIVO
DO GIRASSOL ORNAMENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais Pelo Uso do solo e da Água

Orientador: Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

MOSSORÓ/RN

Abril de 2018

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

M528e Melo, Mikhael Rangel de Souza.
ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ÁGUA
CINZA NO CULTIVO DO GIRASSOL ORNAMENTAL / Mikhael
Rangel de Souza Melo. - 2018.
73 f. : il.

Orientador: Nildo da Silva Dias.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2018.

1. Helianthus annuus L. 2. Água de qualidade
inferior. 3. Reúso de água. I. Dias, Nildo da
Silva, orient. II. 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.

MIKHAEL RANGEL DE SOUZA MELO

**ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ÁGUA CINZA NO CULTIVO
DO GIRASSOL ORNAMENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais Pelo Uso do solo e da Água

DATA DA DEFESA: 25 / 04 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Christiano Rebouças Cosme – (UFERSA)
Membro Examinador



Dr. Raniere Barbosa de Lira – (COOPERVIDA)
Membro Examinador

*“O êxito da vida não se mede pelo
caminho que você conquistou, mas sim
pelas dificuldades que superou no caminho.”*

Abraham Lincoln.

*Aos meus pais, Raimundo Ferreira e Maria
Rafael, por todo o incentivo, coragem,
dedicação, apoio e amor incondicional. Aos
meus irmãos Michele Reijane e Michel
Regis, pelo amor e companheirismo
durante toda essa jornada.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus Criador, pelo dom da vida, pela proteção ao longo da minha trajetória, mesmo em momentos difíceis, não me abandonou e me fez acreditar sempre.

Aos meus pais: Raimundo Ferreira de Melo e minha mãe: Maria Rafael de Souza Ferreira, pelo amor e carinho incondicional, por todos os ensinamentos e terem feito de mim um homem do bem, por cuidar de mim de um modo especial e mostrar o que tenho de mais valioso na vida: o amor de Deus e Vocês. Sempre amarei vocês!

A toda minha família, em especial aos meus irmãos Michele Reijane e Michel Regis, pelo amor, incentivo e companheirismo de sempre, as minhas sobrinhas Maria Eduarda e Giovana pôr estarem presente nessa caminhada, a Pâmela Maésia pela paciência, companheirismo e amor durante essa caminhada.

Ao meu orientador Professor Dr. Nildo da Silva Dias, pela amizade, competência e ensinamentos que muito contribuíram para a minha vida acadêmica. Exemplo de pessoa e de profissional, sempre nos incentivando a crescer. OBRIGADO!

Aos professores Carolina Malala Martins, Glauber Henrique Nunes, Jeane Cruz Portela, José Francismar de Medeiros, Miguel Ferreira Neto, Francisco de Assis de Oliveira, Marcelo Tavares Gurgel, Neyton de Oliveira Miranda e Rafael Oliveira Batista, pelas contribuições e ensinamentos de toda a pesquisa.

Aos membros da banca examinadora Christiano Rebouças Cosme e Raniere Barbosa de Lira, pela disposição e empenho na avaliação do trabalho.

A todos os meus amigos de pós-graduação, em especial Jacques Carvalho, Everaldo Guimarães, Álisson Gomes, Camilo Trindade, Flávio Basílio, pelo apoio e incentivo durante a pesquisa.

Aos amigos funcionários do LASAP Elídio Andrade, Kaline da Costa, Valdete e Antônio Carlos, pelas orientações e ensinamentos dentro do laboratório. Bem como ao amigo Sérgio, pela valiosa ajuda que me foi concedida durante a realização do experimento.

Aos colegas bolsistas da graduação Gleydson Jales, Karolina Rafrana, Ana Paula, Rosinha Leite, que participaram no desenvolvimento do projeto.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, em especial, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água e aos técnicos do LASAP, pela contribuição na minha formação acadêmica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

Na construção do sucesso, a única coisa que merece mérito é a vitória conquistada sem ter ofendido e machucado as pessoas que passaram pela sua vida e que de forma direta ou indireta contribuíram para que os degraus galgados em busca deste objetivo fossem conquistados.

Lindomar Batista.

RESUMO

Melo, Mikhael Rangel de Souza. **ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ÁGUA CINZA NO CULTIVO DO GIRASSOL ORNAMENTAL**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

Devido à escassez de água superficial de boa qualidade, o reuso de água torna-se uma prática imperativa para melhorar a oferta de água e ampliar as áreas de cultivo agrícola. Várias pesquisas com o uso de efluente de esgoto doméstico têm sido desenvolvidas, buscando garantir a sustentabilidade econômica e sócio-ambiental. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de uso agrícola de água cinza em cultivares de girassol ornamental. O experimento foi conduzido em vaso com substrato de fibra de coco utilizando o delineamento em blocos casualizados com parcelas subdividida (5 x 2) e 4 repetições, totalizando 120 unidades experimentais. Nas parcelas experimentais foram testadas cinco misturas do efluente água cinza tratada (ACT) e água de abastecimento público (AA) (100% AA; 25% ACT + 75% AA; 50% ACT + 50% AA; 75% ACT + 25% AA e 100% ACT) e, nas subparcelas as duas cultivares de girassol ornamental (Bonito de outono sortido e Sol vermelho). As variáveis analisadas foram altura de planta; diâmetro caulinar; número de folhas; área foliar; fitomassa fresca da parte aérea; fitomassa seca da parte aérea; diâmetro externo do capítulo; número de pétalas no capítulo; início do florescimento; duração da pós-colheita; teores foliares de macronutrientes e micronutrientes, bem como as características físico-químicas e biológica da água. Os dados obtidos mediante procedimentos laboratoriais foram submetidos à análise de variância e de regressão. A análise da variância indicou efeito significativo dos fatores tratamentos e dias pós germinação sobre as variáveis de crescimento. Os resultados referentes a fitomassa e produção de flores, indicaram que apenas as variáveis fitomassa fresca (folhas, caule e capítulo), fitomassa seca (folhas, caule) e diâmetro externo e interno sofreram efeitos significativos das estratégias de aplicação utilizadas na irrigação das duas cultivares de girassol ornamental. Não foi observado efeito significativo das estratégias de aplicação sob as concentrações de macronutrientes e micronutrientes. A estratégia de aplicação de (100% efluente) apresentou maiores médias para as variáveis de crescimento diâmetro do caule, número de folhas e área ao final do experimento. A cultivar Sol Vermelho apresentou melhor qualidade comercial quando fertirrigadas com as devidas estratégias de aplicação.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Água de qualidade inferior. Reúso de água.

ABSTRACT

Melo, Mikhael Rangel de Souza. **STRATEGIES FOR THE APPLICATION OF GREY WATER EFFLUENT IN THE CULTIVATION OF ORNAMENTAL SUNFLOWER.** 2018. 73 f. Dissertation (Master) - Master Degree in Soil and Water Management, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

Due to the scarcity of good quality surface water, water reuse becomes an imperative practice to improve water supply and expand agricultural farming areas. Several research with the use of domestic sewage effluents have been developed, seeking to ensure economic and socio-environmental sustainability. Thus, the purpose of this study was to evaluate the potential of agricultural use of grey water in ornamental sunflower cultivars. The experiment was conducted in a leaky substrate with coconut fiber using the randomized block delineating with subdivided plots (5 x 2) and 4 repetitions, totaling 120 experimental units. In the experimental parcels were tested five mixtures of the wastewater treated grey Water (ACT) and Water Supply Public (AA) (100% AA; 25% ACT + 75% AA; 50% ACT + 50% AA; 75% ACT + 25% AA and 100% ACT) and in the subplots the two ornamental sunflower cultivars (Beautiful autumn assortment and red sun). The variables analyzed were plant height; Shoot diameter; Number of sheets; Foliage area; Fresh phytomass of the aerial part; Dry phytomass of the aerial part; External diameter of the chapter; Number of petals in the chapter; beginning of flowering; Post-harvest duration; Foliar content of macronutrients and micronutrients, as well as the physico-chemical and biological characteristics of water. The data obtained through laboratory procedures were subjected to analysis of variance and regression. The analysis of the variance indicated significant effect of the factors treatments and days after germination on the growth variables. The results pertaining to phytomass and flower production indicated that only the cool Phytomass variables (leaves, stem and chapter), Phytomass Dry (leaves, stem) and external and internal diameter suffered significant effects of the application strategies Used in the irrigation of the two ornamental sunflower cultivars. No significant effect has been observed of the application strategies under the concentrations of macronutrients and micronutrients. The application strategy of (100% effluent) presented higher averages for the growth variables diameter of the stem, number of leaves and area at the end of the experiment. The cultivating Red Sun presented better commercial quality when fertirrigadas with the due application strategies.

Keywords: *Helianthus annuus* L. Water of inferior quality. Water reuse.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de tratamento das águas residuárias	9
Tabela 2. Comparativo da área produtiva e produção do Girassol (Grão), safra 2015/16 e 2016/17.....	14
Tabela 3. Principais países produtores de Girassol – Produção Mundial (mil toneladas).	15
Tabela 4. Composição dos tratamentos das parcelas do experimento.	20
Tabela 5. Concentração dos nutrientes na solução nutritiva adicionada as estratégias de aplicação baseada em Hoagland e Arnon, (1950).	21
Tabela 6. Caracterização físico-química da água do efluente doméstico tratado e água de abastecimento.	28
Tabela 7. Resumo da análise de variância para as variáveis área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) do girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.	32
Tabela 8. Resumo da análise de variância de características das flores de girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.	38
Tabela 9. Resumo da ANOVA da fitomassa fresca de folhas (MFF), caule (MFC), capítulo (MFCa) e da fitomassa seca de folhas (FSF), caule (FSC), capítulo (FSCa) das cultivares Bonito de Outono e Sol Vermelho irrigadas com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.	41
Tabela 10. Resumo da Análise de variância com os respectivos quadrados médios das variáveis N, P, K, Na e Mg na composição do tecido vegetal do girassol ornamental irrigados com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.	45
Tabela 11. Resumo da ANOVA dos teores de Fe, Mn, Zn no tecido vegetal do girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bonito de outono sortido (A), Sol vermelho (B), UFERSA, Mossoró/RN.	17
Figura 2. Vista externa (A) e interna (B) do ambiente protegido. Fonte: Pesquisa de campo, 2017.	19
Figura 3. Esquema da distribuição dos tratamentos na área experimental.	20
Figura 4. Esquema do sistema de tratamento de água cinza instalado na ACREVI (A); coleta do efluente (B).	22
Figura 5. Produção de mudas em batedeiras de polietileno (A); Transplântio (B). Fonte: Pesquisa de campo 2017.	23
Figura 6. Medidas altura da planta de girassol (A) e diâmetro do caule da cultura do girassol (B).	24
Figura 7. Medida do diâmetro externo (A); diâmetro interno (B) dos capítulos de girassol.	26
Figura 8. Evolução da área foliar (A) e diâmetro do caule (B), ao longo do ciclo do girassol ornamental recebendo cada estratégia de aplicação do efluente de água cinza tratada.	34
Figura 9. Área foliar (A); Altura de planta (B); Diâmetro do caule (C) e Número de folhas (D) do girassol ornamental em função das estratégias de aplicação do efluente (água cinza) em água de abastecimento	36
Figura 10. Resultados das variáveis, Diâmetro externo da flor (A); Diâmetro interno da flor (B); do girassol ornamental em função das estratégias de aplicação do efluente (água cinza) em água de abastecimento.	40
Figura 11. Massa fresca das folhas (A); Massa fresca do caule (B) e massa fresca do capítulo (C) em função das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado em água de abastecimento.	42
Figura 12. Massa seca das folhas (A); Massa seca do caule (B) em função das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratada em água de abastecimento.	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Disponibilidade Hídrica no Semiárido Brasileiro	4
3.2. Fontes Alternativas de Água: Os Efluentes de Esgoto Doméstico	5
3.2.1. Qualidade da Água Cinza	7
3.2.2. Impactos Ambientais das Águas Cinza	10
3.3. Reúso de Água na Agricultura	11
3.4. A cultura do Girassol Ornamental	13
3.4.1. Aspectos Gerais	13
3.4.2. Comercialização	15
3.5. Cultivo em Ambiente Protegido	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Local e Caracterização da Área Experimental	19
4.2. Delineamento Experimental e Tratamentos	19
4.3. Estrutura Experimental e Manejo da Irrigação	21
4.3.1. Caracterização do Efluente de Esgoto e da Água de Abastecimento Municipal	21
4.3.2. Cultivares de Girassol Utilizadas	22
4.3.3. Preparo das Mudanças e Plantio	22
4.4. Características Avaliadas	23
4.4.1. Parâmetros de Avaliação do Efluente	23
4.4.2. Parâmetros de Crescimento das Plantas	24
4.4.3. Fitomassa	25
4.4.4. Produção de Flores	25
4.4.5. Teores de Macronutrientes e Micronutrientes do Tecido Foliar	26
4.5. Análise Estatística e Interpretação dos Resultados	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. Caracterização das Águas Utilizadas	28
5.2. Variáveis de Crescimento do Girassol Ornamental	31

5.3. Produção de Flores	37
5.4. Fitomassa	41
5.5. Macronutrientes e Micronutrientes no Tecido Foliar do Girassol Ornamental.	44
6. CONCLUSÕES	48
7. LITERATURA CITADA	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio A Micro e Pequenas Empresas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
AA	Água de Abastecimento
ACT	Água Cinza Tratada
V1	Bonito de outono sortido e
V2	Sol vermelho
ACREVI	Associação Comunitária Reciclando para Vida
T1	Estratégia de Aplicação 1 - 100% de água de abastecimento
T2	Estratégia de Aplicação 2 - 25% de água residuária + 75% de água de abastecimento
T3	Estratégia de Aplicação 3 - 50% de água residuária + 50% de água de abastecimento
T4	Estratégia de Aplicação 4 - 75% de água residuária + 25% de água de abastecimento
T5	Estratégia de Aplicação 5 - 100% de água residuária
LASAP	Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta
HIDROLAB	Central Hidrolab Serviços LTDA
T °C	Temperatura
pH	Potencial Hidrogeniônico
CEa	Condutividade elétrica da água
Ca ²⁺	Cálcio
Mg ²⁺	Magnésio
Na ⁺	Sódio
K ⁺	Potássio
RAS	Relação de adsorção de sódio
Cl ⁻	Cloreto
CO ₃ ²⁻	Carbonato
HCO ³⁻	Bicarbonato

Fe	Ferro
Mn	Manganês
Zn	Zinco
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
OD	Oxigênio Dissolvido
SST	Sólidos suspensos Totais
ST	Sólidos totais
Mg	Miligrama
L	Litro
G	Gramas
DC	Diâmetro do caule
AP	Altura da planta
AF	Área Foliar
NF	Número de Folhas
LV	Leitura Vertical
LH	Leitura Horizontal
DE	Diâmetro externo
DI	Diâmetro interno
FSPA	Fitomassa Seca da Parte Aérea
FFPA	Fitomassa Fresca da Parte Aérea
NP	Número de Pétalas no Capítulo
IF	Início do florescimento
DPC	Duração da pós-colheita

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial tem acelerado o processo de urbanização, industrialização e da agricultura intensiva e, conseqüentemente, aumentado a demanda de água. Desse modo, o aumento da demanda hídrica implica, também, em incrementos no volume de efluentes produzidos, de modo que a má gestão nos tratamentos destes resíduos pode causar impactos negativos ao ambiente.

Em regiões de clima árido e semiárido, uma vez que os recursos hídricos são limitados, o uso de efluentes domésticos pós tratamento tem sido indicado como uma alternativa viável, tanto para suprir a carência hídrica, quanto para a agricultura irrigada, aplicações urbanas e industriais, irrigação paisagística, recargas artificiais de água subterrânea e controle da poluição ambiental (Asano et al., 2007; Almuktar et al., 2015 Saraiva & König, 2013).

O reuso de água para fins agrícola após tratamento adequado é uma maneira eficiente de evitar a contaminação dos corpos hídricos receptores das águas residuais e, tem o benefício extra de fornecer água e fertilizantes aos vegetais. Além disso, esta prática reduz o uso de água doce na agricultura, aumenta a sua oferta para fins domésticos e viabiliza a sustentabilidade humana em áreas de difícil sobrevivência. Em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento como (Brasil, Índia, México, Paquistão, Israel) os efluentes domésticos têm sido utilizados com frequência nos cultivos agrícolas (Rana et al., 2011; Cirelli et al., 2012; Carvalho et al., 2018).

No entanto, o uso dessa fonte alternativa de forma indiscriminada, pode ocasionar sérios problemas ambientais, devido seu elevado poder de contaminação. Também deve ser levada em consideração a presença dos organismos patogênicos e dos metais pesados, os quais podem ocasionar riscos à saúde humana.

Dentre as estratégias de utilização do efluente doméstico tratado, o cultivo de flores e plantas ornamentais em vasos, se configura como uma opção para dispor essa fonte alternativa que vem crescendo e ganhando destaque no mercado nacional e internacional. De acordo com (Silva et al., 2009; Andrade et al., 2014) a produção de flores e plantas ornamentais é uma atividade consolidada relativamente nova no setor do agronegócio brasileiro, que mais tem investido no avanço de tecnologia, visando à otimização do sistema de produção, principalmente em ambiente protegido e que já alcançou importância econômica em vários estados, especialmente a região do semiárido nordestino por apresentar condições favoráveis à sua produção.

Como critérios essenciais a expansão do cultivo de flores em ambiente protegido tem-se: diminuição do tempo entre a colheita e a comercialização, aproximação dos cultivos aos

centros consumidores, além disso, utilização de técnicas adequadas de pós-colheita possibilitando uma menor perda, e maior qualidade durabilidade das hastes florais. Nesse contexto se enquadra o girassol (*Helianthus annuus* L), por ser uma espécie versátil que vem se destacando dentre as flores tropicais no Brasil, tendo como produtos óleo, ração animal, além de ser uma cultura que se adapta a várias condições climáticas, podendo ser utilizado como flor de corte devido sua alta aceitação no mercado, bem como uso em arranjos, ornamentações em geral, justificando assim, estudos e alternativas de cultivo (Zobiolo et al., 2010; Curti et al., 2012).

Diante do exposto, faz-se necessário pesquisas que busquem alternativas viáveis da reutilização de efluentes de origem doméstica com maior segurança ambiental, considerando os riscos relatados.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar as estratégias de aplicação de efluente de esgoto doméstico tratado oriundo de água cinza no cultivo de duas cultivares de girassol ornamental.

2.2. Objetivos Específicos

Caracterizar quantitativamente e qualitativamente a água cinza utilizada na pesquisa, oriunda de um sistema de tratamento simples e de baixo custo;

Analisar e identificar qual cultivar de girassol ornamental apresentou melhor qualidade comercial quando fertirrigadas com água cinza tratada sob diferentes estratégias de aplicação;

Determinar, o crescimento, a produção e a qualidade das cultivares Bonito de outono e Sol vermelho quando fertirrigadas com água cinza diluída em água de abastecimento em diferentes proporções;

Analisar as características nutricionais do girassol sob diferentes estratégias de aplicação de água cinza.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Disponibilidade Hídrica no Semiárido Brasileiro

Ocupando uma área de 982.563 km², o Semiárido brasileiro, abrange os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Bahia, Alagoas e Sergipe (Angelotti et al., 2011). Em relação ao aspecto populacional, a região é habitada por 22.598.318 habitantes (representando 11,85% da população brasileira ou 42,57% da população nordestina) distribuídos em 1.135 municípios sendo que 61,97% de seus habitantes residem no meio urbano e 38,03% no meio rural (Medeiros et al., 2010).

