



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS**

IASMINE LOUISE DE ALMEIDA DANTAS

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CENOURA E
BETERRABA IRRIGADAS COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS
DOMÉSTICAS TRATADAS.**

SÃO CRISTOVÃO-SE

2015

IASMINE LOUISE DE ALMEIDA DANTAS

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CENOURA E
BETERRABA IRRIGADAS COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS
DOMÉSTICAS TRATADAS.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli

SÃO CRISTOVÃO-SE

2015

Ficha Catalográfica Elaborada pelo
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Sergipe

D192a	<p>Dantas, Iasmíne Louise de Almeida Análise microbiológica de cenoura e beterraba irrigadas com águas residuárias domésticas tratadas / Iasmíne Louise de Almeida Dantas ; orientador Gregório Guirado Faccioli. -- São Cristóvão, 2015. 78 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Sergipe, 2015.</p> <p>1. Recursos hídricos. 2. Evapotranspiração. 3. Água - Resuso. 4. <i>Salmonella typhimurium</i>. 5. Coliformes. 6. Sergipe, SE I. Faccioli, Gregório Guirado, orient. II. Título.</p>
CDU: 556.18(813.7)	

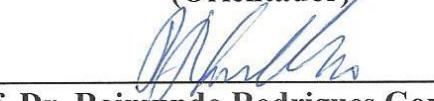
IASMINE LOUISE DE ALMEIDA DANTAS

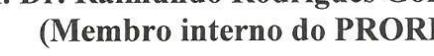
**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CENOURA E
BETERRABA IRRIGADAS COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS
DOMÉSTICAS TRATADAS.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de mestre em Recursos Hídricos.

APROVADA EM: 19 DE JUNHO DE 2015.


Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli
(Orientador)


Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho
(Membro interno do PRORH)


Prof. Dra. Maria Aparecida Moreira
(Membro externo)

SÃO CRISTOVÃO-SE

2015

DEDICATÓRIA

**Ao meu esposo João Paulo, as minhas filhas
Cecília e Laura, meus pais Jorge e Tânia
e ao meu irmão Marcelino.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar, me ouvir e me manter firme.

Aos meus pais Jorge e Tânia por me apoiarem e por não medirem esforços pela minha felicidade. Toda e qualquer vitória sempre será dedicada a vocês!

Ao meu irmão Marcelino por ser meu grande amigo e por sempre me orientar. Amo você, Manino.

Ao meu esposo João Paulo por viver meu sonho e por me apoiar. Você me deu o que eu tenho de melhor na vida. Obrigada por tudo!

A Cecília por ser meu anjo, a filha que eu sempre pedi a Deus. Foi uma delícia te carregar para as aulas do mestrado e obrigada por me esperar durante as análises microbiológicas. Você foi meu grande incentivo.

A Laura, minha bebê que ainda está na barriga, você veio completar nossa família e já é muito amada. Todo esforço será por você e pela sua irmã.

As minhas avós “baiana” e “mineira” por sempre me colocarem em suas orações e por me dedicarem tanto amor.

A minha amiga Mariana e agora, madrinha da Laura, por sempre me ouvir e pelas palavras de incentivo sempre.

Aos meus familiares e amigos por torcerem por mim. Obrigada!

Ao meu orientador Gregorio pelas oportunidades e por sempre acreditar no meu trabalho. Obrigada por todos esses anos de aprendizado.

A professora Tatiana pela paciência que teve comigo desde a monografia. Foi muito bom passar horas no laboratório com o seu bom humor. Obrigada pela sua dedicação e atenção.

Aos colegas do grupo Reuso pelo sucesso do nosso trabalho.

A CAPES pela concessão de recursos financeiros.

“Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”

Isaac Newton

RESUMO

A utilização de águas residuárias domésticas tratadas para irrigação pode se tornar uma alternativa para regiões que enfrentam escassez de água, como na região Nordeste do Brasil, especificamente no Estado de Sergipe. A presente dissertação teve como objetivo analisar a influência do uso de águas residuárias domésticas tratadas na qualidade microbiológica de cenouras (*Daucus carota*) e beterrabas (*Beta vulgaris*) irrigadas com essa água. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agronômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe/Campus de São Cristóvão no período de abril a julho de 2014. As águas residuárias foram coletadas na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Rosa Elze, localizada no Município de São Cristóvão/SE. As irrigações foram feitas utilizando-se quatro diluições diferentes. A evapotranspiração foi obtida pelo método do *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO) 56 através de estação meteorológica montada dentro da casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), composto por oito tratamentos, sendo duas espécies e quatro percentuais de água residuária e/ou água potável da Companhia de Abastecimento de Sergipe (DESO); 100% água da DESO; 75% água da DESO + 25% água residuária; 75% água residuária + 25% água da DESO e 100% água residuária, em cinco repetições e quatro plantas por parcela útil. As amostras microbiológicas foram analisadas de acordo com os parâmetros recomendados pela Resolução nº. 12 de 02/01/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA: enumeração de coliformes termotolerantes e pesquisa de *Salmonella* sp. Além dessas análises, também foram enumeradas a população de bactérias aeróbias mesófilas e de bolores e leveduras e os resultados foram submetidos à anova pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos nas análises de qualidade microbiológicas demonstram que a beterraba e a cenoura irrigadas com água residuária encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente (*Salmonella* sp. ausência em 25 g e coliformes termotolerantes ≤ 3 NMP. g⁻¹) e a enumeração de mesófilos e bolores e leveduras não ultrapassaram $4,5 \times 10^6$, contudo se faz necessário estudos mais aprofundados à temática.

Palavras-chave: água residuária, evapotranspiração, reuso, *salmonella* e coliformes.

ABSTRACT

The use of treated domestic wastewater for irrigation could become an alternative to regions facing water scarcity, as in northeastern Brazil, specifically in the state of Sergipe. This work aimed to analyze the influence of the use of domestic wastewater treated in the microbiological quality of carrots (*Daucus carota*) and beets (*Beta vulgaris*) irrigated with this water. The experiment was conducted in a greenhouse of the Department of Agricultural Engineering (DEA) in the Federal University of Sergipe / Campus of Saint Kitts from April to July 2014. The wastewater was collected in the Sewage Treatment Plant (WWTP) Rosa Elze, in the municipality of St. Kitts / SE. Irrigation was performed using four different dilutions. The evapotranspiration was obtained by the method of the Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) 56 through weather station mounted inside the greenhouse. The experimental design was randomized blocks (DBC), composed of eight treatments, two species and four wastewater percentage e/ou drinking water of Sergipe Supply Company (DESO); Of DESO 100% water; 75% water DESO + 25% waste water; 75% wastewater + 25% water DESO and 100% wastewater in five replicates and four plants per working portion. Microbiological samples were analyzed according to the parameters recommended by Resolution no. 12 02/01/2001 of the National Health Surveillance Agency - ANVISA: enumeration of fecal coliforms and *Salmonella* sp. In addition to these analyzes, they were also listed the population of mesophilic aerobic bacteria and molds and yeasts and the results were submitted to ANOVA by the Tukey test at 5% probability. The results obtained in the microbiological quality analyzes show that the beets and carrots irrigated with wastewater are in accordance with the standards established by law (*Salmonella* sp. Absence in 25 g fecal coliform ≤ 3 NMP. g^{-1}) and the enumeration of mesophilic and molds and yeasts did not exceed $4,5 \times 10^6$, but we still need more depth to the thematic studies.