Ao longo dos anos, a região do semiárido nordestino vem, cada vez mais, sofrendo com problemas relacionados ao manejo da água, com a baixa ocorrência, e também, distribuição de forma irregular no espaço e no tempo. Uma vez que as condições climáticas e os solos predominantemente cristalinos e rasos, constituem restrições para o abastecimento dos aquíferos subterrâneos, tornando a falta de água no semiárido um fator limitante no desenvolvimento de atividades agrícolas (ASA BRASIL, 2017). Dessa maneira, os problemas relacionados a água vêm gerando preocupação e motivando estudos em diferentes áreas do conhecimento. O clima, por ser um dos elementos formadores da paisagem, é de relevante importância já que influencia o regime dos rios, o escoamento fluvial e a disponibilidade hídrica de uma região.

A crescente diminuição da oferta de água com qualidade e o aumento da demanda é um dos diversos problemas que vêm atingindo, os grandes centros urbanos, fazendo com que o reúso de água ganhe a cada dia maior enfoque. Contudo, existe uma preocupação em relação a preservação dos recursos hídricos e com a conservação do meio ambiente, conduzindo os órgãos à formulação de uma legislação mais rigorosa e eficiente, no intuito de proteger a quantidade e a qualidade desses recursos. Tentando adequar-se a esta nova política, a sociedade vem buscando alternativas que minimizem os efeitos negativos de suas atividades que causam impacto, destacando-se, dentre elas, o uso e o reúso de águas de qualidade inferior (águas residuárias e salinas) para fins agrícolas e industriais.

Com a falta de água que atinge várias regiões do Brasil, bem como aos problemas relacionados a qualidade da água, uma das alternativas potencial de racionalização é a reutilização da água para vários usos, inclusive a irrigação, que representa aproximadamente 70% do consumo hídrico no mundo. Dessa maneira, a prática de reúso é uma ferramenta eficiente para a gestão dos recursos hídricos no Brasil (Souza et al., 2010).

De tal modo, a utilização de efluentes é uma alternativa viável, uma vez que aumenta significativamente a disponibilidade de água para fins agrícolas, ampliando os horizontes de

produção, além disso, reduzindo os custos de obtenção de fertilizantes (Santos Júnior et al., 2014). Porém, em condições semiáridas, o nível de eficiência no uso dos recursos naturais apresentados pelo sistema adotado de cultivo pode determinar o sucesso ou o fracasso da produção.

3.2. Fontes alternativas de água: os efluentes de esgoto doméstico

Entre tantos recursos naturais, a água é um dos mais importante para nossa sobrevivência. Sem a água, a raça humana e animais irracionais desapareceriam, toda a natureza se transformaria em chão seco e empoeirado e o mundo não seria mais o mesmo lugar para se viver.

Diariamente, grande quantidade de pessoas consome água de maneira desordenada e indústrias geram água altamente poluída nos processos produtivos, sem nenhuma preocupação com os recursos hídricos, fazendo com que a crise de água venha a crescer cada vez mais. Isso é decorrência do aumento populacional, principalmente maior demanda de produtos. Fatores como falta de precipitação, variação climática, poluição do meio urbano e limitação dos recursos hídricos contribuem para a escassez hídrica e para que fontes alternativas de águas sejam estudadas (Setti, 2002, Santos Júnior et al., 2014).

A necessidade de implementar fontes alternativas para atender a demanda de água nas cidades deve partir das autoridades governamentais e até mesmo instituições públicas e privadas (Morales-Pinzón et al., 2012; Ribeiro, 2015).

Em função disso, fontes alternativas de água vêm sendo cada vez mais estudadas e colocadas em questionamento. Impulsionado pelos reflexos financeiros associados aos instrumentos trazidos pela Lei 9.433 de 1997, que visa à implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o reúso de água vem sendo mais ainda difundido no Brasil, além de deixar claro que, em caso de escassez de água, todas as reservas serão destinadas para o consumo humano (Rodrigues, 2005).

Um dos principais problemas com a poluição dos recursos hídricos, está ligado diretamente aos lançamentos de resíduos sólidos ou líquidos resultantes dos usos e atividades antrópicas, provocando assim, alterações e prejuízos severos ao homem e meio ambiente. De maneira geral, boa parte dos esgotos domésticos e até mesmo efluentes provenientes da indústria são lançados nos corpos hídricos causando poluição ambiental.

De acordo com Carvalho et al., (2014), é necessário desenvolver sistemas eficientes para reduzir a poluição de recursos hídricos, obtendo o sistema de reciclagem como um sistema alternativo para reduzir o uso de água. Entretanto, a reutilização de água ou ainda em outra

forma de expressão, o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Para Corcoran et al., (2010) existe diversos tipos de fontes alternativas de águas residuárias, onde estão relacionadas com uma combinação de efluentes domésticos, industriais, efluentes de estabelecimentos comerciais e institucionais, águas pluviais e de drenagem urbana, bem como efluentes agropecuários.

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

Existe diversos tipos de água que, após passar pelo tratamento, se transformam em água não potável com qualidade adequada para serem utilizadas em várias atividades, sendo denominada em função da fonte recuperada, seja ela, subterrânea, pluvial e água clara. Segundo Oliveira; Marques, (2014), a água residuária, denominada como o efluente gerado após o uso da água em edificações, pode ser classificada em água negra e água cinza.

A água negra corresponde à água residuária proveniente de vasos sanitárias, mictórios, que contem fezes e urina, além de papel higiênico e água residuária de cozinha, apresentam carga orgânica e presença de sólidos em suspensão, em elevada quantidade. A água cinza se refere ao efluente gerado de banheiras, chuveiro, máquinas de lavar, lavatórios, podendo ou não incluir pias de cozinha. A água clara corresponde ao efluente gerado por sistema de resfriamento, sistema de vapor e condensador, sistema de destilação e outros equipamentos (Castilho; Oliveira, 2018).

A água cinza residencial, segundo (Hernández Leal et al., 2007; Monteiro et al., 2015), é responsável por uma grande parcela dos efluentes produzidos, representando aproximadamente 70% do volume de esgoto doméstico gerado no dia.

Em pesquisa realizada por Li et al., (2009), constatou-se que o volume de água cinza gerado, diariamente, por uma pessoa variou de 90 a 120 L, dependendo do estilo de vida, costumes e hábitos, estruturas populacionais (idade e sexo), instalações de água e da disponibilidade hídrica. Entretanto, em comunidades com escassez hídrica de baixa renda ou que se utilizem a captação da água pluvial, o volume de água cinza é reduzido para uma faixa de 20 a 30 L por pessoa por dia (Feitosa, 2016). Outros fatores importantes que contribuem para as características das águas cinzas é, qualidade da água de abastecimento e tipo de rede que distribui, seja da água de abastecimento ou de reúso.

A pesquisa realizada por Willis et al. (2011a) na região de Pimpama Commera, Costa do ouro, Austrália, teve como objetivo avaliar a redução do consumo de água potável através do aproveitamento de esgoto tratado, onde, o abastecimento público, onde, o abastecimento se dá por duas redes (potável e não-potável). Verificaram que, após a implantação da rede não-potável, o consumo de água potável foi reduzido em 32,2% (59,1 L/hab dia), mostrando um decréscimo significativo da demanda de água potável.

De modo geral, a reutilização do efluente tratado, pode ser utilizado como biofertilizante, devido sua valorização econômica; além de benefícios ambientais. Essa prática de reúso remove parcial ou totalmente o teor de nutrientes contido nos efluentes como, nitrogênio e fósforo, antes do seu despejo nos corpos d'água, impedindo principalmente a eutrofização dos mananciais (Andrade et al., 2012).

Segundo Bertoncini (2008) para o reaproveitamento de águas cinzas na agricultura é necessário que o seu tratamento seja eficaz. Com isso, técnicas de tratamento eficazes, práticas, e econômicas são abordadas em pesquisas e colocadas em questão para que se tenha o menor desperdício possível. Assim, esse efluente possibilita uma atividade agrícola constante o ano todo, pois esta tem em quantidade constante devido à abundância de esgoto doméstico existente.

No entanto, é de suma importância a identificação dos compostos presentes na água cinza e negras antes do seu destino final, pois de acordo com algumas concentrações existentes, tais compostos além de atuar como nutrientes podem também ocasionar efeito poluidor ao meio.

3.2.1. Qualidade da Água Cinza

Uma das formas de estimular o uso de sistemas de reúso de águas cinzas é verificando a qualidade e a necessidade de tratar as mesmas, uma vez, que quando devidamente tratadas podem ser reutilizadas em residências domésticas, irrigação de algumas espécies, recarga de aquíferos entre outros.

A qualidade da água cinza, como de qualquer outro efluente, é um aspecto de fundamental importância para o sucesso do sistema de reutilização. Uma das formas de monitorar a qualidade da água cinza é por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, de acordo com as normas vigentes dos padrões permitidos, pois fornece subsídio às políticas de proteção ambiental e decisão nas ações de gestão ambiental (Bortoli, 2016).

A composição da água cinza depende basicamente da sua origem, podendo ser doméstica (chuveiro, pia de cozinha, lavatório, máquina de lavar louça e roupa) ou comercial (lavanderias comerciais e/ou industriais, lavatórios de edifícios públicos). Assim, vários parâmetros físicos, químicos e bioquímicos são utilizados para avaliar a qualidade da água, bem como eficiência

de sistemas de tratamento, entre eles:

Parâmetros físicos:

- Temperatura (T °C);
- Cor (Aparente, verdadeira);
- Turbidez;
- Condutividade Elétrica (CE);

Os parâmetros químicos são:

- Potencial hidrogeniônico (pH);
- Alcalinidade;
- Dureza;
- Fósforo;
- Nitrogênio;
- Oxigênio dissolvido (OD);
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Demanda química de oxigênio (DQO);

Os principais parâmetros biológicos são:

- Coliformes Totais;
- Coliformes termotolerantes;

Além desses parâmetros existe outros com importância significativa para caracterização da qualidade da água, como:

- Sólidos Totais (CT);
- Sólidos em suspensão e Sólidos dissolvidos (SS; SD)
- Sólidos sedimentáveis (SSe);
- Óleos e Graxas (O & G);

Muitas substâncias químicas encontradas nas águas cinzas podem ser benéficas quando se fala em desenvolvimento das culturas, mas também podem conter elementos tóxicos acumulados nos tecidos das culturas e provocando também alterações no solo. Além disso, um dos fatores de maior preocupação no uso dessas águas está relacionado as doenças pela água ou até mesmo culturas contaminadas quando irrigadas. Portanto, é importante monitorar a qualidade da água por meio de análises físico-químicas e microbiológicas para que se possa

usa-la adequadamente e ter uma água de melhor qualidade.

É importante destacar a necessidade de desenvolver diferentes tecnologias que visem necessidades específicas de qualidade de água cinza e suas respectivas finalidades de reutilização. Segundo Ortiz & Américo-Pinheiro, (2016), as principais tecnologias de tratamento das águas residuárias também apresentam um significado muito importante em relação a qualidade de água, pois, para poder aliar o reúso e a destinação adequada do efluente tratado no ambiente, há a necessidade de promover o tratamento deste de maneira adequada (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de tratamento das águas residuárias.

Nível de tratamento	Descrição
Preliminar	Remoção dos sólidos em suspensão grosseiros: materiais de maiores dimensões como panos e materiais flutuantes, areia, graxas que podem causar problemas de operação ou manutenção nas operações e processos de tratamento e sistemas auxiliares
Primário	Remoção de uma fração dos sólidos e da matéria orgânica em suspensão
Primário avançado	Remoção melhorada dos sólidos em suspensão e da matéria orgânica, tipicamente realizado com adição de químicos ou filtração
Secundário	Remoção da matéria orgânica biodegradável (em solução ou em suspensão) e sólidos em suspensão. A desinfecção é tipicamente incluída na definição de sistemas de tratamento secundário convencionais
Terciário	Remoção de sólidos suspensos remanescentes (após tratamento secundário), usualmente por filtração em meios granulares, filtração superficial e membranas. A desinfecção é normalmente parte do tratamento terciário. A remoção de nutrientes é frequentemente incluída neste nível de tratamento
Avançado	Remoção dos sólidos dissolvidos totais e constituintes traços conforme seja necessário para aplicações específicas de reúso da água

Fonte: Adaptado de Ortiz & Américo-Pinheiro (2016).

Para Carvalho et al., (2014), sistema de tratamento de águas residuárias é o conjunto de processos unitários de tratamento que funcionam de forma organizada objetivando remover poluentes (impurezas, contaminantes, energia, etc.) devendo atender as condições e padrões de lançamento em corpos d'água e de qualidade das águas receptoras conforme sua classe.

Diante do exposto, nota-se que o monitoramento da qualidade das águas cinzas proporciona uma economia significativa dos recursos hídricos e financeiros, respeitando os fatores operacionais do sistema, bem como os aspectos relativos de cada região.

3.2.2. Impactos Ambientais das Águas Cinza

Boa parte dos efluentes urbanos são lançados ao ambiente, principalmente, nos corpos hídricos, gerando uma série de problemas ambientais, pois, sabemos que essas águas apresentam ainda constituintes físico-químico e microbiológicos que não são removidos totalmente durante o tratamento. Em função disso, medidas para evitar que o problema aumente têm sido adotadas, como técnicas de tratamento, no qual estão envolvidos processos físicos, químicos e biológicos, que combinados, remove sólidos, matéria orgânica entre outros (Feitosa et al., 2011).

De acordo com a literatura, muito estudos realizados no Brasil mostraram que a águas cinzas possuem elevados valores de compostos, como por exemplo, matéria orgânica, sulfetos, turbidez, além de composto biodegradáveis, causando impactos negativos ao ambiente. Em alguns casos elevadas concentrações de cloretos, sólidos suspensos e alcalinidade nessas águas podem causar danos na estrutura do solo, degradando o solo e os corpos hídricos (Feitosa et al., 2011).

As águas cinzas, também chamado de efluente secundário, possui em menor quantidade microrganismos patogênicos, sendo considerado um efluente de baixo risco de contaminação quando comparado com o primário, entretanto, não se deve descartar o risco de contaminação proveniente do uso deste efluente (Rebêlo, 2011).

Para Gloaguen et al., (2010) o tratamento do esgoto por disposição no solo, ou mesmo a utilização de águas residuária na fertirrigação de culturas pode causar contaminação do lençol freático e provocar salinização e/ou sodificação do solo. Os mesmos autores relatam que a irrigação com águas de qualidade inferior (águas cinzas), é uma técnica adequada para reduzir as necessidades hídricas, porém, alguns efeitos negativos foram detectados nas propriedades químicas (sodificação e salinização) e físicas do solo (condutividade hidráulica, alteração na porosidade), concluído que a aplicação dessa água residuária alterou a distribuição dos poros do solo (reduzindo), levando a um aumento no armazenamento de água, reduzindo a drenagem dos sais (Silva, 2017).

Estudos recentes têm mostrado preocupação maior em determinar a contaminação microbiana do solo e do produto agrícola por patógenos contidos nas águas residuárias e não com a salinização/sodificação (Alderson et al., 2015, Petousi et al., 2015, Silva, 2017).

Vários são o s riscos proveniente da irrigação com águas residuárias, seja ele, físico, químico ou biológico. As propriedades químicas do solo sofrem efeitos com a aplicação de água residuária somente a longo prazo, dependendo da composição química e física do solo e condições do clima. Além disso, outro fator que deve ser levado em consideração é o efeito que

essas águas quando usadas para irrigação pode causar sobre os microrganismos que contribuem para a fertilidade do solo.

A partir desse contexto, entra em ação a os órgãos responsáveis pela legislação ambiental, através das leis e normas aplicadas as águas cinzas e/ou residuárias de maneira geral. A NBR 13.969/97 no item 56 afirma que o reúso de água pode ser aplicado para fins não potáveis, contudo, a qualidade do efluente deve ser segura quanto ao aspecto sanitário, sendo destinada para os seguintes fins: lavagem de pisos e veículos automotivos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos, irrigação de jardins e campos agrícolas. A resolução do CONAMA 430/2011, vem alterar a 357/2005, falando sobre que a disposição dos efluentes no solo, mesmo tratados, não podem causar poluição ou contaminação das águas subterrâneas e superficiais (BRASIL, 2011).

De acordo com (Yu et al., 2013; Oron et. al., 2014), a lógica por trás do tratamento das águas cinza bem como a sua reutilização em residências baseia-se nos seguintes fundamentos: o tratamento mínimo é extremamente necessário uma vez que a qualidade da água cinza é superior à das águas negra; o armazenamento máximo é até 24 h, embora a retenção recomenda seja de 12 h; não é permitido o contato da água cinza e as pessoas; e, o sistema deve ser simples e requerer manutenção.

3.3. Reúso de Água na Agricultura

O reúso de água é o aproveitamento de água previamente utilizada, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos. Dentro deste contexto, uma das formas de minimizar a crise no abastecimento de água, é através do reaproveitamento de águas residuárias domésticas. De acordo com Urbano et al., (2015), a reutilização de efluentes tratados na agricultura aumentou, com o objetivo de economizar recursos hídricos escassos, bem como manter a qualidade ambiental, reduzindo a descarga de efluentes em corpos de água.

Para a agricultura, o reúso de efluentes tratados fornece, além de água, alguns nutrientes de plantas. Entretanto, o uso de resíduos em solos deve ser constantemente monitorado, para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta. Muitos países, especialmente nas regiões áridas e semiáridas, já reconheceram a necessidade de reutilização das águas residuais na agricultura, de maneira que as limitações da disponibilidade de água são uma restrição severa ao desenvolvimento.

No caso das plantas, alguns benefícios são observados quando se utiliza água recuperada, entre eles; a conservação da água e economia em solutos orgânicos e nutrientes (Gómez-Bellot

et al., 2015). Com isso, pode-se dizer, que o reúso é hoje um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, pois o poder depurador do solo é muito maior que o poder depurador das águas, de tal forma que o solo funciona como filtro, além de promover a decomposição da matéria orgânica ainda presente em efluentes tratados (Bertoncini, 2008).

No que diz respeito aos tipos de reúso de água, Lavrador Filho (1987) destaca três: Reúso indireto não planejado, que ocorre de maneira não intencional, pois a água servida é descartada no meio ambiente, sendo assim diluída e utilizada a jusante; Reúso indireto planejado, que ocorre de maneira intencional para obter algum benefício final, neste tipo de reúso, a água recebe um tratamento antes de ser descartada no meio ambiente e o Reúso direto planejado, onde neste tipo de reúso, a água servida não é descartada no meio ambiente, recebendo o devido tratamento e já sendo encaminhada para o local de reúso. Enquanto isso, a Resolução nº 54 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2011) define as modalidades de reúso, sendo reúso para fins urbanos; fins agrícolas e florestais; fins ambientais; reúso para fins industriais e na aquicultura.

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

Para Boddu et al., (2016), as águas cinza quando devidamente tratadas, se tornam uma fonte valiosa de água, a fim de reduzir os contaminantes químicos e microbiológicos à níveis aceitáveis para o reúso pretendido. As águas cinza quando tratadas, em países com avanços tecnológicos, são reutilizadas conforme regulamentos ambientais, visando a proteção do meio ambiente e da saúde humana, sendo atualizados em intervalos de tempos específicos (Boyjoo et al., 2013). Contudo, o potencial de reutilização dessas águas cinzas pode ser atribuído ao baixo teor de poluentes gerado, comparando com as outras águas residuárias.

As maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem em: conservação da água disponível de boa qualidade e possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos (Souza et al., 2010). De tal forma, sabe-se que para avaliar a fertilidade do solo é necessário medir algumas propriedades químicas como pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio mais hidrogênio, capacidade de troca

catiônica, matéria orgânica entre outros. Em relação as águas residuárias tratadas é importante destacar que, a presença de nutrientes nas mesmas só é considerada um problema quando suas concentrações são elevadas uma vez que essas águas podem ser utilizadas como fertilizantes (Cuba et al., 2015; Gabrielli et al., 2015; Urbano et al., 2015).

De acordo com (Bernardi, 2003), efluentes quando tratados adequadamente podem ser utilizados em: Culturas de alimentos processados comercialmente (irrigação superficial de pomares); Culturas de alimentos não processados comercialmente (irrigação superficial de qualquer cultura alimentícia, até mesmo as consumidas cruas); Culturas não alimentícias (irrigação de pastos, forragens, fibras e grãos), além de suprir a necessidade de água dos animais. Entretanto, no Brasil, deve-se trabalhar ainda, socialmente, a cultura de reúso de água que, apesar de ser uma prática inconsciente, utilizada há vários anos (reúso não planejado), sofre preconceito de sua utilização por parte do público. Todavia, experiências nacionais e internacionais têm demonstrado tendência ao fortalecimento e expansão do reúso no Brasil, para fins diversos, especialmente para a irrigação de culturas industriais (algodão, mamona, girassol, etc.), flores e plantas ornamentais (Medeiros et al, 2010).

Portanto, o uso agrícola de águas residuárias domésticas, apesar de mostrar características químicas consideravelmente favoráveis à reutilização, deve ser feito com controle rigoroso, pois, caso contrário o caráter sanitário deste resíduo pode vir a conter microrganismos patogênicos prejudiciais ao homem e meio ambiente.

3.4. A cultura do Girassol Ornamental

3.4.1. Aspectos Gerais

O girassol (*Helianthus annuus* L.), é uma cultura anual, dicotiledônea pertencente à família Asteraceae, ordem Asterales, cujo o gênero deriva do grego hélios, que significa sol, e de anthus, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol, tem origem na América do Norte. É cultivada atualmente em todos os continentes, apresentando-se como alternativa para o setor da floricultura, por se tratar de uma cultura sem grandes dificuldades de manejo, além de apresentar ampla adaptabilidade climática, tolerância a seca, frio e calor é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (Zobiolo et al., 2010).

Por ser uma planta com inúmeras aplicações, o girassol é uma das poucas espécies que se pode explorar quase todas suas partes, seja ela, para adubo, silagem, reciclagem de nutrientes, melhorando a qualidade do solo, além de poder ser utilizado como flor ornamental (Verslype et al., 2015). Algumas variedades com cores variadas e porte baixo foram desenvolvidas permitindo que a planta passasse a figurar em arranjos e decorações de residências sob o uso de

água residuária e de abastecimento, acrescentam vida e dinamismo aos ambientes (Andrade et al., 2012).

Para Howell et al., (2015) a planta de girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de grande importância no cenário mundial, além disso, é considerada como a quinta maior produtora de grãos e a quarta na produção de petróleo. Apesar da cultura vir ganhado expressão no mercado, para Verslype et al., (2015) a produção de girassol em escala comercial no Brasil é recente, com ênfase na região Nordeste por ter poucas áreas cultivadas, razão pela qual há um pouco de desconhecimento por parte do produtor, principalmente no tocante ao manejo adequado e ao controle de pragas. Com isso, o motivo que dificulta a introdução da cultura na região é a ligação com as tradições culturais do agricultor nordestino.

As estimativas de produção no Brasil de girassol na safra 2016/17, foi em torno de 72,5 mil toneladas, aumento em torno de 14,9%, se comparadas com a safra anterior, e uma produtividade média de 1.419kg/ha. Entretanto, ainda é considerado um pequeno produtor. A região Centro-Oeste se destaca com uma área explorada em torno de 79,8%, destacando-se os estados Mato Grosso e Goiás como os maiores produtores (CONAB 2017) (Tabela 2).

Tabela 2. Comparativo da área produtiva e produção do Girassol (Grão), safra 2015/16 e 2016/17.

REGIÃO/UF	Área (Em mil há)			Produtividade			Produção (Em mil t)			Área	Produção
	15/16	16/17	Var.%	15/16	16/17	Var.%	15/16	16/17	Var.%	(%)	(%)
Centro-Oeste	41,2	40,8	-1,0	1.261	1.418	12,5	52,0	57,8	11,2	79,8	79,7
MT	25,6	29,4	14,8	1.390	1.426	2,6	35,6	41,9	17,7	57,5	57,8
MS	1,3	1,3	0,0	1.236	1.575	27,4	1,6	2,0	25,0	2,5	2,8
GO	14,0	9,5	-32,1	1.000	1.302	30,2	14,0	12,4	-11,4	18,6	17,1
DF	0,3	0,6	100,0	2.500	2.500	-	0,8	1,5	87,5	1,2	2,1
SUDESTE	7,0	7,0	0,0	952	1.326	39,3	6,7	9,3	38,8	13,7	12,8
MG	7,0	7,0	0,0	952	1.326	39,3	6,7	9,3	38,8	13,7	12,8
SUL	3,3	3,3	0,0	1.339	1.626	21,4	4,4	5,4	22,7	6,5	7,4
RS	3,3	3,3	0,0	1.339	1.626	21,4	4,4	5,4	22,7	6,5	7,4
CENTRO-SUL	51,5	51,1	-0,8	1.224	1.419	159,0	63,1	72,5	14,9	100,0	100,0
BRASIL	51,5	51,1	-0,8	1.224	1.419	15,9	63,1	72,5	14,9	100,0	100,0

Fonte: CONAB – março/2017.

Com relação às produções mundiais de grãos, farelo e óleo de girassol, a safra 2016/17, segundo o USDA – março/2017 foi estimada em 45,0 milhões de toneladas de grãos, aumento de 11,0% se comparadas com a safra passada. O farelo e o óleo de girassol apresentaram aumento em suas produções da ordem de 10,1% e 10,4%, respectivamente, em comparação à safra 2015/16 (CONAB 2017) (Tabela 3).

Tabela 3. Principais países produtores de Girassol – Produção Mundial (mil toneladas).

País/Ano	Grão			Farelo			Óleo		
	2014/15	2015/16	2016/17	2014/15	2015/16	2016/17	2014/15	2015/16	2016/17
Argentina	3.160	2.700	3.300	1.147	1.150	1.290	1.151	1.150	1.260
Rússia	8.374	9.173	10.536	3.345	3.510	4.044	3.366	3.530	4.068
Turquia	1.200	1.100	1.320	880	743	825	688	581	645
Ucrânia	10.200	11.900	13.750	4.223	4.797	5.494	4.429	5.031	5.762
União Europeia	8.974	7.674	8.400	4.154	3.882	4.127	3.232	3.021	3.211
Outros	7.491	8.018	7.736	2.427	2.518	2.497	2.110	2.190	2.165
Total Mundial	39.399	40.570	45.042	16.176	16.600	18.277	14.976	15.503	17.111

Fonte: USDA – março/2017.

3.4.2. Comercialização

As condições climáticas, hídricas e edáficas das regiões áridas e semiáridas do Brasil de certa maneira dificultam a expansão de áreas agrícolas e afetam as condições de vida dos agricultores familiares que dispõem de pequenas áreas. Uma das formas de incrementar a renda seria a adoção de culturas de maior valor econômico, tal como as flores (Santos Júnior et al., 2011).

Devido à larga amplitude edafoclimática que o Brasil apresenta, o cultivo de flores e plantas ornamentais vem se destacando cada vez mais no cenário nacional, favorecendo o setor da floricultura, sendo uma alternativa viável para os pequenos produtores, proporcionando assim, um retorno econômico satisfatório e significativo. Diante disso, atualmente, o investimento no cultivo de espécies ornamentais vem se mostrando uma alternativa bastante rentável, segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura, IBRAFLOR (2013). Uma vez que, por não necessitar de grandes áreas para produção, proporcionar um maior retorno financeiro, além de fixar mão de obra no campo, o cultivo de flores pode ser uma boa alternativa de renda para os pequenos produtores.

Entendida como o conjunto das atividades comerciais e produtivas relacionadas ao mercado das espécies vegetais cultivadas com finalidades ornamentais, a floricultura constituiu-se em um dos mais novos, dinâmicos e promissores segmentos do agronegócio brasileiro e distingue-se pela sua importância econômica e social (SEBRAE 2015).

Para Machado Neto et al., (2013), o crescimento no mercado de flores mostra que este setor vem ganhando destaque no cenário brasileiro nos últimos anos, tanto que a floricultura já é vista como uma das áreas mais promissoras de horticultura intensiva no campo do agronegócio doméstico.

De acordo com IBRAFLOR (2017), o mercado florístico no Brasil tem mostrado crescimento médio de 8 a 10% ao ano, apesar das dificuldades econômicas que o país enfrenta, tendo o estado de São Paulo com 48% da produção, seguido de Minas Gerais (13%), Rio de Janeiro (11%) e Rio Grande do Sul (4%).

No caso do Nordeste, o estado do Pernambuco lidera com a maior produção nacional de flores tropicais (*Heliconia sp.*, *Zingiber sp.*, *Alpinia sp.*, *Anthurium sp.*, etc.) e quinta de flores tradicionais, estando concentrada na região litorânea, zona-da-mata, distribuída num raio de até 150 km da capital, com destaque para Petrolina, onde se encontra o maior e mais moderno polo de fruticultura irrigada do Brasil. O fato dessa região estar ganhando destaque, está relacionado a grande estrutura montada para controle e aperfeiçoamento das plantas, bem como, o uso de tecnologias avançadas e os diversos laboratórios para cuidar da genética e produção, visando assim, o fortalecimento do cultivo, conseqüentemente, as exportações (Batalha; Buianain, 2007).

Neste contexto, o girassol (*Helianthus annuus L.*) está inserido entre as espécies vegetais em ascensão no mercado da floricultura (Paes et al., 2009). As variedades de girassol ornamental vêm ganhando destaque, uma vez que são flores de corte e podem ser plantadas durante todo o ano, em função de sua ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo, o que facilita a produção tanto a campo como em ambientes protegidos (EMBRAPA, 2017).

Muitas são as variedades de girassol que existem, trazendo diversidade para o mercado consumidor. A variedade Bonito de Outono Sortido é uma planta exuberante. Alcançam de 2 a 2,5 metros de altura, produzem cerca de 10 hastes/planta e flores com 10 a 15 cm de diâmetro. As inflorescências do tipo capítulo podem ser amarelas ou vermelhas (GARDEN MANIA, 2018) (Figura 1A).

A variedade Sol vermelho é uma planta de beleza espetacular, alcançam de 2 a 3 metros de altura, além de produzir cerca de 10 hastes por planta e flores pequenas. As inflorescências do tipo capítulo em cores sortidas, de tonalidades escuras, variando do laranja escuro, vermelho e marrom. Esta variedade é alta, pode ser utilizada como flor-de-corte, na composição de arranjos florais e buquês. São especialmente indicadas para as crianças cultivarem, devido ao rápido desenvolvimento e ciclo de vida, tornando-se muito educativas (Figura 1B).

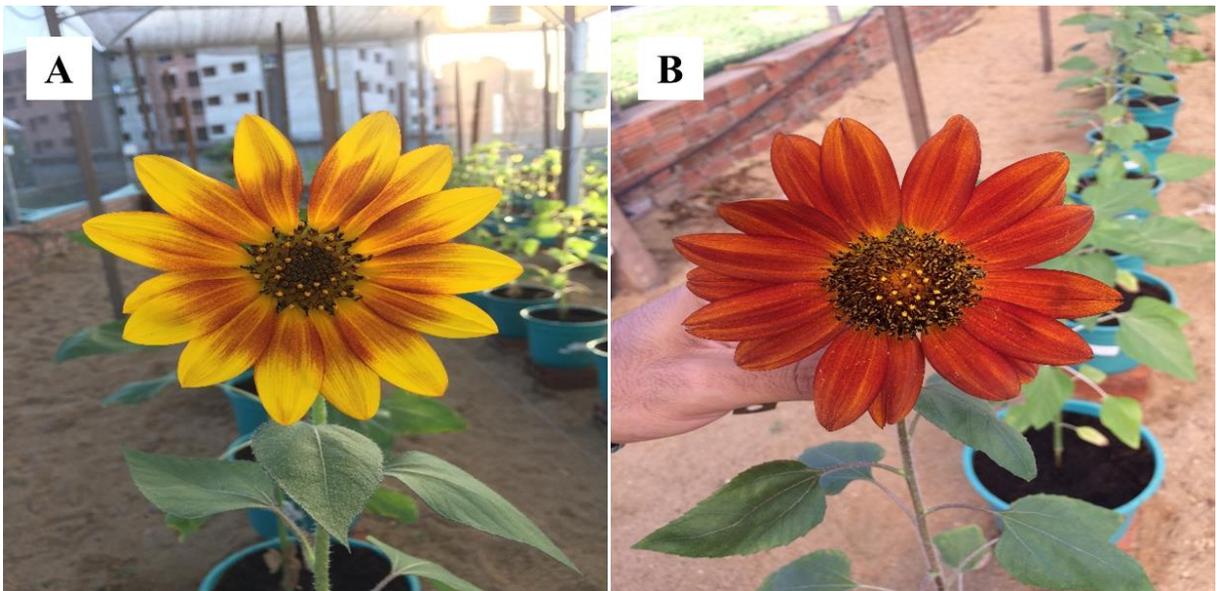


Figura 1. Bonito de outono sortido (A), Sol vermelho (B), UFERSA, Mossoró/RN.
Fonte: Acervo da pesquisa (2017).

A qualidade das flores muitas vezes é comprometida antes de chegar ao consumidor final, devido as distancias percorridas, excesso no manuseio e transporte inadequado, reduzindo o tempo de exposição ao consumidor. Assim, observa-se a necessidade de técnicas de cultivo, bem como, pesquisas que possam estabelecer mais tempo de duração pós colheita. Curti et al., (2012), observou durabilidade de 3 a 5 dias para os cultivares ‘BRS Oásis’, ‘BRS Refúgio M’ e ‘BRS Paixão M, mantendo-se com aspectos de boa qualidade. O mesmo autor fala que outros cultivares apresentam durabilidade variando de 5 a 10 dias, dependendo do tamanho do capítulo, ambiente, manejo e temperatura.

Contudo, no contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, em especial a região semiárida, associada aos problemas de qualidade, a floricultura nordestina vem firmando-se como importante atividade econômica (Medeiros et al., 2010).

3.5. Cultivo em Ambiente Protegido

O cultivo em ambiente protegido é uma realidade que, ao logo dos anos, vem representando uma evolução na produção agrícola, possibilitando o fornecimento de culturas sazonais, assim com a expansão geográfica dos centros produtores para regiões em que as condições climáticas não são favoráveis. Essa nova forma de cultivo possibilita ao produtor controle parcial das condições edafoclimáticas como: radiação solar, umidade do ar, temperatura e vento.

De acordo com (Purquerio & Tivelli, 2006), o ambiente protegido permite a realização de cultivos em épocas distintas, pois, auxilia na redução das necessidades hídricas, resultando

em precocidade de produção, redução do uso de insumos, como fertilizantes e defensivos. Muitos produtores escolhem essa forma de cultivo em virtude do aumento considerável na produtividade, obtendo assim, produtos de melhor qualidade (Pereira, 2013).

No Brasil, devido a maior sensibilidade que as hortaliças e flores ornamentais apresentam as condições ambientais, o cultivo em ambiente protegido é predominante para essas culturas. Assim, essa técnica quando não manejado adequadamente cria condições favoráveis ao aparecimento de doenças, causando preocupações aos produtores.

Muitos autores têm desenvolvido pesquisas buscando melhorar e aperfeiçoar o manejo da irrigação, controle de doenças, produção, controle de umidade e temperatura e até mesmo uso de águas de qualidade inferior no cultivo em ambiente protegido.

Travassos et al. (2011) avaliando a produção de girassol ornamental cultivado em casa de vegetação com água salobra, observaram que a cultura apresenta certa resistência a água salina, e não compromete a qualidade comercial. O mesmo foi observado por Santos Júnior et al., (2016), avaliando os efeitos do estresse salino sobre as variáveis de produção e pós-colheita de flores de girassóis em sistema hidropônico.

Oliveira et al., (2017), testaram diferentes lâminas e diluições de água residuária na produção de girassol ornamental em casa de vegetação, constataram resultados satisfatórios de crescimento e produção. Enquanto isso, Noya et al., (2014), cultivando a planta ornamental (*Stenachaenium megapotamicum*) pertencente à família *Asteraceae*, em diferentes regimes de irrigação, constataram que a cultura tem potencial significativo para ser usada em projetos paisagísticos sustentáveis devido a sua capacidade de crescimento em condições de déficit hídrico, quando cultivada em ambiente protegido.

Uma das técnicas de cultivo que vem sendo utilizada com frequência na produção de flores em ambiente protegido, está relacionada ao cultivo sem solo (hidropônico), por ser uma técnica que possibilita produção de espécies em áreas pequenas, utilizando baixas quantidades de água, obtendo-se rápido retorno econômico, antecipando a produção e de certa forma, melhorando a qualidade dos produtos obtidos. Além disso, apresenta potencial para aplicação de águas residuárias, pois apenas o sistema radicular da planta tem contato direto com a água (Cuba et al., 2015).

Essa técnica pode ser classificada em duas categorias; sendo um sistema de circuito fechado, onde as plantas são alimentadas com uma solução nutritiva, sem a presença do substrato (NFT); o outro as plantas são cultivadas sobre o substrato, tornado uma alternativa plausível e preventiva em relação a degradação do solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e Caracterização da Área Experimental

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA – Mossoró-RN (5° 11' 15" Sul, 37° 20' 39" Oeste de Greenwich e altitude média de 18 metros). O clima na classificação de Koppen, é do tipo BSw^h, quente e seco típico de semiárido, com temperatura média anual em torno de 27 °C, precipitação irregular, com média anual por volta de 673,9 mm; umidade relativa média do ar de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

A casa de vegetação possui cobertura em arco, com 6,4 m de largura, 18 m de comprimento e pé direito de 3,0 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade com aditivo anti-ultravioleta e espessura de 150 m, protegida nas laterais com malha negra 50% (Figura 2).



Figura 2. Vista externa (A) e interna (B) do ambiente protegido.

Fonte: Acervo da pesquisa (2017).

4.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento adotado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 5 x 2 (fontes hídricas x cultivares de girassol) com 4 repetições, com um total de 120 unidades experimentais (Figura 3).