Keywords: wastewater, evapotranspiration, reuse, salmonella and coliform.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa de vegetação do DEA/UFS.....	30
Figura 2: Limpeza da Casa de Vegetação.....	31
Figura 3: Coleta do solo.....	32
Figura 4: Preparo do solo.....	33
Figura 5: Limpeza e montagem da estação meteorológica.....	35
Figura 6: Visão geral da Estação de Tratamento de Esgoto Rosa Elze.....	37
Figura 7: Coleta de efluente.....	37
Figura 8: Efluente na Casa de Vegetação.....	38
Figura 9: Semeadura das culturas.....	39
Figura 10: Desbaste da beterraba após 35 dias da semeadura.....	40
Figura 11: Desbaste da cenoura após 35 dias da semeadura.....	40
Figura 12: Adubação de cobertura.....	41
Figura 13: Desenvolvimento da cultura 8 dias após a semeadura.....	41
Figura 14: Desenvolvimento da cultura 44 dias após a semeadura.....	42
Figura 15: Desenvolvimento da cultura 60 dias após a semeadura.....	42
Figura 16: Aplicação de fungicida.....	43
Figura 17: Retirada manual das lagartas.....	43
Figura 18: Colheita da beterraba após 104 dias.....	44
Figura 19: Colheita da beterraba após 104 dias.....	44
Figura 20: Colheita da cenoura após 106 dias.....	45
Figura 21: Colheita da cenoura após 106 dias.....	45
Figura 22: Análise de coliformes termotolerantes.....	47
Figura 23: Análise de mesófilos.....	48
Figura 24: Pesquisa de <i>Salmonella</i>	49
Figura 25: ETo x ETPc diárias da beterraba.....	50
Figura 26: ETo x ETPc diárias da cenoura.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos utilizados.....	34
Tabela 2: Características físicas da ETE.....	36
Tabela 3: Análises físico-químicas da água DESO.....	52
Tabela 4: Análises físico-químicas da água resíduária.....	52
Tabela 5: Análise microbiológica água DESO.....	55
Tabela 6: Análise microbiológica água resíduária.....	55
Tabela 7: Resultados microbiológicos da beterraba e da cenoura.....	57
Tabela 8: Enumeração de mesófilos e bolores e leveduras da beterraba.....	58
Tabela 9: Enumeração de mesófilos e bolores e leveduras da cenoura.....	59

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Penman-Monteith.....	34
---------------------------------	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2.OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Água	15
3.1.1 Qualidade da água	17
3.2 Irrigação	18
3.3 Reuso	19
3.4 Aspectos microbiológicos	23
3.5 Análises microbiológicas	27
3.6 Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>) e Cenoura (<i>Daucus carota L.</i>)	28
4 .MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Localização e caracterização da área de estudo	30
4.2 Limpeza da casa de vegetação	30
4.3 Coleta e preparo do solo	31
4.4 Delineamento experimental	33
4.5 Limpeza e montagem da estação metereológica e sistema de irrigação	35
4.6 Estação de tratamento de esgoto e coleta de água resíduária	36
4.7 Semeadura e condução do experimento	38
4.8 Pragas e doenças	43
4.9 Colheita	44
4.10 Análise de água resíduária tratada e da água DESO	46
4.11 Análises microbiológicas da cenoura e da beterraba	46
4.11.1 Preparo das amostras	46
4.11.2 Enumeração de coliformes termotolerantes	46
4.11.3 Enumeração de mesófilos	47
4.11.4 Enumeração de bolores e leveduras	48
4.11.5 Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.	49

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1 Irrigação	50
5.2 Análise da água residuária tratada e da água DESO	52
5.3 Qualidade microbiológica da cenoura e beterraba	57
6. CONCLUSÕES	61
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
8. ANEXOS	72

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrícola exige novas estratégias, no sentido de potencializar a produtividade e minimizar os riscos na produção. Com o aumento da população mundial, a produção de alimentos com base apenas na estação chuvosa não é suficiente. Um dos importantes desafios da agricultura atual é o aumento da competitividade e qualidade dos produtos, associado à preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, permitindo benefícios sustentáveis nas explorações agrícolas. Neste contexto, é importante avaliar e adequar cada um dos fatores que compõem o sistema de produção, incluindo a eficiência e o manejo da água de irrigação.

Atualmente, a agricultura tem sido responsável por grande parcela da água utilizada, tornando necessária a implantação de sistemas de irrigação eficientes, além da utilização de métodos que quantifiquem as necessidades hídricas das culturas, para que não haja desperdício.

A agricultura irrigada representa o maior consumidor de água dentre os diversos usuários finais deste recurso natural, chegando a totalizar 80% do consumo em muitos países. Observa-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas de controle da água utilizada na irrigação e como a tecnologia pode estar inserida nas questões que possam oferecer melhoria à produção. O manejo adequado da água na agricultura não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola, visto que este é um sistema integrado. Deve-se considerar o compromisso com a produtividade da cultura explorada, e o uso eficiente da água, que contribui para conservação do meio ambiente.

Uma alternativa encontrada para um consumo de água rationado é o reuso de água ou, ainda em outra forma de expressão, o uso de águas residuárias. Não é um conceito novo e tem sido praticado no mundo todo há diversos anos. Essa reutilização da água pode ocorrer de maneira direta ou indireta, de forma planejada ou não. O reuso direto é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados, para certas finalidades, como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. No reuso indireto, a água utilizada uma ou mais vezes, para uso

doméstico ou industrial, é lançada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, no sentido da sua foz, já diluída.

A prática de utilização de águas resíduárias deve seguir alguns preceitos básicos como: a preservação da saúde dos usuários, do meio ambiente e o atendimento das exigências de qualidade. A substituição do uso de água potável por água resíduária é possível em função da qualidade requerida para um uso específico. Desta maneira, grandes volumes de água potável podem ser poupanços pelo uso de águas resíduárias que estejam dentro dos padrões de potabilidade para determinado fim.

É possível a utilização de águas resíduárias domésticas e industriais. O reuso agrícola se caracteriza como aquele que ocorre quando o efluente de Estações de Tratamento de Esgotos (ETES) é utilizado para a irrigação no cultivo de espécies agrícolas.

O reuso agrícola se apresenta como uma forma economicamente rentável e benéfica para o meio ambiente, desde que, se observem as medidas necessárias para a preservação da qualidade ambiental, visto que, a qualidade da água para consumo humano e para produção de alimentos é um dos fatores determinantes na saúde coletiva.

A beterraba e a cenoura foram escolhidas para a realização dessa pesquisa por serem hortaliças exigentes em água e ambas serem consumidas crua. Dessa maneira, os resultados microbiológicos foram analisados levando em consideração que as hortaliças não passaram por nenhum processo de sanitização.

Assim o presente trabalho teve o objetivo de analisar o efeito do uso de águas resíduárias domésticas na qualidade microbiológica de cenouras e beterrabas irrigadas com essa água verificando se as mesmas enquadram-se nos padrões sanitários aceitáveis.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do uso de águas residuárias domésticas tratadas na qualidade microbiológica de cenouras e beterrabas irrigadas com essa água.