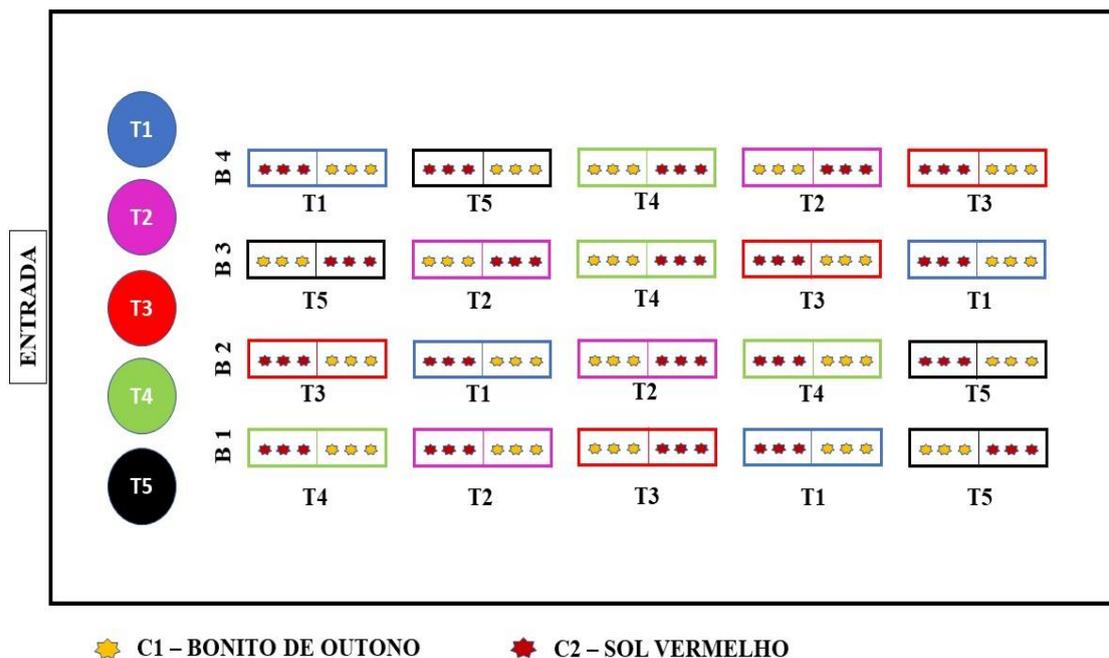


Figura 3. Esquema da distribuição dos tratamentos na área experimental.

As parcelas principais constituíram-se de 5 estratégias de aplicação do efluente de água cinza com água de abastecimento municipal (Tabela 4), e nas subparcelas as duas cultivares de girassol ornamental (Bonito de outono sortido e Sol vermelho).

Os sais fertilizantes foram adicionadas as fontes hídricas obtidas de maneira a proporcionar estabilidade de crescimento as plantas, sendo utilizado concentração de 25% da solução original padrão de Hoogland e Arnoon (1950), as quais foram preparadas a partir de sais comerciais (nitrato de potássio - KNO_3 , nitrato de cálcio - $Ca(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$, fosfato monopotássico - KH_2PO_4 e sulfato de magnésio - $MgSO_4 \cdot 7H_2O$). Para os micronutrientes foram utilizados Fertilizantes Rexolin Bra Micronutrientes Yara Vita Pct 1 Kg. O ferro foi utilizado na forma de quelato EDTA (13% Fe) Tabela 5.

Tabela 4. Composição dos tratamentos das parcelas do experimento.

Estratégia de aplicação	Composição
T1	100% de água de abastecimento
T2	25% de água residuária (ACT) + 75% de água de abastecimento
T3	50% de água residuária (ACT) + 50% de água de abastecimento
T4	75% de água residuária (ACT) + 25% de água de abastecimento
T5	100% de água residuária (ACT)

¹Adaptado da formulação padrão de Hoogland e Arnoon (1950). ACT: água cinza tratada

Tabela 5. Concentração dos nutrientes na solução nutritiva adicionada as estratégias de aplicação baseadas em Hoagland e Arnon, (1950).

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S
Concentração(mmol L ⁻¹).....					
25%	3,75	0,25	1,5	1,25	0,5	0,5
Nutrientes	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
Concentração(mmol L ⁻¹).....					
25%	0,0156	0,0025	0,0125	0,0008	0,0002	0,0025

4.3. Estrutura Experimental e Manejo da Irrigação

As unidades experimentais foram compostas por vasos de polietileno com capacidade de 10 litros, preenchidos com 1 kg de brita número zero, coberta com manta geotêxtil, formando o sistema de drenagem e sobre a manta foi adicionado o substrato fibra de coco, pré-umedecida, para suporte das plantas. Na base inferior de cada vaso haverá um orifício onde será conectada uma mangueira de 1/4” para escoamento do volume drenado, que será coletado por uma garrafa pet com capacidade de 2,0 litros acoplada à base do vaso.

A irrigação utilizada foi de forma manual, com duas irrigações por dia, sendo uma pela manhã e outra no final da tarde. Aplicou-se uma lâmina de 400 ml em cada vaso no início da fase vegetativa, com irrigação complementar conduzido nos períodos críticos de acordo com as condições e necessidades da cultura. As plantas não apresentaram uniformidade, de maneira que algumas apresentavam maior porte que outras em sua fase de desenvolvimento, iniciando mais rápido sua fase reprodutiva.

4.3.1. Caracterização do Efluente de Esgoto e da Água de Abastecimento Municipal

A água de abastecimento foi proveniente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; enquanto que o efluente de esgoto foi oriundo de um sistema de tratamento instalado na Associação Comunitária Reciclando para Vida – ACREVI, localizada na Rua Raniere B. Paiva, Bairro Nova Vida, município de Mossoró – Rio Grande do Norte (Tabela 6).

O sistema de tratamento de água foi construído no mês de abril de 2016, sendo composto por: a) uma caixa de passagem de 0,40 x 0,40 x 0,40 m de alvenaria que tem por finalidade reunir as águas cinzas provenientes do chuveiro e pias do banheiro e da cozinha da sede da ACREVI; b) tanque séptico de duas câmaras com capacidade para 1000 L; um filtro anaeróbio de fluxo ascendente com capacidade de 500 L e c) um reservatório para armazenar a água tratada com capacidade de 500 L (Figura 4A). Serão realizadas coletas semanais de água cinza

tratada para utilização nos experimentos, sendo realizada análises físico-químicas destas águas através de amostras de cada coleta (Figura 4B).



Figura 4. Esquema do sistema de tratamento de água cinza instalado na ACREVI (A); coleta do efluente (B).

Fonte: Acervo da pesquisa (2017).

4.3.2. Cultivares de Girassol Utilizadas

No experimento foram utilizadas as cultivares de girassol, Bonito de outono sortido e Sol vermelho, ambas produzidas pela empresa “ISLA sementes”. Segundo informações da empresa A cultivar Bonito de outono pode alcançar de 2 a 2,5 metros de altura, com inflorescências amarelo/vermelho, com 10 a 15 cm de diâmetro, sendo utilizada como flor de corte para a composição de arranjos florais ou jardins. Enquanto que a cultivar Sol vermelho, pode atingir de 2 a 3 metros de altura, com inflorescências vermelhas com centro escuro, de 15 a 18 cm de diâmetro, podendo ser utilizada para corte ou jardim.

4.3.3. Preparo das Mudas e Plantio

As mudas de girassol foram produzidas em bandejas de poliestireno expandidas, de 128 células preenchidas com substrato de fibra de coco, cujas sementes provenientes da empresa Isla Pak (A super semente), sendo semeadas no dia 26 de junho de 2017 (Figura 5A). O transplante das mudas ocorreu 15 dias após a semeadura colocando-se, aleatoriamente, seis mudas de girassol por cada parcela experimental, sendo 3 de cada variedade, realizado o

transplante para os vasos plásticos de 10 L, contendo em sua base brita nº1, para evitar que o substrato se misture com a mesma, colocando uma tela de nylon para separa um do outro. Foram realizadas 4 avaliações durante todo o ciclo com espaço de 15 dias uma da outra (Figura 5B).



Figura 5. Produção de mudas em badeiras de polietileno (A); Transplântio (B).

Fonte: Acervo da pesquisa (2017).

O controle fitossanitário foi feito com base em recomendações técnicas, por meio de aplicações preventivas e de controle, com defensivos químicos sempre que necessário. Os demais tratos culturais e fitossanitários foram efetuados na medida em que se fizeram necessário.

4.4. Características avaliadas

4.4.1. Parâmetros de Avaliação do Efluente

Para o acompanhamento da qualidade do efluente tratado utilizado, caracterizou-se o efluente quanto ao pH, condutividade elétrica (CE), temperatura (°C), turbidez, cor aparente, sólidos totais (ST), sólidos sedimentáveis (SS), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), amônia (NH₃), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes total (CT), coliformes termotolerantes (CTE), óleos e graxas além de potássio (K⁺), sódio (Na⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), carbonato (CO₃²⁻) e bicarbonato (HCO₃³⁻).

Para caracterização físico-química do efluente, amostras foram coletadas e preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4 °C até a entrada nos laboratórios. Em seguida, tais amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta – LASAP, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

Na caracterização microbiológica do esgoto doméstico primário e da água de abastecimento, outras amostras foram coletadas em frascos esterilizados, posteriormente preservadas em caixa isotérmica com gelo à 4 °C e encaminhadas para o Laboratório HIDROLAB – Central Hidrolab Serviços LTDA para identificação e quantificação dos níveis populacionais de coliformes termotolerantes (CTe). Os parâmetros microbiológicos foram analisados uma única vez no final. As análises foram realizadas com base nos métodos propostos pelo “Standard methods for the examination of water and wastewater” (RICE et al., 2012).

4.4.2. Parâmetros de Crescimento das Plantas

A partir dos 15 dias após o transplântio (DAT) foi realizada avaliação do crescimento e do desenvolvimento das cultivares analisando as seguintes variáveis:

A altura de planta (AP) mensurada do colo da planta à gema apical utilizando-se uma trena; para o diâmetro caulinar (Figura 6A); para (DC) utilizou-se um paquímetro digital com leituras sempre a 2 cm acima do colo da planta (Figura 6B).



Figura 6. Medidas altura da planta de girassol (A) e diâmetro do caule da cultura do girassol (B). **Fonte:** Acervo da pesquisa (2017).

Para o número de folhas (NF), foram consideradas as folhas que obtiverem comprimento mínimo de 2 cm. Para área foliar (AF) foram medidos o comprimento de todas as folhas que tiverem comprimento mínimo de 2 cm e foi estimado pela equação sugerida por Maldaner et al. (2009).

$$AF = 0,1328 * C^{2,5569} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

AF= Área Foliar

C = Comprimento de cada folha

4.4.3. Fitomassa

Em relação a fitomassa foram verificadas a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA). A FFPA foi obtida ao final do ciclo quando as plantas foram coletadas e pesadas em balança digital, sendo após submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C, durante 72 horas, até atingirem peso constante, e pesado em seguida, em balança digital eletrônica, para obtenção da FSPA.

4.4.4. Produção de Flores

As variáveis, diâmetro externo do capítulo (DE), diâmetro interno (DI), número de pétalas no capítulo (NP), início do florescimento (IF) e duração da pós-colheita (DPC) também foram avaliadas comparando a produção de flores nos tratamentos.

Para medir o diâmetro externo do capítulo considerou uma linha imaginária que une duas extremidades das pétalas passando pelo centro do capítulo, sendo feitas as leituras na horizontal e na vertical com auxílio de régua graduada (Figura 7A). Para o diâmetro interno do capítulo considerou uma linha imaginária da parte central (Figura 7B). Essas leituras foram feitas sempre no dia da colheita da flor, onde o critério utilizado foi a abertura da flor no estágio R_{5,2} da escala de Schneiter & Miller (1981), assim como a contagem do número de pétalas.

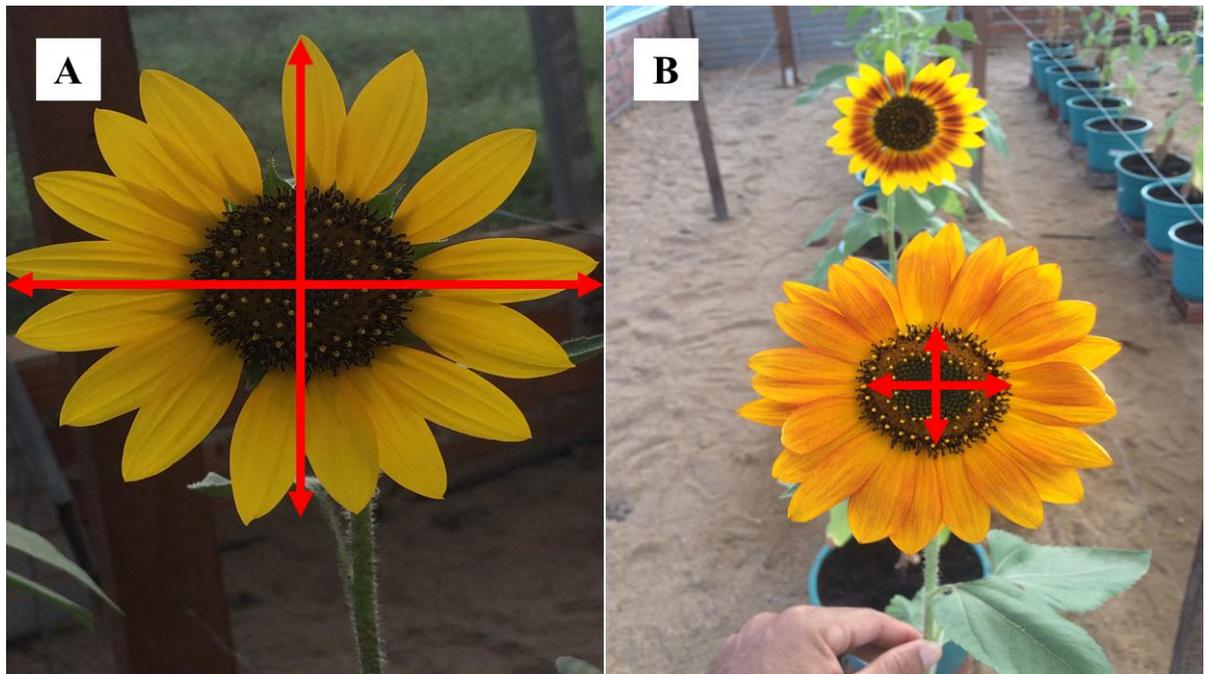


Figura 7. Medida do diâmetro externo (A); diâmetro interno (B) dos capítulos de girassol.
Fonte: Acervo da pesquisa (2017).

Para o início do florescimento foi considerado o intervalo entre o transplântio e a abertura da flor no estágio R_{5,2} (dia da colheita) da escala de Schneiter & Miller (1981). Para verificar a duração pós-colheita das flores, estas permaneceram na casa de vegetação, observando o dia de abertura do capítulo até o início de perda das pétalas.

4.4.5. Teores de Macronutrientes e Micronutrientes do Tecido Foliar

Ao final do ciclo as plantas foram coletadas e analisadas quimicamente, determinando-se os teores de macronutrientes (N, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn) (EMBRAPA, 1997). Foram determinados a partir do material utilizado para caracterização da fitomassa seca da parte aérea. As análises foram realizadas no LASAP - UFERSA, conforme a metodologia proposta pelo manual de análises de solo, plantas e fertilizantes da Embrapa (Silva, 2009).

4.5. Análises Estatísticas e Interpretação dos Resultados

Os dados referentes as análises físico-químicas, da água foram tabulados no programa Microsoft Excel 2010.

Os dados do experimento foram submetidos às análises de variância e de regressão. Foi realizada a análise de variância (ANOVA), utilizando-se o teste F a 5 % de probabilidade. Para

as variáveis significativas (1 e 5%), realizou-se análise de regressão linear e polinomial. Os modelos para cada variável foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização das Águas Utilizadas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da água cinza tratada monitorados durante a condução do experimento estão descritos na (Tabela 6). Os valores observados do efluente tratado apresentaram variações nos resultados.

Tabela 6. Caracterização físico-química da água do efluente doméstico tratado e água de abastecimento.

Parâmetros	Amostras	
	AA	ACT
Temperatura °C	21,00	22,00
pH	7,80	7,50
CE (dSm ⁻¹)	0,53	0,74
RAS (mmolc L ⁻¹) ^{1/2}	6,90	5,50
Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,40	8,00
CO ₃ ²⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,60	0,00
HCO ₃ ³⁻ (mmolc L ⁻¹)	2,60	2,70
Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	4,39	5,07
K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,24	0,43
Mg ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,22	0,78
Ca ²⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,30	1,21
Dureza (mg L ⁻¹)	30,00	109,00
P (mg L ⁻¹)	0,17	0,25
N Total (mg L ⁻¹)	2,11	14,13
DBO (mg L ⁻¹)	-	27,20
DQO (mg L ⁻¹)	-	160,00
SST (mg L ⁻¹)	-	30,00
ST (mg L ⁻¹)	-	474,00
Cor Aparente (uC)	-	160,00
Turbidez (NTU)	-	4,70
O & G (mg L ⁻¹)	-	1,10
NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,20	4,47

DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DQO - demanda química de oxigênio; pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; SS - sólidos suspensos; SD - sólidos dissolvidos; K⁺ - potássio; Na⁺ - sódio; Mg²⁺ - magnésio; Ca²⁺ - cálcio; P - Fósforo ; RAS- razão de adsorção de sódio; Fe - ferro total; Mn - manganês; Zn - zinco; Cu - cobre; Cd - Cádmio; Ni - Níquel; Pb - Chumbo; C.T. - coliformes totais; CO₃²⁻ - carbonato; HCO₃³⁻ - Bicarbonato; AA: água de abastecimento; ACT: água cinza tratada.

A temperatura é um parâmetro muito importante para se analisar efluentes domésticos, assim, a amostra de água do efluente analisada no trabalho, foi de 22 °C, igual ao encontrado por Duarte, (2007), diferente do resultado obtido por Fernandes, (2017), de 28 °C utilizando a

mesmo tratamento, mas dentro dos padrões de 40 °C da resolução do CONAMA 430/11. Enquanto isso, Rampelotto, (2014), estudando a caracterização de águas cinzas para reúso doméstico encontrou valores de 21 a 31,5 °C. É importante destacar que, no caso de mudança brusca de temperatura pode afetar a ação dos microrganismos e reações bioquímicas, além de reduzir a concentração de oxigênio dissolvido na água.

Para os parâmetros; potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e razão de adsorção de sódio (RAS) verificou-se os seguintes valores 7,5; 0,74 dSm⁻¹ e 5,5 (mmol⁻¹)^{1/2}, respectivamente. O valor referente ao pH está dentro da faixa de 5 a 9 estabelecida pela resolução do CONAMA nº 430/2011 para lançamento de água residuária tratada em corpos hídricos, bem como, na faixa de 6 a 9 segundo o CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2011b; Oliveira et al., 2014). O valor de pH do efluente tratado pode ser explicado pelo fato da água conter muito sabão, ao mesmo tempo, o seu efeito indireto diz respeito à solubilidade de nutrientes. Elevados teores de matéria orgânica e sais, assim como, alterações nos valores de pH, podem afetar a adsorção e liberação de nutrientes inorgânicos para as plantas. Elfanssi et al., (2018) cultivando alfafa com efluente doméstico tratado encontrou valor de pH próximo ao obtido nesta pesquisa.

A condutividade elétrica é um parâmetro importante na análise desse tipo de efluente tratado, pois o mesmo pode apontar o teor de salinidade e presença de poluentes. Partindo dos valores de CE e RAS, pode-se observar que a água do efluente foi classificada como C2S1 com baixo risco de sodicidade e médio de salinidade, de acordo com os critérios propostos para a classificação das águas para irrigação do United States Salinity Laboratory – USSL. Enquanto isso, para a classificação estabelecida por Ayers & Westcot (1999), o valor encontrado do efluente de 0,74 dS m⁻¹ (CE) ficou na classe de salinidade C2 que varia de 0,7 – 3,0 dSm⁻¹ sendo considerado como problema moderado. Segundo Batista et al., (2016) a classificação em C2S1; significa água de média salinidade, e baixa sodicidade ou baixa concentração de sódio podendo ser usada sempre e quando houver uma lixiviação moderada de sais e no cultivo de plantas moderadamente tolerante.

Para os parâmetros cloreto (Cl⁻), carbonato (CO₃²⁻), bicarbonato (HCO₃⁻), sódio (Na⁺), potássio (K⁺), magnésio (Mg²⁺) e cálcio (Ca²⁺) ainda referente a Tabela 7, foram encontrados seguintes valores 8,0; 0,0; 2,7; 5,07; 0,43; 0,78; 1,21 mmol_c L⁻¹, respectivamente. O cloreto é um elemento presente na água de qualidade inferior que causa preocupação em função da alta salinidade associado a este, podendo causar toxicidade à algumas culturas. Com relação a qualidade da água para irrigação, o valor encontrado de 8,0 mmol_c L⁻¹ na pesquisa está dentro do padrão proposto por Ayers & Westcot (1999) de 4,0 – 10,0, sendo considerado grau de restrição ao uso leve a moderado. Enquanto isso, constatou-se ausência de carbonato. Isto pode estar

associado ao pH, de maneira que, para detectar carbonato na amostra é necessário que o pH seja maior que 8,3. Em relação aos teores de cálcio, magnésio, sódio, mencionados anteriormente, Cuba et al., (2015) obteve valores de 7,72; 3,16; 52,0 mg L⁻¹ considerados normais quando comparados aos resultados das análises necessárias para se avaliar a qualidade da água de irrigação, de acordo com Ayers e Westcot (1999).

Bañón et al., (2011) estudando os efeitos dos efluentes tratados diluídos e não diluídos sobre o crescimento, das plantas envasadas *Lantana camara* L. (Lantana) e *Polygala myrtifolia* L. (Polygala), mostrou que teor mineral de água reutilizada foi maior do que o da água do canal: cloretos de 3 vezes maior (1113 mg L⁻¹), sulfato 1,5 – maior (754 mg L⁻¹) e Na⁺ 3,6-maior (669 mg L⁻¹).

Obteve um valor de 109,0 mg L⁻¹ para o atributo dureza, caracterizando uma dureza não muito elevada. Tendo matéria orgânica como um dos principais itens a ser verificado quanto a eficiência do tratamento, utilizou-se como parâmetro as análises de Demanda Biológica de Oxigênio -DBO e Demanda Química de Oxigênio - DQO, onde, os valores encontrados para o efluente tratado foram 27,2; 160,0 mg L⁻¹ (Tabela 7). Observou-se então, que de acordo com a resolução do CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), apenas a DBO se enquadrou nos Artigos estabelecidos pelo órgão sobre o lançamento direto de efluentes em corpos hídricos, com valor correspondente a 120 mg L⁻¹. Os valores observados foram superiores aos obtido por Fernandes, (2017) com média de 14,67 mg L⁻¹ de DBO e 79,7 mg L⁻¹ de DQO. Um dos fatores que pode levar a elevação desses parâmetros está relacionado com o possível aumento de concentração de produtos orgânicos, ou até mesmo variação de pH e insuficiência de oxigênio dissolvido.

As concentrações de Fósforo (P), Nitrogênio (N) e Nitrogênio amoniacal (NH₃) neste trabalho foram, 0,25; 14,13; 4,47 mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 7). O valor de Nitrogênio mostrou-se inferior aos obtidos por Fernandes, (2017), May e Hespanhol, (2009) com concentração média de 34,02 e 17,4 mg L⁻¹. No entanto, para o Nitrogênio amoniacal os valores encontrados também foi inferior comparando com os dos autores supracitados, 33,72; 11,3 mg L⁻¹. Enquanto isso, a concentração de fósforo foi menor em relação a do trabalho de Fernandes, (2017) que obteve valor médio de 0,7 mg L⁻¹, podendo ser justificado pela pouca utilização de produtos químicos. O valor encontrado para fósforo na pesquisa se enquadra no estabelecido por Almeida, (2010) de 2 mg L⁻¹ para irrigação.

No que diz respeito a concentração de sólidos totais (ST) e sólidos suspensos totais (SST), foram encontrados os seguintes valores para o efluente tratado; 474,0; 30,0 mg L⁻¹ (Tabela 7). Observou-se que os valores foram semelhantes aos encontrados por Fernandes, (2017) e, está de acordo com o estabelecido pela United States Environmental Protection Agency – UESPA (2004) > 30 mg L⁻¹ para a irrigação de culturas não alimentícias, pastagens

para rebanho de leite, forrageiras, cereais, fibras e grão. Concentrações de até 200 mg L⁻¹ são aceitas para lançamento direto desses efluentes em corpos hídricos e atividades de classe 1 (ABNT, 1997).

A turbidez, cor aparente e óleos e graxas da água tratada apresentaram os seguintes valores; 4,70 NTU; 160,0 uC; 1,10 mg L⁻¹ (Tabela7). A cor está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Já a turbidez devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral. O baixo valor de óleo e graxa está relacionado com a pouca quantidade de resíduos de comidas jogadas no sistema, mostrando assim eficiência do mesmo.

Urbano et al., (2015) constatou que, os efluentes tratados depois de passar pelo solo, mostraram valores de turbidez entre 1,72 e 4,42 UNT, representando uma tendência de desagregação de partículas do solo e lixiviação do solo pela água. Com relação à O & G, Fernandes, (2017), obteve valor médio de 2,15, caracterizando eficiência do sistema de tratamento, uma vez, que não cause problemas de entupimento de gotejadores, enquanto Rêbello (2011) obteve média de 411,8 uC para o parâmetro cor, valor acima do encontrado nessa pesquisa, devido ao efluente ser proveniente da pia da cozinha e estar mais diluído, citado por (Pires, 2012).

Contudo, do ponto de vista agrônomo, a presença destes componentes químicos em águas residuais tratadas é essencial, uma vez que representam nutrientes importantes para melhorar a fertilidade do solo, o crescimento das plantas e conseqüentemente o rendimento das culturas (Libutti et al., 2018).

5.2. Variáveis de Crescimento do Girassol Ornamental

Os resultados da análise de variância relativos ao fator de variação estratégia de aplicação de efluente indicam efeito significativo ($p < 0,01$) para área foliar (AF), altura de planta (AP), Diâmetro de caule (DC) e efeito significativo ($p < 0,05$) para número de folhas (NF). O fator cultivares de girassol influenciou significativamente ($p < 0,01$) apenas altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC), com valores médios de 46,1 cm; 5,8 mm para o cultivar bonito de outono sortido e 43,1 cm; 6,0 mm sol vermelho, respectivamente, enquanto o fator dias após o transplântio (DAT) apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) (Tabela 7).

Avaliando as interações dos fatores estratégia de aplicação de efluente x cultivares de

girassol x dias após o transplântio (EA x CG x DAT) e estratégia de aplicação de efluente x cultivares de girassol (EA x CG), verificou-se que não há efeito significativo para nenhuma das variáveis de crescimento analisadas. Já para a interação cultivares de girassol x dias após o transplântio (CG x DAT), apenas a altura de planta (AP) foi significativa ($p < 0,05$). As variáveis área foliar (AF) e diâmetro do caule (DC) quando analisadas em função da interação dos fatores estratégia de aplicação de efluente x dias após o transplântio (ET x DAT) mostrou efeito significativo ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para as variáveis área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) do girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Área foliar cm ²	Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Número de folhas
Estratégia de Aplicação	4	1169**	198**	9,5**	7,7*
Bloco	3	115*	558**	0,19 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Cultivares de Girassol	1	0,00 ^{ns}	383**	1,90**	0,1 ^{ns}
Época (DAT)	3	7216**	29480**	103,1**	331,4**
CG x DAT	3	62 ^{ns}	145*	0,22 ^{ns}	5,1 ^{ns}
EA x CG	4	29 ^{ns}	26 ^{ns}	0,14 ^{ns}	4,1 ^{ns}
EA x DAT	12	83*	26 ^{ns}	0,46*	2,27 ^{ns}
EA x C x DAT	12	23 ^{ns}	30 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,00 ^{ns}
Resíduo	117	3773	44	0,22	2,7
MG		29,8	44,6	5,94	14,9
CV (%)		19	15	8	11
Cultivares			Médias (cm)		
Bonito de Outono		29,8 A	46,1 A	5,8 B	14,9 A
Sol Vermelho		29,8 A	43,1 B	6,0 A	15,0 A

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; MG: média geral; DAT: dias após o transplântio; Interações – CG x DAT: cultivares de girassol e dias após o transplântio; EA x CG: estratégia de aplicação do efluente e cultivares de girassol; EA x DAT: estratégia de aplicação e dias após o transplântio; EA x CG x DAT: estratégia de aplicação do efluente doméstico tratado, cultivares de girassol e dias após o transplântio.

Analisando as médias das cultivares, não se observou diferença significativa entre as cultivares bonito de outono e sol vermelho para as variáveis de crescimento área foliar e número de folhas, sendo registrado médias de 29,8 e 15,0 cm, respectivamente. Para as mesmas condições de irrigação, o fator cultivar apresentou efeito significativo a ($p < 0,01$) para as variáveis, altura de planta e diâmetro do caule. Além disso, pode observar que a cultivar Bonito de Outono teve um melhor desenvolvimento quando comparado com a Sol Vermelho para a variável altura de planta, com média de 46,1 cm. No entanto, a cultivar Sol vermelho obteve maiores diâmetros (6,0 mm) em relação a Bonito de Outono (Tabela 7).

Os resultados obtidos no presente estudo divergem dos encontrados Oliveira, (2015), que avaliou o crescimento de duas cultivares de girassol ornamental (*cv.* Anão de Jardim e *cv.* Sol

Noturno) irrigadas com soluções obtidas das estratégias de aplicação de água residuária tratada e abastecimento. Além disso, diverge dos resultados encontrados por Santos Júnior et al. (2011), que estudaram o uso na irrigação de efluente misturando com água de abastecimento no cultivo de girassol tradicional (cv. EMBRAPA 122/V-2000). Oliveira et al., (2012), em trabalho semelhante observou melhores resultados, utilizando 100% efluente de esgoto tratado, o qual registrou aumento na área foliar, número de folhas e altura de planta em relação à testemunha (água de abastecimento), corroborando com os resultados encontrados nessa pesquisa, utilizando as mesmas condições ambientais e, o substrato de fibra de coco como meio de crescimento.

Andrade et al., (2012) estudaram o crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigado com água residuária tratada, observaram em todas as variáveis estudadas, que houve efeito significativos para as fontes hídricas (água residuária tratada de esgoto doméstico e água de abastecimento). No entanto, em relação aos genótipos, para altura de planta se destacou o EMBRAPA 122/V2000, com maior média de (81,42 cm) para última época de avaliação 45 (DAS) em relação as demais que não diferiram entre si, devido possivelmente, ao potencial genético da primeira não ter características de plantas ornamentais.

O valor significativo da altura das plantas quando irrigadas com água residuária pode estar associado, principalmente, ao efeito positivo do nitrogênio, fósforo e potássio presente na água, sobre o crescimento das plantas, até mesmo a porcentagem de nutrientes adicionado na diluição.

Souza et al., (2010), mostraram efeito significativo ($p < 0,01$) do fator água de irrigação sob as variáveis, diâmetro do caule, altura de planta e número de folhas aos 14 e 28 DAT, assim como também, no comparativo dos tratamentos água residuária + adubação mineral com NPK aos 28 DAT e água de abastecimento + adubação mineral com NPK aos 14 e 28 DAT.

As plantas de girassol ornamental tiveram aumento constante em suas dimensões em relação a cada data de amostragem para a área foliar e diâmetro do caule (Figura 8A e B). Observou-se que, as estratégias de aplicação 100% efluente e 75% efluente + 25% água de abastecimento foram as que obtiveram maiores médias para cada época de amostragem, tanto para área foliar como diâmetro do caule. A partir dos 45 DAT, a área foliar aumentou de forma característica com a estratégia de aplicação 75% efluente + 25% água de abastecimento obtendo assim, melhores resultados, quando comparando as demais estratégias, com média de 55,23 cm² no final do ciclo (Figura 8A).

De acordo com as observações, pode-se dizer que não houve problemas no desenvolvimento das plantas a partir das diluições utilizadas. O diâmetro do caule se manteve constante, observando que os melhores desempenhos foram dos tratamentos T5 e T4, nos quais

foram obtidos valores médios ao final 60 DAT de 8,21 e 7,70 mm, respectivamente, tendo o uso de 100% água de abastecimento, menores médias observadas (Figura 8 B).

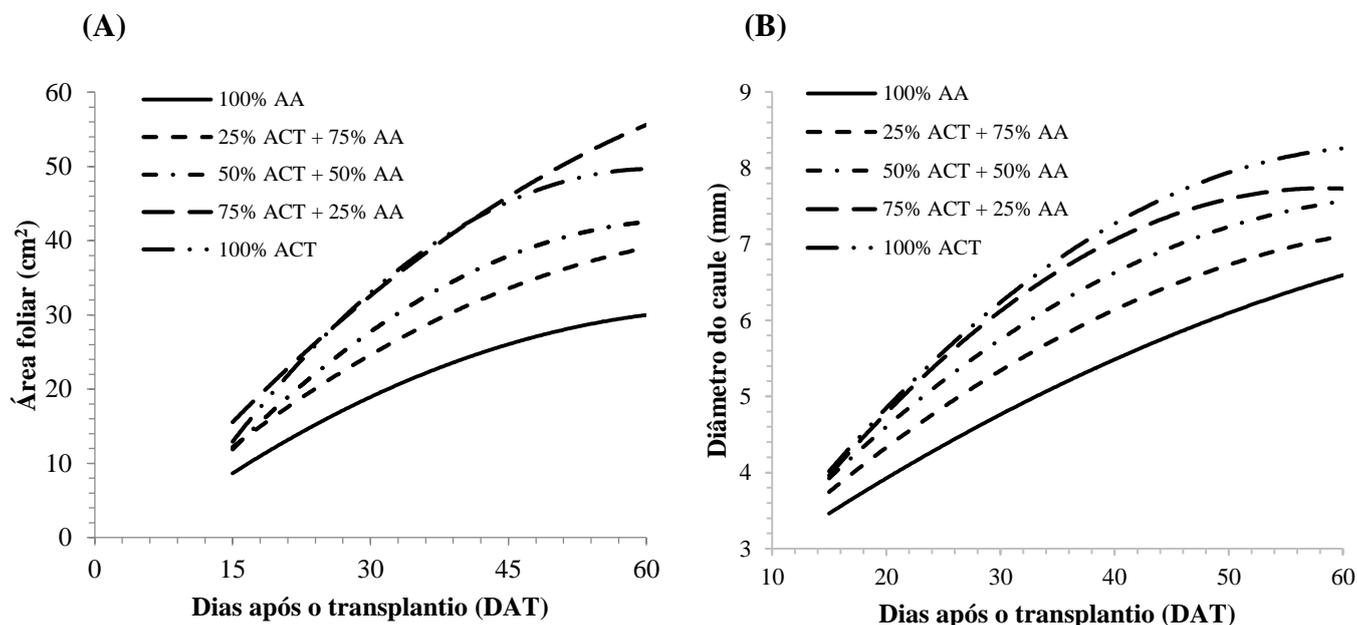


Figura 8. Evolução da área foliar (A) e diâmetro do caule (B), ao longo do ciclo do girassol ornamental recebendo cada estratégia de aplicação do efluente de água cinza tratada.

De maneira geral, observou-se que o desenvolvimento das plantas, tanto em relação à área foliar como diâmetro do caule foram melhorando ao longo das datas de amostragem, onde os tratamentos com maiores dosagens de água cinza tratada geraram valores significativamente melhores (Figura 8A e B).

Na Figura 9 (A, B, C, D), estão representados, graficamente, as variáveis referentes ao crescimento, área foliar, altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas do girassol ornamental, em função das estratégias de aplicação.

Para efeito isolado de estratégia de aplicação, as variáveis supracitadas apresentaram-se de forma significativa ao nível de 1 e 5% de probabilidade, com os respectivos R^2 0,92; 0,84; 0,97 e 0,96 (Figura 9A; B; C; D). De acordo com a análise de regressão, observou-se efeito linear para as variáveis área foliar e diâmetro do caule, quadrático de ordem dois para altura de planta e número de folhas em função das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado, utilizadas na irrigação do girassol ornamental, sendo que as duas maiores concentrações (75% efluente + 25% água de abastecimento); (100% efluente) para área foliar, proporcionaram um incremento de 49,14 e 65,52% em relação a menor concentração do efluente (Figura 9A).

Em relação ao diâmetro do caule verificou-se linearidade, de maneira que a estratégia de aplicação (100% água de abastecimento) apresentou resultados menores, diferente da

estratégia de aplicação 100% efluente, que mostrou um acréscimo de 26,07%. Foi observado também nas duas maiores concentrações, as maiores médias (6,3 e 6,6 mm), respectivamente, para as estratégias de aplicação (75% efluente + 25% água de abastecimento) e 100% efluente (Figura 9C).

De acordo com a análise de regressão foi possível constatar que o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados de altura das plantas e número de folhas frente as estratégias de aplicação aplicadas foi o polinomial de ordem dois (Figura 9B e D). Verificou-se, que a altura das plantas cresceu de forma mais acentuada quando irrigadas com as estratégias de aplicação (50% efluente + 50% água de abastecimento); (75% efluente + 25% água de abastecimento), com médias de 46,71 e 46,10 cm, atingindo seu ponto máximo, porém, foi diminuindo de intensidade com as estratégias de aplicação (100% água de abastecimento); (25% efluente + 75% água de abastecimento) e (100% efluente), cujas médias foram; 41,19; 45,07 e 43,24 cm (Figura 9B). No que se refere ao número de folhas, observou também maior aporte de folhas por unidade planta utilizando as maiores concentrações do efluente, atingindo um ponto máximo (15,66) com a estratégia de aplicação 100% efluente (Figura 9D).

Andrade et al. (2012), também verificaram que as cultivares ‘Sol noturno’ e ‘Sol vermelho’ irrigadas com diferentes tipos de água (água de abastecimento e água residuária), em casa de vegetação, apresentaram melhor desempenho dentre os genótipos avaliados, com altura média de 100,07 cm e 109,53 cm. Apesar desses valores estarem acima dos encontrados neste trabalho, ressalta-se que pode ser devido ao fato de o experimento ter sido desenvolvido em vaso (capacidade para 10 kg), resultando em menor espaço para o desenvolvimento das raízes.

A limitação do crescimento da altura das plantas referentes as estratégias de aplicação T1; T2 e T5 do girassol ornamental, devem-se provavelmente a restrição hídrica e até mesmo volatilização de nutriente no recipiente, já que neste período, a cultura se encontrava em intenso crescimento vegetativo e as variáveis meteorológicas também favorecem a essa restrição, ocorrendo possivelmente uma diminuição na umidade relativa do ar, e um aumento na temperatura, e na velocidade do vento.

Contudo, essas limitações podem estar diretamente relacionadas ao efeito osmótico nas plantas, provavelmente, em função do acúmulo de sais nas folhas com redução do potencial osmótico do meio e, conseqüentemente, diminuição da disponibilidade de água para as plantas.