2.2 Objetivos Específicos

- Enumerar a população de coliformes termotolerantes, bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras na cenoura e beterraba ;
- Verificar a presença de *Salmonella* na cenoura e beterraba;
- Analisar os resultados microbiológicos segundo padrões estabelecidos pela resolução número 12 de 2001 da ANVISA para hortaliças consumidas cruas;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água

A oferta de água no mundo tem relação estreita com a segurança alimentar, o estilo de vida das pessoas, o crescimento industrial e agrícola e a sustentabilidade ambiental. Globalmente, embora as fontes hídricas sejam abundantes, elas são frequentemente mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são tão elevadas em comparação com a oferta, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados (BERNARDI, 2003).

Atualmente, existem no mundo cerca de 800 milhões de pessoas em condições de insegurança alimentar e as estatísticas sobre a fome e a garantia de alimentos no mundo são estarrecedoras. Conforme as previsões de crescimento populacional e estimativas vinculadas à produção, conservação e distribuição de alimentos, se a população mundial aumentar para 10 bilhões de habitantes, nos próximos 50 anos, 70% dos habitantes do planeta enfrentarão deficiências no suprimento de água, repercutindo em cerca de um bilhão e seiscentos milhões de pessoas que não terão água para obtenção da alimentação básica (CHRISTOFIDIS, 2006).

Segundo a *United States Geological Survey* (2011), de toda a água existente no planeta, 97% é salgada e apenas 3% correspondem a água doce, localizada nos rios, lagos, solidificadas em calotas polares (68,7%), aquíferos subterrâneos ou na própria atmosfera. Pode-se observar então que é relativamente reduzida a disponibilidade dos recursos hídricos sob forma líquida e doce, de total importância para a sobrevivência do homem na terra, aliado ao fato da existência da distribuição irregular de água doce em todo o mundo.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) mostram que, da população de quase 170 milhões de pessoas, perto de 138 milhões vivem nas cidades. Todavia, cerca de 64% das empresas de água não coletam os esgotos domésticos e, 110 milhões de brasileiros, não têm esgoto tratado. Os mais pobres desse grupo, em torno de 11 milhões, não têm sequer acesso à água limpa para beber.

No Brasil, embora haja um grande volume de água doce de superfície, principalmente na região amazônica, a maior demanda por recursos hídricos está concentrada na região sudeste, que possui maior concentração de indústrias e elevada densidade demográfica (PEREIRA, 2002).

A escassez hídrica de algumas regiões e as adversidades das condições de suprimento de água à população urbana brasileira vem sendo objeto de estudos há anos, sem que, até o momento, tenham sido implantadas soluções globais, que permitam equacionar em definitivo os frequentes déficits de abastecimento (ANA, 2010).

Nas regiões áridas e semiáridas, a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram, continuadamente, novas fontes de recursos para complementar a pequena disponibilidade hídrica ainda disponível (HESPAÑOL, 2003).

Enquanto isso, os índices de perdas totais da água tratada e injetadas nas redes de distribuição das cidades variam de 40% a 60% no Brasil, contra 5% a 15% nos países desenvolvidos. Além disso, mais de 40 milhões de brasileiros não recebem água de forma regular, não podem confiar na qualidade da água que chega às suas torneiras e vivem num penoso regime de rodízio ou de fornecimento muito irregular da água (REBOUÇAS, 2003).

De acordo com Philippi e Boranga (2003), insumo básico de quase todos os processos industriais, a água é vital para a produção de alimentos. Ao mesmo tempo, o crescimento da população vem demandando, continuamente, água em quantidade e qualidade compatíveis. Em consequência, a produção de água de boa qualidade, dentro de padrões mundiais de potabilidade, torna-se cada vez mais onerosa, induzindo-se a priorização do abastecimento para consumo humano. Ao mesmo tempo, a adoção de tarifas escandalosas vem, gradualmente, tornando proibitivo o uso de água potabilizada para processos industriais.

3.1.1Qualidade da água

A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem no mundo anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água. No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país são devidas a doenças de veiculação hídrica, ou seja, doenças que ocorrem devido à qualidade imprópria da água para consumo humano (MERTEN E MINELLA, 2002).

Os riscos à saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias principais: 1) riscos relativos à ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; 2) riscos derivados de poluentes químicos e, em geral, efluentes de esgotos industriais (D'AGUILA et al., 2000).

A qualidade da água depende da finalidade à qual ela se destina. Assim, para que a água destinada ao consumo humano seja adequada à manutenção da saúde, são estabelecidos pelos órgãos competentes padrões de potabilidade, que representam as quantidades limítrofes dos diversos elementos que podem ser tolerados nas águas de abastecimento público (CAMPOS et al., 2003).

O Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) através da resolução número 20 de 1986, estabeleceu parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos na água, considerando os diferentes usos. Os corpos de água foram classificados em nove classes, sendo cinco classes de água doce (salinidade <0,5%), duas classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%). A classe "especial" é apta para uso doméstico sem tratamento prévio, enquanto o uso doméstico da classe IV é restrito, mesmo após tratamento, devido à presença de substâncias que oferecem risco à saúde humana. A classificação padronizada dos corpos de água possibilita que se fixe metas para atingir níveis de indicadores consistentes com a classificação desejada (CONAMA, 1986).

Segundo Almeida (2010), os principais parâmetros a serem avaliados na qualidade da água para irrigação contemplam os parâmetros físico-químicos e biológicos como pH, temperatura, condutividade elétrica, alcalinidade, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais e fecais, entre outros, que definem sua adequação ou não para o uso.

3.2 Irrigação

No mundo, uma área de cerca de 1,532 bilhões de hectares está em produção agrícola, dos quais cerca de 278 milhões de hectares são irrigados, correspondendo a 18% da área plantada, a qual é responsável por mais de 44 % do volume total da produção e 54 % do valor econômico total da produção. Por outro lado, no Brasil, estes números são da ordem de 5%, 16% e 35%, respectivamente (FOLEGATTI et al., 2011 e CHRISTOFIDIS, 2006). Dados da Agência Nacional de Águas (2013) revelam que o valor estimado da área irrigada no Brasil em 2010, foi de 5,6 milhões de hectares, 20% superior ao estimado para o ano de 2006.

Tundisi e Tundisi (2011) reportaram que aproximadamente 70% da água disponível é retirada para uso da irrigação, deste total, somente 30-60% da água retorna a jusante, tornando a irrigação o maior usuário da água doce globalmente.

Por meio da irrigação, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de alimentos, uma vez que essa prática permite uma produção na contra estação. A atividade de irrigação é a maior consumidora de água entre os diversos usos desse recurso natural. Dentro dela, os consumos específicos variam bastante, dependendo do método de irrigação empregado. A natureza do solo, o tipo de requerimentos das diferentes culturas e os índices de evaporação locais são elementos importantes para definir o consumo de água para irrigação (HESPAÑOL, 2002).

A irrigação não pode e não deve competir com o uso da água destinada ao abastecimento doméstico, que sempre será prioridade. Pela Constituição Brasileira, a ordem de prioridade do uso da água é a seguinte: consumo humano, indústria e, por fim, irrigação.