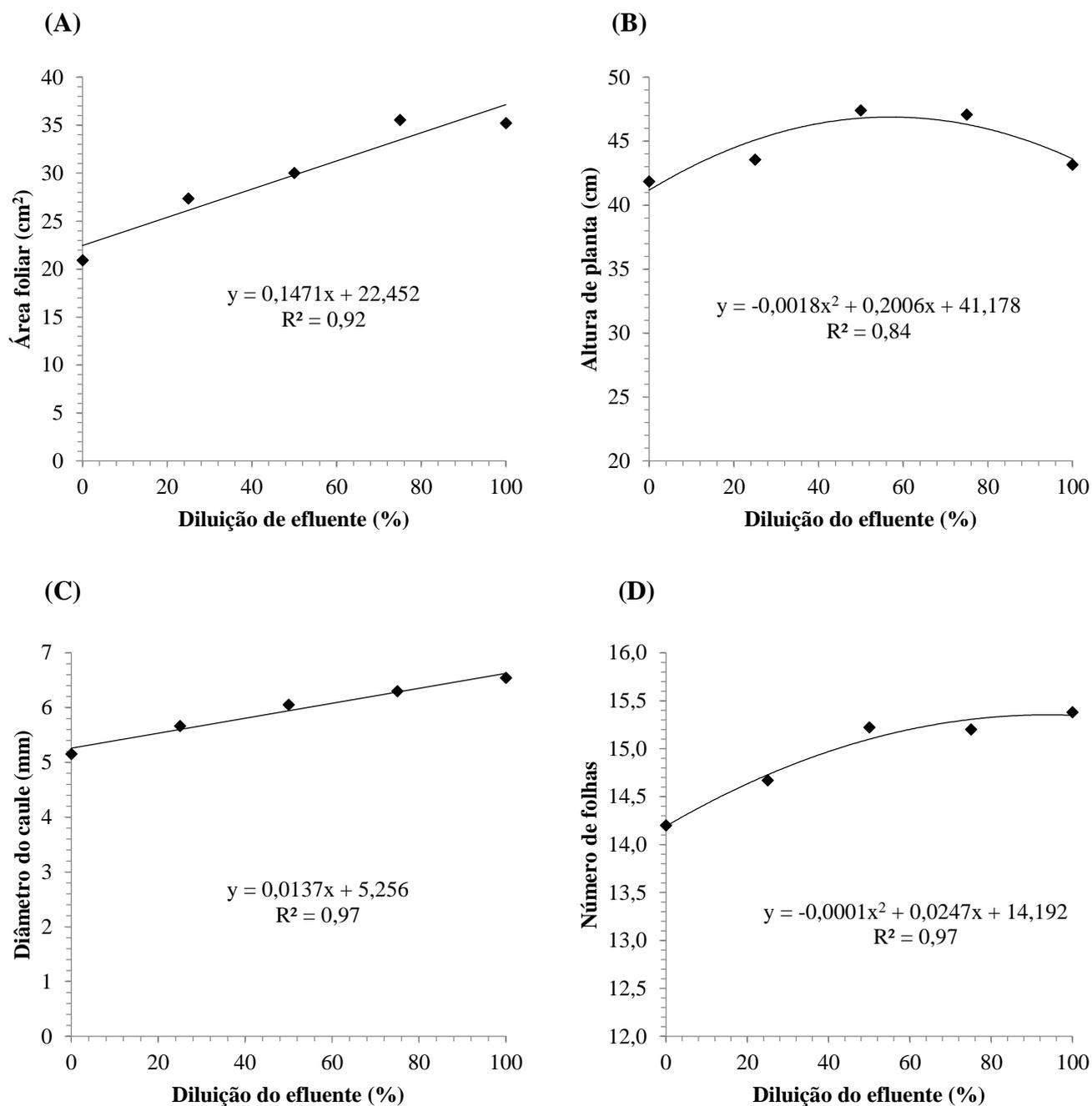


Figura 9. Área foliar (A); Altura de planta (B); Diâmetro do caule (C) e Número de folhas (D) do girassol ornamental em função das estratégias de aplicação do efluente (água cinza) em água de abastecimento.

Barros et al., (2015), analisando os efeitos residuais da adubação orgânica e da irrigação com efluente doméstico tratado no crescimento do girassol, constatou que a água de abastecimento promoveu um acréscimo nos valores médios de diâmetro caulinar (DC) em relação à utilização da água residuária em todas as épocas de avaliação, exceto nos 15 DAP, divergindo com os desse trabalho. No entanto, esses dados contrariaram os pesquisadores Galbiatti et al., (2007), que obtiveram uma superioridade no diâmetro do caule (DC) de 10,7% sobre as plantas irrigadas com água de abastecimento, na cultura da alface. Corroborando com

esses autores, Costa et al., (2009), verificaram que o diâmetro caulinar do milho, em todos os períodos de avaliação, foi sempre maior para as plantas que receberam água residuária, em comparação com a água de abastecimento.

Segundo Alves et al., (2014), a variável diâmetro de caule do girassol ornamental apresentou o tratamento T2 - 100% de água residuária (0 -10 DAT) + 100% solução nutritiva (Após 10 DAT) como melhor tratamento, com média 1,12 cm e T4 - 25% de água residuária (20-30 DAT) + 75% solução nutritiva (após 30 DAT); 0,89 cm inferior, sendo superiores aos encontrados no trabalho, utilizando as mesmas condições. Um ponto importante citado por alguns autores é, que o diâmetro da haste seja resistente para possibilitar a sustentação da inflorescência do girassol que, geralmente, tem maior massa caso se considerem outras espécies de flor de corte, como a rosa e a gérbera, entre outras (Curti et al., 2012).

A pesquisa desenvolvida por Fernandes, (2017) sobre o cultivo do girassol ornamental sol noturno fertirrigado com água cinza, mostrou que a altura de planta, número de folhas e diâmetro do caule tiveram médias superiores quando utilizou água cinza tratada em todas as épocas de amostragem. Oliveira et al., (2017), constatou que, a concentração de 75% de água residuária proporcionou maior número de folhas nas plantas de girassol, com uma média de duas folhas a mais que as plantas irrigadas apenas com água de abastecimento aos 35 DAD. Os resultados observados por esses autores confirmam os resultados obtidos nessa pesquisa.

Comparando com os valores de altura média de plantas iguais a 1,70 – 1,90 m, encontrados por Carvalho et al. (2013) para a variedade do girassol BRS 324, constata-se que os valores encontrados na presente pesquisa foram bem inferiores. De tal modo, definir uma altura padrão para comercialização do girassol ornamental é uma tarefa complicada, por ser uma variável subjetiva, dependendo muito da preferência do consumidor. No entanto, as plantas encontradas em meio a comercialização no mercado apresentaram em média 25 a 30 cm de altura (Alves et al., 2014). Dessa forma, temos que os resultados encontrados nesse trabalho foram satisfatórios para os padrões de comercialização.

De acordo com Oliveira, (2015), as variáveis que indicam o valor comercial da planta de girassol ornamental são, diâmetro de haste, diâmetro do capítulo e a altura de plantas. Além disso, o diâmetro do caule é considerado uma característica muito importante a ser observada quando se trabalha com o girassol, pois permite que ocorra menos acamamento da cultura e facilita seu manejo, tratos e conseqüentemente, a colheita.

5.3. Produção de Flores

De acordo com os resultados da análise de variância, não houve efeito significativo do

fator estratégia de aplicação de água cinza tratada em solução de irrigação sob as variáveis número de pétalas (NP) e dias pós florescimento (DPF). O fator de interação estratégia de aplicação de efluente *versus* cultivares de girassol (EA x CG) não apresentou efeito significativo para as variáveis, diâmetro externo (DE), diâmetro interno (DI), número de pétalas (NP) e dias pós florescimento (DPF), assim como, o fator cultivar também não foi significativo para (DE) e (DI); entretanto, as variáveis diâmetro externo e diâmetro interno foram influenciadas significativamente pelo fator estratégia de aplicação ($p < 0,05$) e ($p < 0,01$) de probabilidade para e, ($p < 0,01$) para as variáveis número de pétalas (NP) e dias pós florescimento (DPF) do fator cultivares (Tabela 8).

Um importante aspecto a ser citado é o baixo coeficiente de variação, o que indica comportamento uniforme das variáveis analisadas e que, mesmo sendo dispostas 30 plantas em fileira, foi disponibilizado água e nutrientes de maneira uniforme.

Estudando a qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com água residuária e de abastecimento, Andrade et al., (2012), também verificou que a interação água de irrigação *versus* genótipo de girassol não apresentou efeito significativo para as variáveis aparecimento de botões florais, abertura total dos botões, durabilidade pós colheita e início de floração, no entanto, constatou efeito significativo para o fator genótipo.

Tabela 8. Resumo da análise de variância de características das flores de girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		DE (cm)	DI (cm)	NP -	DPF (dias)
Estratégia de Aplicação	4	1,22*	1,00**	26,8 ^{ns}	0,80 ^{ns}
Bloco	3	0,15 ^{ns}	0,28 ^{ns}	5,0 ^{ns}	1,26 ^{ns}
Cultivares de Girassol	1	0,20 ^{ns}	0,25 ^{ns}	427,6**	15,00**
EA x CG	4	0,16 ^{ns}	0,03 ^{ns}	12,37 ^{ns}	2,09 ^{ns}
Resíduo	27	0,37	0,11	11,5	0,94
Média		9,33 cm	3,4 cm	22,8 cm	8,99 dias
CV (%)		6,5	9,7	14,9	10,8
Cultivar		Médias (cm)			
Bonito de Outono		9,26 A	3,37 A	19,53 B	8,37 B
Sol Vermelho		9,40 A	3,52 A	26,07 A	9,60 A

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; MG: média geral. DE: diâmetro externo; DI: diâmetro interno; NP: número de pétalas; DPF: dias pós florescimento; EA x CG: estratégia de aplicação do efluente e cultivares de girassol.

Comparando as médias das cultivares para as variáveis de produção de flores, verificou-se que o diâmetro externo (DE) e diâmetro interno (DI) não diferiram estatisticamente entre si.

Andrade et al., (2012), verificou um acréscimo significativo de 2,96 mm para as plantas irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de abastecimento, para o diâmetro externo das flores (DE). Em relação aos genótipos, o mesmo autor observou que os maiores diâmetros externo (DE) foram os dos genótipos EMBRAPA 122/ V2000, Sol Noturno e Sol Vermelho não diferindo estatisticamente entre si, enquanto que, o genótipo Debilis Creme obteve o menor DE, embora não diferiu estatisticamente do Sol Vermelho.

Em relação as variáveis número de pétalas (NP) e dias pós florescimento (DPF), os maiores valores encontrados foram da cultivar Sol Vermelho (26,07 pétalas e 9,60 dias), diferindo da Bonito de Outono, com valores médios (19,53 pétalas e 8,37 dias), sendo observado maior durabilidade pós florescimento para o cultivar Sol Vermelho (Tabela 8). Em pesquisa realizada por Andrade et al. (2012), a cultivar ‘Sol noturno’ teve vida útil média de 9,08 dias, sem apresentação de sintomas de senescência, estando abaixo do valor encontrado nesta pesquisa.

De acordo com (IBRAFLOR, 2017; Silva, 2017), o diâmetro mínimo exigido para comercialização do girassol de corte para capítulos parcialmente abertos é de 45 mm para hastes de 50, 60 e 70 cm de comprimento e de 55 mm para hastes de 80 e 90 cm de comprimento, já para capítulos totalmente abertos exige-se diâmetro mínimo de 60 mm e 75 mm.

Fernandes, (2017), em pesquisa semelhante, observou maior duração pós florescimento utilizando o tratamento com 100% de água cinza tratada. Enquanto isso, o número médio de pétalas verificado por Santos Júnior et al., (2016), estudando Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em sistema hidropônico alternativo, para a cultivar “Sol-Noturno” e “Anão-de- Jardim” foi de 27 pétalas, já a cv. “Bonito-de-Outono” produziu, em média, 32,8 pétalas, valores superiores ao encontrado nesse trabalho. Resultados semelhantes para o número de pétalas ao encontrado neste estudo, foram constatados por (Souza et al., 2010; Andrade et al., 2012).

Na Figura 10, está representado, graficamente, as variáveis diâmetro externo (DE) e interno (DI) da flor, em função das diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada ao longo do período experimental. Ao avaliar de forma isolada as estratégias de aplicação, constatou-se efeito significativo para as duas variáveis.

De acordo com a análise de regressão, pode-se observar efeito linear crescente da aplicação do efluente sobre o diâmetro externo da flor, registrando-se as maiores médias de (DE) com a aplicação de 100% do efluente doméstico tratado, resultando num aumento em relação a testemunha (100% água de abastecimento) de 8,14% com uma média de 9,70 cm (Figura 10A). O mesmo ocorreu nos resultados obtidos por Medeiros et al. (2010), pesquisando o efeito do uso de dois tipos de águas (residuária e de abastecimento) para a irrigação de

gérberas.

Verificou-se efeito quadrático para o diâmetro interno da flor (DI), de maneira que o maior valor foi resultante da estratégia de aplicação (50% efluente), conferindo um aumento de 20,83% quando comparado com (100% água de abastecimento). Foi observado também um decréscimo de 11,02% da estratégia de aplicação 100% efluente, em relação a concentração 50% água cinza tratada. Além disso, pode-se observar ponto de máximo (3,61 cm) para a variável DI (Figura 10B).

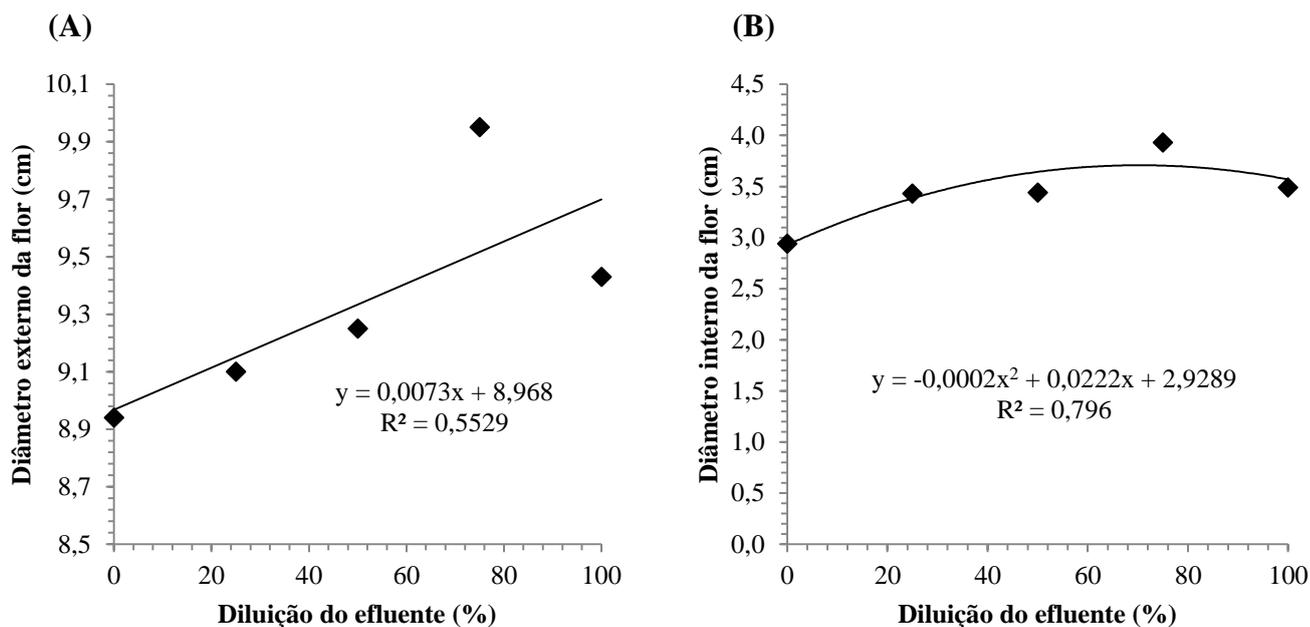


Figura 10. Resultados das variáveis, Diâmetro externo da flor (A); Diâmetro interno da flor (B); do girassol ornamental em função das estratégias de aplicação do efluente (água cinza) em água de abastecimento.

Analisando o efeito do tipo de água utilizada na irrigação do girassol, Andrade et al., (2012) constatou que, houve acréscimo no diâmetro interno da flor das plantas irrigadas com água residuária em relação as irrigadas com água de abastecimento para todos os genótipos, exceto o Debilis Creme.

Os maiores valores observados na Figura 10 (A e B) do diâmetro externo (DE) e interno (DI) para a estratégia de aplicação (100% efluente) e (50% efluente + 50% água de abastecimento), foram inferiores aos encontrados no estudo realizado por Santos Júnior et al., (2016), avaliando a produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em sistema hidropônico de baixo custo. Oliveira et al., (2017), estudando o crescimento e produção de plantas de girassol submetidas à irrigação com água de qualidade inferior e lâminas de irrigação, obtiveram resultados superiores e, verificaram que o diâmetro externo e diâmetro interno apresentaram modelos lineares crescentes com médias de 19,30 e 9,06 cm para a maior

concentração (100%). de água residuária.

Esses resultados encontrados podem ser consequência da concentração de nutrientes presente, de maneira que, as plantas em sistema hidropônico ficam em contato com a solução nutritiva, podendo ter proporcionado maior tamanho de flores e, ao mesmo tempo variados, em decorrência do fornecimento de água, uma vez que as características de produção de flores podem ser influenciadas pela nutrição.

5.4. Fitomassa

A tabela 9 apresenta os resultados da ANOVA das variáveis fitomassa fresca das folhas (MFF), caule (MFC), capítulo (MFCa) e fitomassa seca das folhas (FSF), caule (FSC), capítulo (FSCa) para as cultivares Bonito de Outono e Sol Vermelho; estas demonstraram efeito significativo de 1 e 5% de probabilidade para o fator estratégia de aplicação, exceto a variável fitomassa seca do capítulo (MSCa) que não apresentou significância. Os fatores cultivar e a interação estratégia de aplicação x cultivares de girassol não exerceu efeito significativo.

Tabela 9. Resumo da ANOVA da fitomassa fresca de folhas (MFF), caule (MFC), capítulo (MFCa) e da fitomassa seca de folhas (FSF), caule (FSC), capítulo (FSCa) das cultivares Bonito de Outono e Sol Vermelho irrigadas com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		MFF (g)	MFC (g)	MFCa (g)	MSF (g)	MSC (g)	MSCa (g)
Estratégia de Aplicação	4	126**	283,3**	51,5*	12,3**	12,8**	1,34 ^{ns}
Bloco	3	2,4 ^{ns}	29,5 ^{ns}	4,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Cultivares de Girassol	1	11,6 ^{ns}	23,8 ^{ns}	7,9 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,46 ^{ns}
EA x CG	4	2,2 ^{ns}	16,9 ^{ns}	13,0 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,60 ^{ns}
Resíduo	27	13,2	43,8	15,5	0,54	2,8	0,57
Média		15,3	27,6	15,85	3,8	5,69	2,49
CV (%)		24	24	25	19	29	30

**significativo (p<0,01); *significativo (p<0,05); ^{ns} não significativo; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; MFF: massa fresca de folhas; MFC: massa fresca de caule; MFCa: massa fresca do capítulo; MSC: massa seca de folhas; MSC: massa seca de caule; MSCa: massa seca do capítulo; EA x CG: estratégia de aplicação do efluente doméstico tratado e cultivares de girassol.