Assim, as águas utilizadas em irrigação são cada vez mais escassas e de pior qualidade. Essa realidade demanda uma busca de adaptação das técnicas de irrigação existentes e amplamente difundidas às condições atuais e futuras de escassez de água. Diante desse panorama, é clara a necessidade de se utilizar esse recurso natural com maior racionalidade, seja através de técnicas que permitam um aproveitamento mais eficiente da água em diversas atividades humanas, como a irrigação ou pela busca de fontes alternativas de água (DUARTE, 2006).

Neste contexto e diante da atual preocupação com a preservação dos recursos hídricos, está sendo cada vez mais valorizado e cobrado o uso adequado da água, o que torna necessário conduzir e implementar sistemas de irrigação com manejos eficientes (FACCIOLI, 2002).

Para determinar as necessidades hídricas das culturas, o método mais usual está baseado na estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), que envolve um processo em duas etapas. Na primeira, estima-se a evapotranspiração de referência (ETo), geralmente utilizando uma equação empírica (determinação indireta). Na segunda, a ETc é obtida ao multiplicar ETo por um coeficiente de cultura (kc) que integra as características da cultura e do clima local (DOORENBOS E PRUITT, 1977; ALLEN ,1998).

Doorenbos e Pruitt (1977), de modo geral, dividem o ciclo de desenvolvimento das culturas, para o cálculo dos coeficientes de cultura, em quatro fases: fase inicial com kc constante; fase do desenvolvimento da cultura, na qual o Kc cresce linearmente; fase de meia estação com kc constante e fase final, com decréscimo linear. O kc assume valores baixos na fase de emergência e valores máximos durante o período de desenvolvimento vegetativo, os quais declinam na fase de maturação.

3.3 Reuso

A falta de recursos hídricos e o aumento dos conflitos pelo uso da água geraram a emergência da conservação e do tratamento e reuso, como componentes formais da gestão de recursos hídricos. Os benefícios inerentes à utilização de água recuperada para usos benéficos, ao contrário de disposição ou descarga, incluem preservação de fontes de qualidade elevada, proteção ambiental e benefícios econômicos e sociais (ASANO et al., 2007).

A aplicação de efluente de esgotos no solo é uma forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões áridas e semiáridas. Os maiores benefícios dessa forma de reuso estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (SILVA et al., 2011).

A utilização das águas residuárias tratadas na agricultura é importante não apenas por servir como fonte extra de água, mas também de nutrientes para as culturas (SANDRI et al., 2007). Nesse contexto, as plantas desempenham papel importante, que é o de utilizar os nutrientes disponibilizados pelas águas residuárias, extraíndo macro e micronutrientes, além do carbono (matéria orgânica) necessário ao seu crescimento, evitando seu acúmulo e a consequente salinização do solo e a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (RIBEIRO et al., 2009).

No mundo, o reuso de efluentes de estação de tratamento de esgotos vem crescendo a cada dia contribuindo para a sustentabilidade humana e ambiental, tais como: melhoria da qualidade de vida e das condições socioeconômicas das populações do meio rural, aumento da produtividade agrícola e recuperação de áreas degradadas ou improdutivas, conservação e preservação dos recursos hídricos, evitando a descarga de esgoto bruto nos mananciais (XAVIER, 2014).

Segundo Hespanhol (2003), a água uma vez poluída, pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos desde que seja utilizada para uso menos restritivos. A qualidade da água utilizada e o objeto do reuso são os fatores que definirão quais serão os níveis de tratamentos recomendados, os critérios de segurança a serem adotados, os custos de capital, de operacionalização e de manutenções. As alternativas de reuso se baseiam de acordo com as características, condições e fatores locais, tais como decisões políticas, esquemas institucionais e disponibilidade.

Nos últimos anos vários fatores contribuíram para o aumento do interesse pela irrigação com efluentes, dentre eles a escassez de recursos hídricos e o avanço do conhecimento técnico-científico em relação ao potencial que representa o reuso de esgotos e as limitações do reuso agrícola. Considerem-se, também, outras vantagens, como controle da

poluição ambiental, economia de água e fertilizantes, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola. O interesse pelo reuso planejado, ou seja, o uso seguro do ponto de vista de contaminação e controlado do ponto de vista agrícola surgiu do próprio reconhecimento da importância do controle da utilização de esgotos na agricultura, com o objetivo de impedir o uso sem critério definido (VILLELA JÚNIOR et al., 2003)

Qualquer que seja a forma de reuso empregada é fundamental observar que os princípios básicos que devem orientar essa prática são: preservação da saúde dos usuários, preservação do meio ambiente, atendimento consistente às exigências de qualidade, relacionadas ao uso pretendido e proteção dos materiais e equipamentos utilizados nos sistemas de reuso (HESPAÑOL, 2002).

Segundo Metcalf e Eddy (2003), três fatores de especial interesse podem limitar a oferta de água de reuso para fins potáveis: a presença de vírus entéricos, de constituintes orgânicos, incluindo produtos químicos industriais, resíduos residenciais, medicamentos e metais pesados.

Medeiros et al. (2008) verificaram que a irrigação com esgoto filtrado foi mais efetiva na melhoria do estado nutricional do cafeiro que a irrigação convencional, revelando que a aplicação controlada de esgoto ao solo é uma alternativa para fertilização das culturas, potencializando a produção de alimentos. E, na irrigação com efluente sanitário tratado por diversas tecnologias de tratamento, Duarte et al. (2008) concluíram que os efluentes utilizados mostraram qualidade física e química adequada para plantas de pimentão.

A quantidade de nitrogênio adicionado ao solo por meio da irrigação com esgoto sanitário pode ser similar ou até mesmo exceder a quantidade aplicada via fertilização nitrogenada recomendada, durante períodos de tempo similares (FEIGIN et al., 1978 apud MEDEIROS et al., 2008).

Embora no Brasil já se esteja realizando a prática de reuso em alguns Estados, como principalmente em São Paulo, não existe nenhuma legislação específica tratando da temática. Porém, como indutores do início do processo de regulamentação, grupos de trabalho e técnicos do setor discutem e avaliam em diversos encontros e seminários nacionais e

internacionais a questão, estimulando para a institucionalização da reciclagem e reuso sempre que possível, para a promoção do tratamento e disposição de esgotos, evitando a poluição ambiental. Sendo assim, destaca-se também a necessidade de regulamentação e uso de instrumentos econômicos para o controle da qualidade da água, com o propósito de aumentar a eficiência, reduzindo assim os custos sociais e gerando meios fiscais para o financiamento de ações de proteção ao meio ambiente (BERNARDI, 2003).

A regulamentação do reuso da água apresenta-se em pleno curso no Brasil, devido ao reconhecimento das práticas de reuso no país. É destacado que, a Resolução CNRH No54/2005 coloca a atividade de reuso da água como integrante das políticas de gestão de recursos hídricos vigentes no país, contudo não estabelece parâmetros específicos para seu emprego.

Assim, a fim de assegurar a proteção dos usuários, dos alimentos produzidos e das pessoas envolvidas com os métodos de reuso de esgotos, é necessário avaliar os aspectos sanitários dessas práticas, principalmente quanto à propagação de patógenos (DALTRO FILHO, 2004).

A primeira consideração que deve ser feita em casos de reuso de água é com a presença de organismos patogênicos. Mais exatamente, trata-se de garantir que esses microrganismos não estejam presentes na água em densidades que representem um risco significativo para a saúde de usuários. As formas de controle vão desde a aplicação de processos de tratamento eficazes até o monitoramento da qualidade da água, por meio de análises periódicas. Por isso, o controle sanitário é um fator essencial de extrema relevância na utilização dessa técnica, deve-se ter cuidado quanto à contaminação e aos riscos concernentes a saúde pública, que se associa aos agentes patogênicos que podem estar presentes nas águas de esgoto para reuso (WANDERLEY, 2005).

A Organização Mundial da Saúde – OMS (WHO, 2006) destaca a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, ocasionando diversas enfermidades, e recomenda que o efluente

tratado contenha menos que 103 NMP (Número Mais Provável) por 100 mL de coliformes termotolerantes e menos que 1 ovo de nematoide por litro para que esse efluente possa ser utilizado na irrigação irrestrita.

Segundo Dantas et al (2014), o efluente tratado através de lagoas de estabilização mostrou-se viável na irrigação da cultura do rabanete não apresentando diferença entre os tratamentos com relação às variáveis agronômicas.

Rebouças et al (2010) observaram que o aumento da proporção do efluente de Lagoa de maturação na água de abastecimento para a fertirrigação das plantas de feijão-caupi melhora a produção de matéria seca da raiz, caule e folha, não somente em uma destas variáveis; evidenciando o crescimento proporcional das plantas.

Sandri (2007) afirma que o uso de água resíduária demonstrou ser uma fonte de nutrientes para a alface elisa, interferindo principalmente na formação de massa fresca e, por consequência, na área foliar.

3.4 Aspectos microbiológicos

Segundo Pelczar Jr. et al. (1997), os micro-organismos estão intimamente associados com a disponibilidade, a abundância e a qualidade do alimento para consumo humano. Os alimentos são facilmente contaminados com micro-organismos no ambiente, durante a manipulação e o processamento. Após ter sido contaminado, o alimento serve como meio para a multiplicação de micro-organismos. Se esses tiverem condições de se multiplicarem, podem mudar as características físicas e químicas do alimento e podem causar sua deterioração. Os micro-organismos no alimento podem também ser responsáveis por intoxicações e infecções.

Os principais agentes biológicos descobertos nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de mortalidade em nosso meio. São as responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifóide), com resultados frequentemente letais. Os vírus mais comumente encontrados nas águas contaminadas por dejetos humanos, entre outros, são os da poliomielite

e da hepatite infecciosa. Dentre os parasitas que podem ser ingeridos através da água destaca-se a *Entamoeba histolytica*, causadora da amebíase e suas complicações, inclusive para o lado hepático. É encontrada sobretudo em países quentes e em locais onde existem más condições sanitárias (D'AGUILA et al., 2000).

As bactérias são os principais micro-organismos constituintes da microbiota em hortaliças. Isso ocorre, pois o valor do pH encontrado nesse tipo de alimento (5,0 - 6,5) favorece a multiplicação destes micro-organismos em relação à multiplicação dos bolores e leveduras (KING et al., 1991).

Dessa forma, a população de micro-organismos mesófilos presente nos vegetais pode ser tão elevada quanto 10^9 UFC g⁻¹ (Unidade Formadora de Colônia por grama), mas geralmente fica entre 10^4 e 10^6 UFC g⁻¹. Esta variabilidade ocorre em função das condições climáticas, da presença de animais e de insetos ou da injúria no próprio vegetal (NGUYEN e CARLIN, 1994).

Os micro-organismos patogênicos e deteriorantes podem contaminar os vegetais durante a pré e pós-colheita. Durante a pré-colheita, os principais focos de contaminação são: o solo, a água de irrigação, a água utilizada para aplicar fungicidas e inseticidas, a poeira, os insetos, a compostagem inadequada, os animais domésticos e selvagens e a manipulação humana. As fontes de contaminação pós-colheita incluem manipulação humana, equipamentos de colheita, embalagens de transporte, animais, insetos, poeira, água de lavagem, gelo, veículos de transporte e equipamentos durante o processo (BRACKETT, 1999; BEUCHAT, 2002).

O aumento da procura por alimentos prontos para consumo da população em geral, traz consigo a necessidade de rigorosos padrões de produção para evitar a contaminação dos alimentos. Porém, bactérias estão presentes em larga escala no meio ambiente e são capazes de se multiplicar e/ou manter-se viáveis em condições adversas, como baixas temperaturas, altas concentrações de sal, entre outros (ABRAHÃO et al., 2008).

Segundo Brasil (2010), a contaminação pode ocorrer em toda a cadeia produtiva, desde a produção primária (plantio, manuseio, transporte, cozimento, acondicionamento) até o consumo. Os agentes mais frequentes de surtos são os de origem bacteriana, dentre eles,

Salmonella spp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella* spp, *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*.

A existência de inúmeros tipos de microrganismos presentes nas águas residuárias, dificulta o isolamento e a identificação dos patogênicos. Por esse fato existem os microrganismos indicadores de contaminação fecal, por serem de fácil detecção e indicarem a presença de material fecal, sendo utilizado para tanto, um subgrupo dos coliformes totais, denominados coliformes termotolerantes, ou seja, fermentam na presença de lactose com produção de gás e ácido à temperatura de incubação igual a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em $24 \pm 2\text{ h}$. (PAGANINI, 1997).

Como exemplos de microrganismos indicadores podem ser citados aqueles que, segundo a ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*), podem ser agrupados em: 1- Microrganismos que não oferecem um risco direto à saúde: contagem padrão de mesófilos, de psicrotróficos e termófilos e de bolores e leveduras. 2- Microrganismos que oferecem um risco baixo ou indireto à saúde: coliformes totais, coliformes fecais, enterococos, enterobactérias totais e *Escherichia coli*.

Os bolores e leveduras, segundo Silva et al. (2010), formam um grande grupo de microrganismos originários, na sua grande maioria, do solo ou do ar. Pode-se destacar a versatilidade dos bolores, por serem capazes de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimentos, as leveduras são mais exigentes do que os bolores. Os bolores e leveduras possuem alta resistência a condições adversas, como pH ácido e atividade de água baixa, vários bolores crescem abaixo de pH 2,0 e leveduras abaixo de 1,5. A temperatura ótima da maioria dos fungos está entre 25 a 28 °C, não se desenvolvendo nas temperaturas mesófilas (35-37°C) e raramente nas temperaturas termotolerantes (45°C).

Bolores são os fungos filamentosos, multicelulares, podendo estar presentes no solo, no ar, na água e em matéria orgânica em decomposição. Leveduras são os fungos não filamentosos, normalmente disseminados por insetos vetores, pelo vento e pelas correntes aéreas (SIQUEIRA, 1995).

A presença de bolores e leveduras viáveis e em índices elevados em alimentos pode fornecer várias informações, tais como, condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ou estocagem e matéria-prima com contaminação excessiva (SIQUEIRA, 1995).

A *Salmonella* é um gênero da família Enterobacteriaceae, bactérias Gram -negativas, apresentando-se na forma de bastonetes curtos e possui uma estrutura complexa de lipopolissacarídeos (LPS). Multiplica-se em temperaturas entre 7°C e 49,5°C, sendo 37°C a temperatura ótima para seu desenvolvimento. São apontados como os principais agentes etiológicos responsáveis por causar surtos em alimentos com alto teor de umidade e com alta porcentagem de proteínas (YAMAGUCHI et al., 2013).