Ao contrário dos resultados encontrados nesse estudo, Oliveira, (2015) verificou, ao avaliar o desenvolvimento de duas cultivares de girassol ornamental irrigadas com água residuária, que as variáveis não apresentaram significância, assim como, os valores obtidos por Nascimento et al., (2013), para as variáveis peso fresco e seco total da planta, em relação a

qualidade da água de irrigação, também não teve efeito significativo. Andrade et al., (2015), constatou efeito significativo da fitomassa seca da parte aérea do girassol em praticamente todas as épocas de avaliação. Souza et al., (2010), também conferiu efeito significativo ($p < 0,01$) para o fator tipo de água de irrigação em relação as variáveis fitomassa fresca total e seca total.

Os resultados da análise de regressão para as variáveis MFF, MFC e MFCa podem ser observados na Figura 11 (A; B; C). Os melhores ajustes dos resultados para as correlações entre MFF e MFC e as estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado em água de abastecimento, foi linear, com os respectivos R^2 0,98; 0,89; (Figura 11A e B). Para a correlação entre MFCa e as diluições, o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático, com R^2 0,96, respectivamente (Figura 11C).

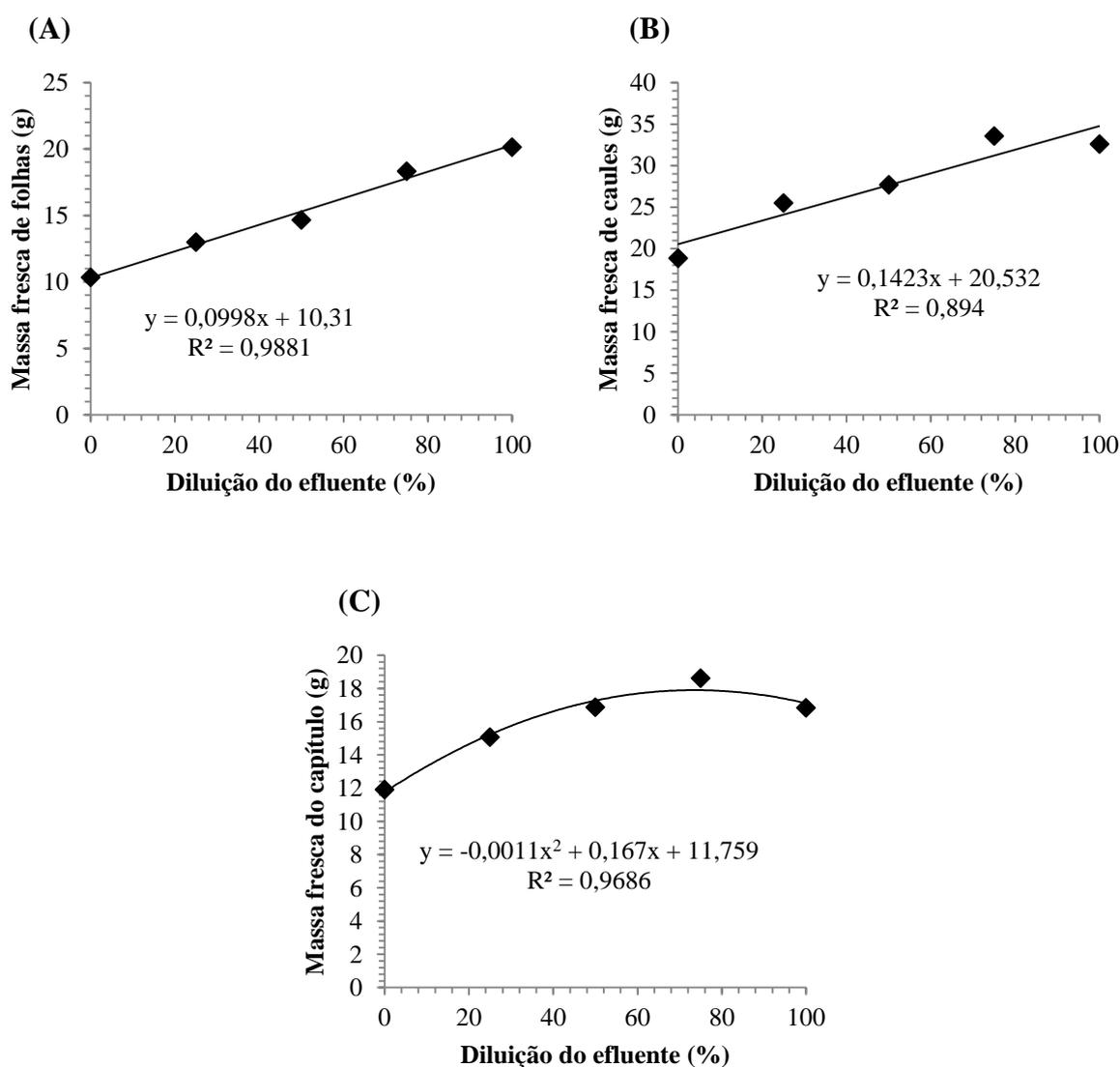


Figura 11. Massa fresca das folhas (A); Massa fresca do caule (B) e massa fresca do capítulo (C) em função das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado em água de abastecimento.

As estratégias de aplicação causaram efeito significativo sobre as variáveis massa fresca de folhas (MFF) e massa fresca de caule (MFC) proporcionando um incremento à medida que aumentava a concentração do efluente. Verificou-se que o acréscimo para as duas variáveis supracitadas, foram de 96,80% e 78,04% para a estratégia de aplicação (100% efluente) em relação ao 100% água de abastecimento (Figura 11A e B). A estratégia de aplicação (100% efluente) proporcionou maior valor para a massa fresca do caule, com uma média de aproximadamente 34,76 g, sendo superior as demais concentrações (Figura 11B).

Em relação a variável massa fresca do capítulo (MFCa), a estratégia de aplicação (75% efluente + 25% água de abastecimento), apresentou a maior média 18,10 g, diferenciando-se das demais concentrações, atingindo o ponto máximo, sendo que para essa estratégia de aplicação houve um incremento de 53,89% em relação a menor (Figura 11C).

Alves et al., (2014), apresentaram resultados semelhantes estudando a fertirrigação de girassol ornamental com esgoto doméstico tratado em sistema hidropônico, verificando maiores valores de massa fresca do caule e massa fresca de folhas para os tratamentos (100% de água residuária (0-10 DAT) + 100% solução nutritiva (Após 10 DAT) e 50% de água residuária (10-20 DAT) + 50% solução nutritiva (Após 20 DAT). Oliveira et al., (2017) observou que as plantas irrigadas com água residuária acumularam maior massa fresca e seca da parte aérea do que as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Ao avaliar as variáveis massa seca das folhas (MSF) e massa seca de caule (MSC), foi observado um crescimento linear para ambas as variáveis conforme foi aumentando as concentrações das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado; sendo que as duas maiores concentrações (100% efluente) e (75% efluente + 25% água de abastecimento), foram as que obtiveram melhor desempenho, resultando num acréscimo de 140,18% para (MSF) e 75,51% (MSC) da estratégia de aplicação maior (100% efluente) em relação a menor (100% água de abastecimento), com uma massa de 5,37 e 7,25 g por unidade (Figura 12A e B).

Este fato, também foi constatado por Andrade et al., (2012), os quais observaram que o uso de água residuária tratada produziu melhor fitomassa seca total do genótipo sol noturno em relação aos demais. Outros autores ressaltam que o caule é o membro que mais exerce influência no acúmulo de matéria seca, contudo são as folhas que mais contribuem para a redistribuição de assimilados para a produção dos aquênios (Coelho, 2016).

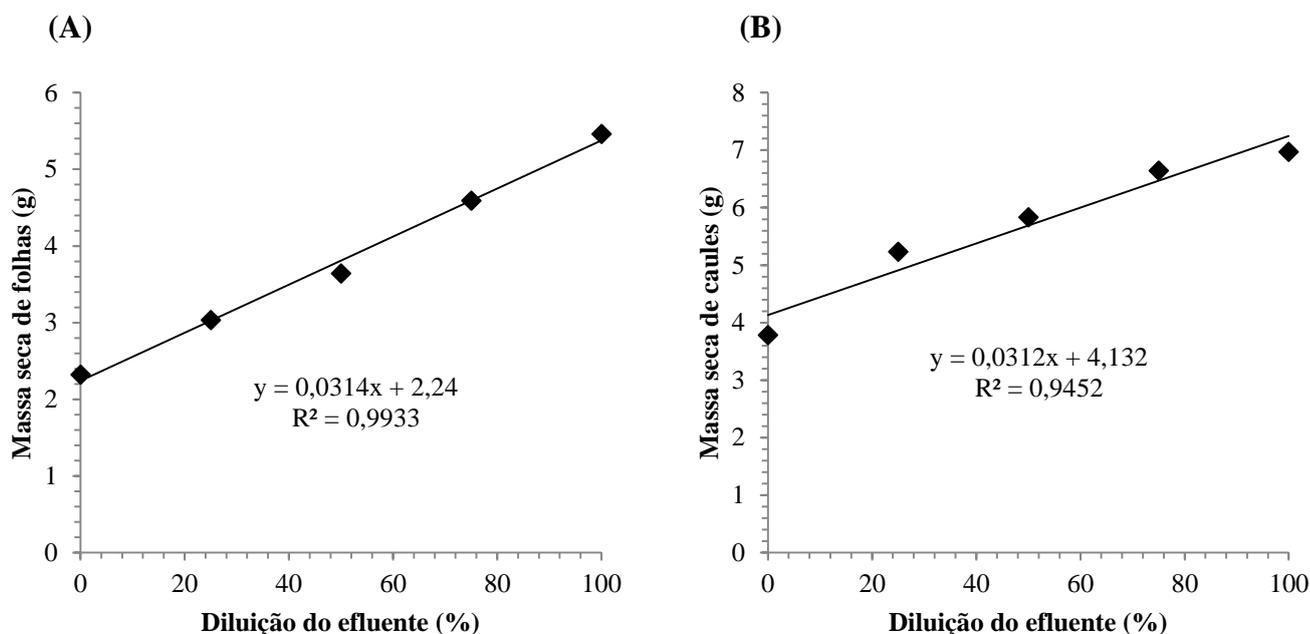


Figura 12. Massa seca das folhas (A); Massa seca do caule (B) em função das estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado em água de abastecimento.

5.5. Macronutrientes e Micronutrientes no Tecido Foliar do Girassol Ornamental

De acordo com a análise de variância, pode-se observar que todas as concentrações (N, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) não sofreram influência significativa pelas estratégias de aplicação, indicando que o estado nutricional das plantas não foram alteradas com as devidas estratégias aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento com complementação mineral. Porém, as concentrações de fósforo (P), potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) receberam efeito significativo ($p < 0,001$) e ($p < 0,05$) de probabilidade para o fator individual cultivares. A interação do fator estratégia de aplicação versus cultivares de girassol (EA x CG) não exerceu efeito significativo sob as concentrações de macronutrientes (Tabela 10).

Analisando o fator cultivar isoladamente, percebe-se que a cultivar sol vermelho apresentou concentrações de fósforo (P) e potássio (K⁺) no tecido foliar estatisticamente superior a Bonito de Outono, com médias de 2,41; 94,9 g Kg⁻¹, respectivamente. A concentração de sódio (Na⁺) foi maior na cultivar Bonito de Outono (99,4 g Kg⁻¹) em relação a Sol Vermelho. As demais concentrações não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 10).

Damasceno et al., (2011), analisando a composição nutricional foliar da gérbera irrigada com efluente doméstico tratado, constatou que os teores de macro e micronutrientes do tecido foliar da gérbera não foram influenciados estatisticamente pelos tratamentos estudados ($p > 0,05$), comprovando que a irrigação só com efluente doméstico tratado supre as necessidades da gérbera, mostrando a fundamental importância do uso dessa água para produção de flores

para uso ornamental. Khan et al. (2009) estudando os efeitos da fertirrigação com efluente de esgoto sob os teores de nutrientes em folhas de girassol, concluíram que a aplicação de águas residuais embora tenha aumentado a concentração de N nas folhas sobre a água de abastecimento, não houve diferenças significativas, corroborando com os dados do presente trabalho.

Tabela 10. Resumo da Análise de variância com os respectivos quadrados médios das variáveis N, P, K, Na, Ca e Mg na composição do tecido vegetal do girassol ornamental irrigados com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		N	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		-----g Kg ⁻¹ -----					
Estratégias de Aplicação	4	8,1 ^{ns}	0,23 ^{ns}	192 ^{ns}	3079 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Bloco	3	14,0 ^{ns}	1,88**	275 ^{ns}	5619*	0,33 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Cultivar	1	4,6 ^{ns}	5,3**	1114**	11490*	0,14 ^{ns}	0,00 ^{ns}
EA x CG	4	13,2 ^{ns}	0,58 ^{ns}	226 ^{ns}	949 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Resíduo	27	8,24	0,3	132	1559	0,17	0,01
Média		14,34	2,05	89,6	82,44	1,51	0,65
CV (%)		20	27	13	48	27	19
Cultivar		Médias g Kg ⁻¹					
Bonito de Outono		14,00 A	1,69 B	84,3 B	99,4 A	1,54 A	0,64 A
Sol Vermelho		14,67 A	2,41 A	94,9 A	65,5 B	1,57 A	0,65 A

**significativo (p<0,01); *significativo (p<0,05); ^{ns} não significativo; N: Nitrogênio (g kg⁻¹); P: Fósforo (g kg⁻¹); K⁺:Potássio (g kg⁻¹); Na⁺: Sódio (g kg⁻¹); Ca²⁺: Cálcio (g kg⁻¹); Mg²⁺: Magnésio(g kg⁻¹); EA x CG: estratégia de aplicação do efluente doméstico tratado e cultivares de girassol.

Segundo (Almeida et al., 2010; Andrade et al., 2017) o teor de potássio presente nas cultivares em grandes quantidades pode ser explicado pelo fato, da cultura do girassol ser muito exigente em potássio, de maneira que sua disponibilidade no solo para produção seja alta, devido sua demanda ser elevada, sendo o nitrogênio o segundo nutriente mais exigido pela cultura do girassol. O mesmo autor fala que, um dos motivos relacionados a alta exigência de K em muitas culturas, comumente o cátion mais abundante na planta, possivelmente seja a necessidade de concentrações elevadas no citoplasma para garantir a atividade enzimática ótima (Malavolta, 2006).

De acordo com Malavolta et al, (1997), os teores adequados de macronutrientes para a o desenvolvimento da cultura do girassol são 33-35, 4-7, 20-24, 17- 22 e 9 - 11 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg. Analisando os valores encontrados nessa pesquisa, pode-se dizer que todas as concentrações estão a baixo dos valores supracitados, com exceção do potássio que se encontra dentro do adequado. Entretanto, o elevado teor de sódio pode ter sido causado devido elevação

da CE quando adicionado a 25% da nutrição mineral. De fato, as quantidades de nutrientes a serem absorvidas pelas plantas dependem principalmente dos teores totais presentes no efluente de esgoto, como no solo (Andrade et al., 2017).

O sódio (Na⁺) foi um dos nutrientes que apresentou maiores efeitos na composição do tecido vegetal do girassol a medida que foi sendo aplicado as diluições de água cinza tratada (Tabela 11). Avaliando o crescimento do girassol em sistema hidropônico sob estresse salino Santos Júnior et al., (2015), averiguaram que as variáveis área foliar, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento, foram afetadas negativamente pela salinidade da solução nutritiva utilizada.

O crescente aumento do rendimento do girassol pelas águas residuais pode ser atribuído à presença não só das quantidades adequadas disponíveis de N, P e K, mas também de quantidade suficiente de matéria orgânica que melhora a estrutura do solo e outras propriedades relacionadas com disponibilidade de água e nutrientes (Khan et al., 2009).

Na Tabela 11, constam os resultados da análise variância dos micronutrientes Fe, Mn, Zn em função das estratégias de aplicação e duas cultivares de girassol. Pode-se observar, que tanto os fatores individuais estratégia de aplicação e cultivares de girassol, como a interação (EA x CG) não apresentaram efeito significativo quanto ao acúmulo dos micronutrientes no tecido vegetal da parte aérea.

Ludwig et al., (2013), cultivando gérbera em vaso, verificou que as cultivares de gérbera Red e Cherry não apresentaram variação significativa quanto ao acúmulo dos micronutrientes no tecido vegetal da parte aérea total. Cerqueira et al., (2008), também observaram que não houve diferença significativa em relação ao Zn, Mn, Fe, Cu na cultura da Helicônia quando irrigada com efluentes.

Tabela 11. Resumo da ANOVA dos teores de Fe, Mn, Zn no tecido vegetal do girassol ornamental irrigado com diferentes estratégias de aplicação de água cinza tratada em água de abastecimento.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Fe	Mn	Zn
-----mg Kg ⁻¹ -----				
Estratégia de Aplicação	4	3189 ^{ns}	170 ^{ns}	1778 ^{ns}
Bloco	3	11743 ^{ns}	366 ^{ns}	17126*
Cultivares de Girassol	1	1,11 ^{ns}	301 ^{ns}	8009 ^{ns}
EA x CG	4	3975 ^{ns}	192 ^{ns}	7149 ^{ns}
Resíduo	27	5898	166	5416
Média		209	29,8	233
CV (%)		37	43	32

**significativo (p<0,01); *significativo (p<0,05); ^{ns} não significativo; Fe: Ferro; Mn: manganês; Zn: Zinco; EA x CG: estratégias de aplicação do efluente doméstico tratado e cultivares de girassol.

De maneira geral, a utilização de efluente doméstico tratado (ACT) na produção de girassol ornamental para o semiárido, favoreceu tanto a destinação final, bem como, a economia dos recursos hídricos de boa qualidade, principalmente por ser uma região com problemas de escassez hídrica.

6. CONCLUSÕES

O cultivo do girassol ornamental fertirrigado com efluente de esgoto de água cinza oriundo do sistema de tratamento da ACREVI apresentou-se viável, sendo uma alternativa para disposição final desse resíduo líquido, assim como, uma forma de economia dos recursos hídricos de boa qualidade;

As plantas de girassol irrigadas com 100% abastecimento apresentaram médias inferiores para todas as variáveis de crescimento e produção em relação às demais estratégias de aplicação com efluente e água de abastecimento;

O uso de 100% de efluente de esgoto proporcionou o melhor crescimento do girassol ornamental, independentemente da cultivar estudada;

A estratégia de aplicação de irrigação com 100% efluente promoveu acréscimo consideráveis no crescimento, produção de flores e fitomassa fresca e seca de folhas e caule do girassol ornamental.

Os macronutrientes e micronutrientes não foram influenciados pelas diferentes estratégias de aplicação de efluente e água de abastecimento;

A cultivar Sol Vermelho apresentou melhor qualidade comercial quando fertirrigadas com as devidas estratégias de aplicação.