Ainda segundo Silva et al. (2010), a *Salmonella* é uma bactéria de ampla ocorrência em animais e, no ambiente, as principais fontes são a água, o solo, as fezes de animais, os insetos etc. A doença geralmente é contraída através do consumo de alimentos contaminados de origem animal, principalmente a carne bovina, a carne de aves, os ovos e o leite, vegetais contaminados com esterco podem acarretar na transmissão.

No Brasil, a Resolução RDC no. 12, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA) de 02 de janeiro de 2001, que regula os padrões microbiológicos sanitários para alimentos, determina o valor máximo de 500 NMP g⁻¹ para a presença de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* sp/25g, a mesma resolução denomina coliforme a 45°C equivalente a coliformes termotolerantes.

Dantas et al. (2014), verificando a viabilidade do efluente tratado através de lagoas de estabilização na irrigação do rabanete, afirmaram que os valores encontrados dos patógenos estavam dentro dos padrões aceitos pela Resolução ANVISA nº 12 de 2001.

Sousa et al. (2006) observaram que as análises microbiológicas realizadas em pimentão irrigado com água residuária, demonstraram que coliformes termotolerantes e *E. coli* presentes no efluente e no solo, contaminaram os frutos do pimentão mas em níveis aceitáveis para o consumo.

Bastos et al. (2002) analisando microbiologicamente alfaces irrigadas com esgotos domésticos tratados através de lagoas de estabilização, reportaram que a irrigação com o efluente da terceira lagoa, de excelente qualidade (10^1 E. coli/100 mL), resultou em alfaces de qualidade bacteriológica similar à do controle (alfaces irrigadas com água) e plenamente aceitável pelos critérios da legislação brasileira.

Carvalho et al. (2013), utilizando água residiária na irrigação de girassol, observaram que, todos os tratamentos utilizados encontraram-se dentro dos padrões ANVISA, portanto podem-se recomendar todos os tratamentos utilizados no experimento: T1 (100% de água potável da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO); T2 (100 % de água residiária tratada); T3 (50% de água DESO + 50% de água residiária tratada); T4 (25% de água DESO + 75% de água residiária tratada) e T5 (75% de água DESO + 25% de água residiária tratada).

3.5 Análises Microbiológicas

Segundo Franco e Landgraf (1996), a análise microbiológica é fundamental para se conhecer as condições de higiene do alimento e os riscos que o alimento pode oferecer à saúde do consumidor. Essa análise é indispensável também para se verificar se os padrões e especificações microbiológicos para alimentos, nacionais ou internacionais, estão sendo atendidos adequadamente.

Muitos métodos podem ser utilizados para detecção quantitativa e qualitativa de microrganismos em alimentos, entretanto, é desejável utilizar métodos que tenham sido aprovados por órgãos reguladores (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Segundo Silva et al. (2010), a análise microbiológica de alimentos objetiva a detecção ou a enumeração de microrganismos vivos. Os ensaios utilizados podem ser qualitativos, que verificam a presença ou ausência do(s) microrganismo(s) alvo em uma dada quantidade de amostra, sem a quantificação, e os ensaios quantitativos, que determinam a quantidade do(s) microrganismo(s) alvo na amostra, geralmente por unidade de massa ou volume.

O procedimento a ser empregado é determinado pelo tipo de alimento que está sendo analisado e pelo propósito específico da análise. A escolha pode também depender dos tipos de microrganismos a serem pesquisados em um alimento (PELCZAR Jr. et al., 1997).

3.6 Beterraba (*Beta vulgaris*) e Cenoura (*Daucus carota L.*)

A Beterraba (*Beta vulgaris*) pertence á família Chenopodiaceae, na qual a parte comestível é a raiz tuberosa. Essa hortaliça tem coloração vermelho-arroxeadas devido à presença dos pigmentos betalaínas (VITTI, 2003).

É uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, caracterizada por possuir diversos biótipos e utilização. Desde a beterraba açucareira, utilizada para a extração de açúcares; a forrageira na qual as raízes e as folhas são usadas na alimentação animal e a hortícola ou de mesa, considerada mais importante no Brasil, por usar suas raízes e folhas na alimentação humana. As sementes da beterraba são aglomerados de pequenos frutos corticosos, que são chamados de glomérulos. Cada aglomerado contém de três a quatro sementes, sendo que cada semente é originada de um fruto que apresenta óvulo, gerando mais de uma planta por glomérulos; existindo também no meio comercial glomérulos que possuem apenas uma semente (FILGUEIRA, 2012).

A cenoura (*Daucus carota L.*) é uma das principais olerícolas cultivadas no Brasil. Devido a sua sensibilidade ao déficit hídrico, a aplicação de lâminas de irrigação suficientes para suprir a demanda hídrica da cultura, torna-se um dos fatores mais importantes para a obtenção de altas produtividades (ROSA, 2012).

É uma planta herbácea, pertencente da família Apiaceae, com caule pouco perceptível e uma raiz pivotante, tuberosa e sem ramificações. Suas raízes possuem um alto teor de betacaroteno, precursor da vitamina A. Em termo de importância econômica, é a quinta olerícola cultivada no Brasil (FILGUEIRA, 2012).

Segundo Fontes (2005), a produtividade e a qualidade das raízes de cenoura possuem uma grande influência em relação às condições de umidade do solo. Sendo que, para a obtenção de altos rendimentos, é necessário o controle da umidade do solo durante todo o ciclo da cultura para, deste modo, determinar-se o momento da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada.

Segundo a FAO (2014), a produção mundial em 2008, foi de 27,38 milhões de toneladas, cultivadas em área de 1,22 milhões de hectares, o que proporcionou produtividade média de 22,4 t ha⁻¹.

A cenoura é uma das mais importantes hortaliças de raiz comestível no Brasil, sendo produzido anualmente cerca de 784 mil toneladas, em uma área de 26 mil hectares, com valor da produção de aproximadamente 340 milhões de dólares, equivalente a 4% do valor total da produção de hortaliças. (EMBRAPA, 2011)

A cv. Alvorada, desenvolvida pela Embrapa Hortaliças, foi lançada em 2000. É constituída de um material genético proveniente da incorporação de algumas características à cultivar Brasília, como melhor qualidade nutricional e visual das raízes, maior nível de resistência a nematoides e redução de ocorrências de outros caracteres indesejáveis, a exemplo da incidência de ombro verde (LUZ et al., 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Departamento de Engenharia Agronômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), no município de São Cristóvão, Sergipe. Sob as coordenadas geográficas de 10°55'46"S latitude e 37°06'13"O longitude, a uma altitude de 8 m. (Figura 1) Foram utilizadas duas bancadas metálicas.

Figura 1: Casa de vegetação do DEA/UFS.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

4.2 Limpeza da Casa de Vegetação

Foi realizado o preparo da casa de vegetação antes da semeadura, consistindo na remoção de gramíneas e ervas daninhas ao redor e abaixo das bancadas metálicas, com

gadanhos para a obtenção de uma cultura limpa. A fim de se evitar alterações nas coletas dos dados agrometeorológicos, como por exemplo, da radiação solar, foi realizada a limpeza da parte superior da Casa de Vegetação (Figura 2).

Figura 2: Limpeza da Casa de Vegetação.



Fonte: Larissa Oliveira (2013)

4.3 Coleta e Preparo do Solo

O solo utilizado no experimento foi proveniente da fazenda experimental da Universidade Federal de Sergipe, o Campus Rural. O tipo de solo atendia as necessidades de ambas as culturas, arenoso-argiloso. A coleta foi realizada em novembro de 2013 e a profundidade utilizada na coleta foi de até 20 centímetros. Após a coleta o mesmo foi homogeneizado (Figura 3).

Figura 3: Coleta do solo.



Fonte: Larissa Oliveira (2013)

Já na Casa de vegetação, o solo foi peneirado utilizando-se peneira de malha grossa. Em seguida, colocado nos vasos. (Figura 4). Foram utilizados vasos plásticos em formato de braço de cone (diâmetro superior de 29,0 cm, diâmetro inferior de 16,5 cm e altura de 50 cm), perfazendo um volume de 22,08 dm³. Amostras de solo foram retiradas e enviadas para análise no Instituto Tecnológico de Pesquisa de Sergipe (ITPS). Após a análise, foi realizada calagem com o objetivo de se realizar as correções necessárias.

Figura 4: Preparo do solo.



Fonte: Larissa Oliveira (2013)

4.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado na etapa agronômica, foi em blocos casualizados (DBC), sendo utilizados 5 blocos. Os tratamentos foram constituídos por 2 espécies de hortaliças (cenoura e beterraba) e 4 percentuais de água tratada (DESO) e/ou água resíduária (ETE) utilizado, totalizando 8 tratamentos conforme Tabela 1.

Tabela 1: Tratamentos utilizados.

Tratamento	Cultura	Percentual e água utilizada
1	Cenoura	100% Água DESO
2	Cenoura	75% Água DESO + 25% Água resíduária
3	Cenoura	75% Água resíduária + 25% água DESO
4	Cenoura	100% Água Residuária
5	Beterraba	100% Água DESO
6	Beterraba	75% Água DESO + 25% Água resíduária
7	Beterraba	75% Água resíduária + 25% água DESO
8	Beterraba	100% Água Residuária

Fonte: Iasmine Dantas (2014)

A água DESO e a água resíduária foram distribuídas sobre os tratamentos por meio de proveta de 100 ml diretamente no vaso, semelhante a uma irrigação localizada.

4.5 Limpeza e montagem da estação meteorológica e sistema de irrigação

A estação meteorológica automática foi instalada dentro da casa de vegetação no dia 22 de janeiro de 2014 (Figura 5) antes da instalação do experimento. Após a instalação realizou-se a limpeza dos sensores utilizando flanela e água. A demanda evapotranspirométrica de referência no interior da casa de vegetação foi estimada diariamente, utilizando-se o método padrão FAO 56 Penman-Monteith. De acordo com a equação 1:

$$ET0 = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Onde as variáveis são:

ET0 = Evapotranspiração de referência, mm.dia⁻¹

Δ = inclinação da curva de pressão de vapor de saturação, kPa.°C⁻¹

Rn = saldo de radiação na superfície, MJ.m².dia⁻¹

G = fluxo de calor no solo, MJ.m².dia⁻¹

γ = constante psicométrica, kPa.°C⁻¹

T = temperatura do ar medida a dois metros de altura, °C

U2 = velocidade do vento medida a dois metros de altura, m.s⁻¹

es = pressão de saturação do vapor d'água, kPa

ea = pressão do vapor d'água atual, kPa

As variáveis necessárias para o método FAO 56 (temperatura, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento) foram obtidas diariamente através da estação meteorológica automática. Para a estimativa da evapotranspiração da cultura, utilizou-se o produto da evapotranspiração de referência (ET₀) e do coeficiente de cultura (K_c). O coeficiente de cultura foi obtido no boletim FAO 56.

A água DESO e a água residuária foram distribuídas sobre os tratamentos por meio de proveta de 100 ml diretamente no vaso, semelhante a uma irrigação por superfície.

Figura 5: Limpeza e montagem da estação meteorológica.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

4.6 Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e coleta da água resíduária

A água resíduária utilizada no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos localizada no Bairro Rosa Elze em São Cristóvão, Sergipe. A ETE Rosa Elze foi construída na década de 80 e mantida e operada pela DESO e é responsável pelo tratamento dos esgotos provenientes dos bairros Rosa Elze e Eduardo Gomes, atuando com vazão aproximada de $7,6 \text{ L.s}^{-1}$, composta por cinco lagoas de estabilização disposta em série, sendo duas facultativas e três de maturação perfazendo uma área total de 29.650 m^2 . Suas características físicas são descritas a seguir na Tabela 2:

Tabela 2: Características físicas da ETE.

Lagoa	Profundidade (m)	Área (m^2)	Volume (m^3)
Facultativa Primária	2.00	8.735	17.470
Facultativa Secundária	1.98	6.962	13.785
Maturação 1	1.96	4.712	9.236
Maturação 2	1.94	4.618	8.959
Maturação 3	1.92	4.623	8.876

Fonte: Planta baixa do projeto do sistema de lagoas de estabilização Rosa Elze fornecida pela DESO (2012).

A ETE utilizada no estudo é alimentada pelo esgoto sanitário em dois pontos: um na lagoa facultativa primária, que representa a maior contribuição do sistema, segundo informações da DESO, recebendo o esgoto proveniente da estação elevatória; outro na lagoa facultativa secundária, que recebe o esgoto por gravidade. Em ambos os pontos, o esgoto chega à unidade de pré-tratamento, composto por grade e caixa de areia, sendo então encaminhado às lagoas.

Após tratamento, a água resíduária foi coletada semanalmente da ETE da última lagoa e transportada até a Casa de vegetação através de recipientes plásticos de 20 litros. A água potável da DESO foi coletada e armazenada em reservatório de 500 litros, situado anexo à casa de vegetação. O quantitativo de coletas semanais se comportava de acordo com a necessidade hídrica, determinada em função da cada uma das quatro fases fenológicas da cultura, de acordo com a FAO (1998) (Figura 6, 7 e 8).

Figura 6: Visão geral da Estação de Tratamento de Esgoto Rosa Elze.



Fonte: Francyelle Souza (2014)

Figura 7: Coleta de efluente.



Fonte: Francyelle Souza (2014)

Figura 8: Efluente na Casa de Vegetação.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

4.7 Semeadura e condução do experimento

A semeadura da cenoura e beterraba foi feita no dia 07 de abril de 2014 utilizando as variedades Alvorada Calibrada Média para cenoura e Híbrida Merlot para beterraba da marca Isla Sementes. Como procedimento fora colocada em fileira uma boa quantidade de sementes por vaso. Após semeadura, foi realizada a irrigação de saturação, até a germinação de todas as sementes, composta por 400 ml de água potável da DESO duas vezes por dia, buscando a possibilidade de germinações uniformes e um bom desenvolvimento radicular das plântulas.

A partir do dia 30 de abril quando a germinação em todos os vasos ocorreu de forma satisfatória e todos os desbastes necessários foram feitos para que cada vaso ficasse com apenas quatro plantas, começou a irrigação diferenciada por tratamentos, com água da DESO e efluente. No momento da semeadura foi feita a adubação de plantio, de acordo com análise do solo, na qual todos os tratamentos receberam ureia (N), MAP (P₂O₅) e cloreto de potássio (K₂O) nos valores de 0,311 g/vaso de ureia, 5,1 g/vaso de MAP e 1,39 g/vaso de cloreto de potássio.