7. LITERATURA CITADA

- Alderson, M. P.; Dos Santos, A. B.; Mota Filho, C. R. Reliability analysis of low-cost, full-scale domestic wastewater treatment plants for reuse in aquaculture and agriculture. *Ecological Engineering*, v.82, p.6-14, 2015.
- Almeida, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- Almeida, A. E. S.; Costa, F. E.; Soares, C. S.; Torres, F. E.; Santos, P. A. Desenvolvimento comparativo do girassol sob diferentes doses de potássio. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona, I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energética, 2010.
- Almuktar, S. A. A. N.; Scholz, M.; Al-Isawi, R. H. K.; & Sani, A. Recycling of domestic wastewater treated by vertical-flow wetlands for irrigating chillies and sweet peppers. *Agricultural Water Management*, v.149, p.1-22, 2015.
- Alves, S. M.; Rebouças, J. R.; Neto, M. F.; Batista, R. O.; di Souza, L. Fertirrigação de girassol ornamental com esgoto doméstico tratado em sistema de hidroponia. *Irriga, Botucatu*, v.19, n.4, p.714-726, 2014.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Dias, N. S.; Nascimento, E. C. S. Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. *Irriga, Botucatu, Edição Especial*, p.69 - 82, 2012.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Dias, N. S.; Nascimento, E. C. S. Qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento. *Idesia*, v.30, n.2, p.19-27, 2012.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Nobre, R. G.; Soares, F. A. L.; Nascimento, E. C. S. Qualidade de flores de girassol ornamental irrigada com água residuária e doses de esterco. *Revista Caatinga*, v.27, n.3, p.142-149, 2014.
- Andrade, L. O.; Nobre, R. G.; Dias, N. S.; Cheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Nascimento, E. C. S. Morfometria de plantas de girassol ornamental e atributos químicos de um solo irrigado com água residuária e adubado com esterco. *Científica*, v.43, p.268-279, 2015.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Nobre, R. G.; Dias, E. M. S. Teor de macronutrientes em girassol ornamental sob doses de esterco e efluente doméstico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n.3, p. 607-611, 2017.
- Angelotti, F.; Fernandes Júnior, P. I.; Sá, I. B. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. *Revista Brasileira de Geografia Física, Recife*, v.4, n.6, p.1097-1111, 2011.
- ASA BRASIL. Articulação no Semiárido Brasileiro. É no semiárido que a vida pulsa. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/semiariado>> acesso em: dezembro 2017.
- Asano, T.; Burton, F. L.; Leverenz, H.; Tsuchihashi, R.; Tchobánoglous, G. *WaterReuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw Hill, Columbus, OH, USA, 2007.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 13.969. Tanques sépticos - Unidades

de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 60p.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Traduzida por Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damaceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO 29, 1999).

Bañón, S.; Miralles, J.; Ochoa, J.; Franco, J. A. Effects of diluted and undiluted treated wastewater on the growth, physiological aspects and visual quality of potted lantana and polygala plants. *Scientia Horticulturae*, v.129, n.4, p.869-876, 2011.

Barros, H. M. M.; Travasso, K. D.; Xavier, D. A.; Dias, N. da S.; Andrade, L. O.; Gheyi, H. R. Efeitos residuais da adubação orgânica e da irrigação com efluente doméstico tratado no crescimento do girassol. III INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza, Brasil, 2015.

Batalha, M. O.; Buainain, A. M. Cadeias produtivas de flores e mel. Brasília: IICA: MAPA/SPA, n.2, p.56, 2007.

Batista, P. H.; Feitosa, A. K.; Leite, F. E.; Sales, M. M., & Silva, K. B. Avaliação da qualidade das águas dos rios São Francisco e Jaguaribe para fins de irrigação. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.12, n.1, p.48-54, 2016.

Bernardi, C. C. Reúso de água para irrigação, Monografia Apresentada ao ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Brasília, 2003, 63p.

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

Boddu, V. M.; Paul, T.; Page, M. A.; Byl, C.; Ward, L. & Ruan, J. Gray water recycle: Effect of pretreatment technologies on low pressure reverse osmosis treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.4, n. 4, p. 4435-4443, 2016.

Boyjoo, Y. et al. A review of greywater characteristics and treatment processes *Water Science and Technology*, v 67, n.7, p.1403-1424, 2013.

Borges, L. Z. Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003, 90f. Dissertação de Mestrado.

Bortoli, J. De. Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS. 2016, 152p. Dissertação de Mestrado.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial [da] União, Brasília, 2011b. Disponível em: <http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95>. Acesso em: 27 de fev. 2018.

Castilho, C. P.; Oliveira, L. H. Evaluation during operation of non-potable water systems in

residential buildings. *Ambiente Construído*, v.18, n.1, p.409-421, 2018.

- Carmo Filho, F. Do; Oliveira, O. F. Mossoró: Um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. Coleção Mossoroense, Série B, 1995.
- Carvalho, C. G. P. de; Oliveira, A. C. B. de; Amabile, R. F.; Carvalho, H. W. L. de; Oliveira, I. R. de; Godinho, V. de P. C.; Ramos, N. P.; Leite, R. M. V. B. de C.; Goncalves, S. L.; Brighenti, A. M. Cultivar de girassol: BRS 324 – variedade com alto teor de óleo e precocidade. Londrina: EMBRAPA Soja, 2013, 2p.
- Carvalho, N. L.; Hentz, P.; Silva, J. M.; Barcellos, A. L. Reutilização de águas residuárias. *Revista Monografias Ambientais - REMOA*, Santa Maria, v.14, n.2, p.3164-3171, 2014.
- Carvalho, R. da S. C.; Bastos, R. G.; Souza, C. F. Influence of the use of wastewater on nutrient absorption and production of lettuce grown in a hydroponic system. *Agricultural Water Management*, v.203, p.311-321, 2018.
- Cerqueira, L. L.; Fadigas, F. D. S.; Pereira F. A.; Gloaguen, T. V.; Costa, J. A. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.6, p.606-613, 2008.
- Cirelli, G. L.; Consoli, S.; Licciardello, F.; Aiello, R.; Giuffrida, F.; & Leonardi, C. Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. *Agricultural Water Management*, v.104, p.163-170, 2012.
- Coelho, D. C. L. Aplicação de percolado de aterro sanitário no cultivo de girassol no semiárido brasileiro. Unoversidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, 2016, 160 f. Tese de Doutorado.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: conjuntura mensal. Brasília: Conab, 2017.
- Corcoran, E.; Nellemann, C.; Baker, E.; Bos, R. Osborn, D.; Savelli, H. (Eds). *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development*. Norway: United Nations Environment Programme –UNEP-. 85 p, 2010.
- Costa, F. X; Lima, V. L. A.; Beltrão, N. E. M.; Azevedo, C. A. V.; Soares, F. A. L.; Alva, I. D. M. Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.6, p.687-693, 2009.
- Cuba, R. S.; Carmo, J. R.; Souza, C. F.; Bastos, R. G. Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface. *Revista Ambiente & Água*, v.10, n.3, 2015.
- Curti, G. L.; Martin, T. N.; Ferronato, M. L.; Benin, G. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. *Revista de Ciências Agrárias – Vol. 35, 1, 23: 240-250*, 2012.
- Damasceno, L. M. O.; Andrade Junior, A. S.; Cheyi, H. R.; Dias, N. S.; Silva, C. O. Composição

nutricional foliar da gébera irrigada com efluente doméstico tratado. *Revista Caatinga*, v.24, p.121-128, 2011.

Duarte, A. de S. Reúso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L.*). Universidade de São Paulo, 2007. Tese de Doutorado.

Elfanssi, S.; Ouazzani, N.; & Mandi, L. Soil properties and agro-physiological responses of alfalfa (*Medicago sativa L.*) irrigated by treated domestic wastewater. *Agricultural Water Management*, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Girassol. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1om7kf02wyiv802hvm3jaupb6fn.html>. Acessado em 29/03/2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

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, A. P. Avaliação de sistema de tratamento da água cinza e reúso da água no semiárido brasileiro. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016. Tese de Doutorado

Fernandes, I. R. D. Tratamento de água cinza e sua aplicação na fertirrigação do girassol ornamental em ambiente semiárido. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017. 70f. Dissertação de Mestrado.

Galbiatti, J. A.; Calvalcante, I. H. L.; Ribeiro, A. G.; Beckmann, M. Z. Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface. *Scientia. Agrária*, v.8, n.1, p.181-188, 2007.

Gabrielli, G.; Paixão Filho, J.; Coraucci Filho, B.; Tonetti, A. Ambiance rose production and nutrient supply in soil irrigated with treated sewage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.8, 2015.

GARDEN MANIA. Sementes de Girassol Noturno. Disponível em: < <http://http://gardenmania.com.br/products/sementes-de-girassol-vermelho-%23-helianthus-annuus-%23.html>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2018.

Gloaguen, T. V.; Gonçalves, R. A. B.; Forti M, C.; Lucas Y.; Montes, C. R. Irrigation with domestic wastewater: a multivariate analysis of main soil changes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1427-1434, 2010.

Gómez-Bellot, M. J.; Ortuño, M. F.; Nortes, P. A., Vicente-Sánchez, J., Bañón, S.; & Sánchez-Blanco, M. J. Mycorrhizal euonymus plants and reclaimed water: Biomass, water status and nutritional responses. *Scientia Horticulturae*, 186, 61-69, 2015.

Hernández Leal, L., Zeeman, G., Temmink, H., Buisman C. Characterisation and biological treatment of greywater. *Water science and technology : a journal of the International*

- Association on Water Pollution Research, v.56, n.5, p.193–200, 2007.
- Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.
- Howell T. A.; Evett S. R.; Tolk J. A.; Copeland K. S.; Marek T. H. Evapotranspiration, water productivity and crop coefficients for irrigated sunflower in the U.S. Southern High Plains. Agric. Water Manag. v.162, p.33-46, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. IBRAFLOR, Informativo. Julho de 2013 – Ano 04/ Volume 36, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. IBRAFLOR, Informativo. Março de 2017 – Ano 08/ Volume 73, 2017.
- Khan, M. A.; Shaukat, S. S.; Khan, M. A. Growth, yield and nutrient content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) using treated wastewater from waste stabilization ponds. Pakistan Journal of Botany, v.41, n.3, p.1391-1399, 2009.
- Lavrador Filho, J. Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987. Dissertação de mestrado.
- Libutti, A.; Gatta, G.; Gagliardi, A.; Vergine, P.; Pollice, A.; Beneduce, L., Disciglio, G.; Tarantino, E. Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions. Agricultural Water Management, v.196, p.1-14, 2018.
- Li, F. Wichmann, K. Otterpohl R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. Science of the Total Environment, Amsterdam, v. 407, n. 11, p.3439-3449, 2009.
- Ludwig, F.; Fernandes, D. M.; Guerrero, A. C.; & Bôas, R. L. V. Absorção de nutrientes em cultivares de gérbera cultivada em vaso. Horticultura Brasileira, v.31, n.4, p.622-627 2013.
- Machado Neto, A. da S.; Jasmim, J. M.; Ponciano, N. J. Indicadores econômicos da produção de flores tropicais no estado do Rio de Janeiro. Revista Ceres, v.60, n.2, p.173-184, 2013.
- Malavolta E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ceres, 2006. 638 p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, A. S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997, 319p.
- Maldaner, I. C.; Heldwein, A. B.; Loose, L. H.; Lucas, D. D. P.; Guse, F. I.; Bortoluzzi, M. P. Métodos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. Revista Ciência Rural, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.
- May, S.; Hespanhol, I. Tratamento de Águas Cinzas Claras para Reúso não Potável em Edificações. REGA. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v.5, n. 2, p.15-24, 2009.

- Medeiros, S de S.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L. Cultivo de flores com o uso de água residuária e suplementação mineral. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1071-1080, 2010.
- 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: Pesquisa e Tecnologia*, v.12, n.2, 2015.
- Morales-Pinzón, T.; Lurueña, R., Rieradevall, J.; Gasol, C. M.; Gabarrel, X. Financial feasibility and environmental analysis of potential rainwater harvesting systems: A case study in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, v.69, p.130-140, 2012.
- Nascimento, N. V.; Lima, V. L. A.; Farias, M. S. S; Suassuna, J. F.; Santos, J. D. Efeito residual da adubação orgânica no crescimento do girassol. *Revista Verde (Mossoró – RN)*. v.8, n. 2, p.04 - 12, abril-junho, (Nota Técnica Científica). 2013.
- Noya, M. G.; Cuquel, F. L.; Armindo, R. A.; Souza, J. L. M. Cultivo de *Stenachaenium megapotamicum* em diferentes regimes de irrigação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.1, p.79-84, 2014.
- Oliveira, J. D.; Alves, S. M. C.; Ferreira Neto, M.; Oliveira, R. D. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 443-452, 2012.
- Oliveira, L. H.; Marques, I. G. Padronização de Terminologia e de Conceitos de Sistemas Prediais de Água Não Potável. São Paulo: CBCS, 2014.
- Oliveira, M. L. A. Uso de água residuária para a produção de girassol ornamental. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia/BA, 65f, 2015.
- Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S.; Gonçalves, K. S.; Oliveira, G. X. S. Crescimento e produção de girassol ornamental irrigado com diferentes lâminas e diluições de água residuária. *Irriga*, v.22, n.2, p.204-219, 2017.
- Oron, G.; Adel, M.; Agmon, V.; Friedler, E.; Halperin, R.; Leshem, E.; & Weinberg, D. Greywater use in Israel and worldwide: standards and prospects. *Water research*, v.58, p.92-101. 2014.
- Ortiz, I. A. S & Américo-Pinheiro, J. H. P. Águas residuárias: fontes, constituição e tecnologias de tratamento. IN: Américo-Pinheiro, J. H. P.; Mirante, M. H. P.; Benini, S. M. (Organizadoras). *Gestão e qualidade dos recursos hídricos: conceitos e experiências em bacias hidrográficas*. Tupã: ANAP, 95p. cap.3. 2016.
- Paes, J. M. V; Zito, R. K.; Lucas, F. T.; Borges, B. M. N.; Oliveira JR. A. B.; Nunes, M. C. de O. Avaliação de Cultivares de Girassol em Uberaba/MG. In: *Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol 2009*, Pelotas-RS. Embrapa Clima Temperado, p.18, 2009.
- Pereira, L. G. Produção de Hastes Florais em Gérberas Submetidas a Diferentes Tensões de Água no Solo. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

- Petousi, I.; Fountoulakis, M. S.; Saru, M. L.; Nikolaidis, N.; Fletcher, L.; Stentiford, E. I.; Manios, T. Effects of reclaimed wastewater irrigation on olive (*Olea europaea* L.cv. 'Koroneiki') trees. *Agricultural Water Management*, 160:33-40. 2015.
- Pires, F. J. Construção participativa de sistemas de tratamento de esgoto doméstico no Assentamento Rural Olga Benário-MG. UFV, 2012. 133p. Dissertação de Mestrado.
- Purquerio, L. F. V.; Tivelli, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Instituto Agrônomo de Campinas IAC, Centro de Horticultura. Campinas, SP, 2006.
- Rampelotto, G. Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reúso doméstico. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2014, 117p. Dissertação de Mestrado.
- Rana, S.; Bag, S. K., Golder, D.; Mukherjee (Roy), S.; Pradhan, C.; Jana, B. B. Reclamation of municipal domestic wastewater by aquaponics of tomato plants. *Ecol. Eng.* 37, 981–988, 2011.
- Rebêlo, M. M. P. S. Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência do reator anaeróbio com chicanas. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídrico e Saneamento – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011. 109p.
- Ribeiro, A. K. M. Método para avaliação do impacto ambiental da implantação de sistemas integrados de aproveitamento de água pluvial e água cinza em residências unifamiliares a partir da análise do ciclo de vida. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015. p. 276.
- Rice, E. W.; Baird, R. B.; Clesceri, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, p. 1496, 2012.
- Rodrigues, R.S. As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil. Universidade de São Paulo - USP, 2005, p.177. Dissertação de Mestrado.
- Santos Júnior, J. A.; Sousa, R. M.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Dias, G. N. Morfometria do girassol ornamental sob irrigação com água residuária e adubação orgânica. *Anais... II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas*. Cruz das Almas- BA, abril. 2011.
- Santos Júnior, J. A.; Sousa, R. M.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Dias, G. N. Crescimento do girassol submetido à irrigação com água residuária e adubação húmica. *Anais. II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas*. Cruz das Almas- BA, 2011.
- Santos Júnior, J. A.; Sousa, R. M.; Gheyi, H. R.; Pérez-Marin, A. M.; Dias, N. S.; Filho, D. H. G. Substrates and time intervals of renewal of wastewater in production and post-harvest of the ornamental sunflower. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.45, n.3, p.469-478, 2014.
- Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Guedes Filho, D. H. Crescimento do girassol em sistema semi-hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. *Irriga*, Botucatu, v.20, n.2, 233-247. 2015.

- Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, A. R.; Dias, N. S.; Medeiros, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. *Engenharia Agrícola*, v.36, p.420-432, 2016.
- Saraiva, V. M.; Konig, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. *Holos*, ano 29, v. 1, p. 28-46, 2013.
- Schneiter, A. A.; Miller, J. F. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, v.21, p.901-903, 1981.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Flores e plantas ornamentais do Brasil: volume 1 - o mercado brasileiro de flores e plantas 51 ornamentais. Brasília, DF: SEBRAE, 2015. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/\\$File/5518.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/$File/5518.pdf). Acesso em: fevereiro de 2018.
- SETTI, A. A. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 3ª ed. Brasília: ANEEL, ANA, 2002. p.207.
- Silva, F. C. Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes / (Ed) – 2.ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.
- Silva, T. G. F. da; Zolnier, S.; Grossi, J. A. S.; Barbosa, J. G.; Moura C. R. W.; Muniz, M. A. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. *Revista Ceres*, v.56, p.602-610, 2009.
- Silva, J. G. D. Biotecnologia do uso de água residuária doméstica em solo do cerrado no cultivo do capim *Brachiaria brizantha* cv Marandu. p.100, 2017.
- Silva, S. D. P. Cultivo de girassol ornamental para corte em condições semiáridas. Dissertação (Mestrado em Agronomia – produção vegetal) – Universidade do Vale do São Francisco, Petrolina -PE, 70 f. 2017.
- Souza, R. M.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Soares, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.23, n.2, p.125-133, 2010.
- Sousa, A. B. Remoção de cor aparente e turbidez de água cinza utilizando unidades biológicas filtrantes de baixo custo, instaladas em residências rurais no semiárido do Rio Grande do Norte. Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2013.
- Travassos, K. D.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Nobre, R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.5, n.2, 2011.
- Urbano, V. R.; Mendonça, T. G.; Bastos, R. G.; Souza, C. F. Physical-chemical effects of irrigation with treated wastewater on Dusky Red Latosol soil. *Revista Ambiente & Água*, v.10, n.4, p.737-747, 2015.
- UESPA. United States Environmental Protection Agency. Guidelines for water reuse. Washington DC. UESPA, 2004.

- Verslype, N. I.; Caldas, R. M. S.; Coelho Júnior, J. M.; Andrade, J. S. Potencial para o cultivo do girassol na Microrregião do Pajeú através do modelo digital do terreno| Potential for sunflower crop in the Microrregião do Pajeú through the digital terrain model. *Revista Geama*, v.3, n.1, p.1-13, 2015.
- Willis, R. M.; Stewart, R. A.; Williams, P. R.; Hacker, C. H.; Emmonds, S. C.; Capati, G. Residential potable and recycled water end uses in a dual reticulated supply system. *Desalination*, v.272, n.1-3, p.201-211, Elsevier, 2011a.
- Yu, Z.L.T.; Rahardianto, A.; Deshazo, J.R.; Stenstrom, M.K.; Cohen, Y. Critical review: regulatory incentives and impediments for onsite greywater reuse in the United States. *Water Environment Reseach*, v.85 n.7, p.650-661, 2013.
- Zobiole, L. H. S.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira Júnior, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.425-433, 2010.