Após aproximadamente 30 dias da semeadura, foi realizada a adubação de cobertura no tratamento 1 (irrigado com 100% água DESO). Foi aplicada parceladamente, com 30 e 50 dias após plantio, utilizando-se ureia e cloreto de potássio, nos valores de 0,7 g/vaso de ureia e 0,4 g/vaso de cloreto de potássio para cenoura e 0,311 g/vaso de ureia, 4,4 g/vaso MAP e 1,5 g/vaso de cloreto de potássio para beterraba (Figura 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15).

Figura 9: Semeadura das culturas.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

Figura 10: Desbaste da beterraba após 35 dias da semeadura.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

Figura 11: Desbaste da cenoura após 35 dias da semeadura.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

Figura 12: Adubação de cobertura.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

Figura 13: Desenvolvimento da cultura 8 dias após a semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Figura 14: Desenvolvimento da cultura 44 dias após a semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Figura 15: Desenvolvimento da cultura 60 dias após a semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

4.8 Pragas e doenças

Observou-se na cultura da beterraba o aparecimento da doença cercosporiose e como forma de erradicação pulverizou-se o fungicida Score 250EC do grupo triazol após 51 e 58 dias da semeadura. Ambas apresentaram ao longo do experimento, infestação de lagartas. As mesmas foram retiradas manualmente e nenhum dano foi causado às culturas (Figura 16 e 17).

Figura 16: Aplicação de fungicida.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

Figura 17: Retirada manual das lagartas.



Fonte: Larissa Oliveira (2014)

4.9 Colheita

Após 104 dias a beterraba foi colhida. As plantas foram lavadas em água corrente, secas, armazenadas em sacos com zíper e congeladas no laboratório de Biotecnologia localizado no Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFS para serem analisadas microbiologicamente. A cenoura foi colhida 106 dias após a semeadura e foi realizado o mesmo procedimento de armazenamento da beterraba (Figuras 18,19,20 e 21).

Figura 18: Colheita da beterraba após 104 dias da semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Figura 19: Colheita da beterraba após 104 dias da semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Figura 20: Colheita da cenoura após 106 dias da semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Figura 21: Colheita da cenoura após 106 dias da semeadura.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

4.10 Análise da água resíduária tratada e da água DESO

As amostras de água DESO e água resíduária foram coletadas no período de 11/03/2014 a 11/07/2014, em recipientes padronizados, adotando os procedimentos do Instituto Tecnológico e de Pesquisa de Sergipe (ITPS) para realização das análises.

Foram realizadas dois tipos de análises físico-químicas para cada tipo de água: parcial e total. Sendo cinco análises parciais e três totais. Nas análises parciais da água apenas pH foi analisado. As parciais da água resíduária foram compostas por pH e fósforo total (P). Nas análises completas de água DESO e resíduária os parâmetros verificados foram Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH e fósforo total. Nas microbiológicas da água DESO e da resíduária foram feitas análises de coliformes totais e *Escherichia coli*.

As análises realizadas seguiram o método descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

4.11 Análises microbiológicas da cenoura e da beterraba

4.11.1 Preparo das amostras

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe.

Foram pesadas 25 g de cada amostra, totalizando 8 amostras referentes aos 8 tratamentos utilizados. As amostras foram transferidas assepticamente para frascos contendo 225 mL de água peptonada e em seguida foram preparadas diluições decimais até 10^{-6} em água peptonada 0,1%. Foram feitas triplicatas de cada amostra.

4.11.2 Enumeração de coliformes termotolerantes

Para a análise de coliformes termotolerantes, alíquotas de 1 mL de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) foram inoculadas em séries de três tubos contendo 9 mL de Caldo Lactosado (Oxoid) posteriormente, os tubos foram incubados a 35°C por 48 horas em B.O.D.

(ELETROLab®, Modelo EL101/3). Após esse período os tubos positivos (turvação e formação de gás), seguiram para os testes confirmativos. Com auxílio de uma alça de níquel cromo, uma alíquota foi retirada de cada tubo positivo de Caldo Lactosado e transferido para o Caldo *E. Coli* (EC – Oxoid), esses tubos foram incubados a 45°C por 48 horas em banho-maria. Os tubos que apresentavam turbidez e produção de gás foram considerados positivos (KORNACKI e JOHNSON, 2001) (Figura 22).

Figura 22: Análise de Coliformes termotolerantes.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Os valores de NMP.g⁻¹ foram calculados utilizando-se a tabela de NMP para três séries de três tubos conforme Swanson et al. (2001).

4.11.3 Enumeração de mesófilos

Em relação à enumeração de mesófilos, a partir de cada diluição selecionada (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) semeou-se 1 mL em placas de Petri estéreis sobre a qual foi adicionado ágar padrão de contagem (PCA-Oxoid). Após a completa homogeneização e solidificação do meio, as placas foram incubadas a 37°C em B.O.D (ELETROLab®, Modelo EL101/3) por 48

h. As placas contendo entre 25 e 250 colônias foram contadas. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de alimento (UFC.g^{-1}) (Morton, 2001) (Figura 23).

Figura 23: Análise de mesófilos.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

4.11.4 Enumeração de bolores e leveduras

Para a enumeração de bolores e leveduras foram utilizadas as diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} , sendo que 0,1 mL de cada diluição foram semeados em placas contendo meio *Potato Dextrose Agar* (PDA-Oxoid), e com auxílio de alça de Drisgalski, homogeneizadas sobre a superfície do meio. As placas foram incubadas em temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) e as colônias enumeradas após 3-5 dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de alimento (UFC.g^{-1}).

A análise estatística foi feita utilizando-se o programa SISVAR versão 5,4 (Build 80) elaborado por Daniel Furtado Ferreira, da Universidade Federal de Lavras. Os dados de mesófilos e bolores e leveduras foram submetidos à Anova pelo teste de Tukey, a 5% de

probabilidade. Como os resultados encontrados estavam dentro do aceitável, não foi realizada uma análise mais completa.

4.11.5 Pesquisa de *Salmonella* sp.

A pesquisa de *Salmonella* sp. é dividida em três fases distintas: pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e semeadura em meio seletivo e diferencial. Na etapa de pré-enriquecimento, 25 gramas de amostra foram diluídas em 225 mL de Caldo Lactosado que posteriormente foram incubadas a 37°C por 24 horas. Posteriormente, seguiu-se para a etapa do enriquecimento seletivo, onde alíquotas de 0,1 mL e 1 mL do Caldo Lactosado as quais foram adicionadas em dois meios seletivos distintos, Rappaport-Vassiliadis e o Caldo Tetracionato, os quais foram incubados a 42°C e 37°C, respectivamente. Em seguida, inóculos desses dois caldos foram semeados em dois diferentes meios seletivo diferencial de ágar Hektoen Enteric (HE- Oxoid) e ágar Xilose-Lisina Desoxicolato (XLD) e incubados a 37°C por 24 horas de forma a obter colônias típicas (Figura 24).

Figura 24: Pesquisa de *Salmonella*.



Fonte: Iasmine Dantas (2014)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

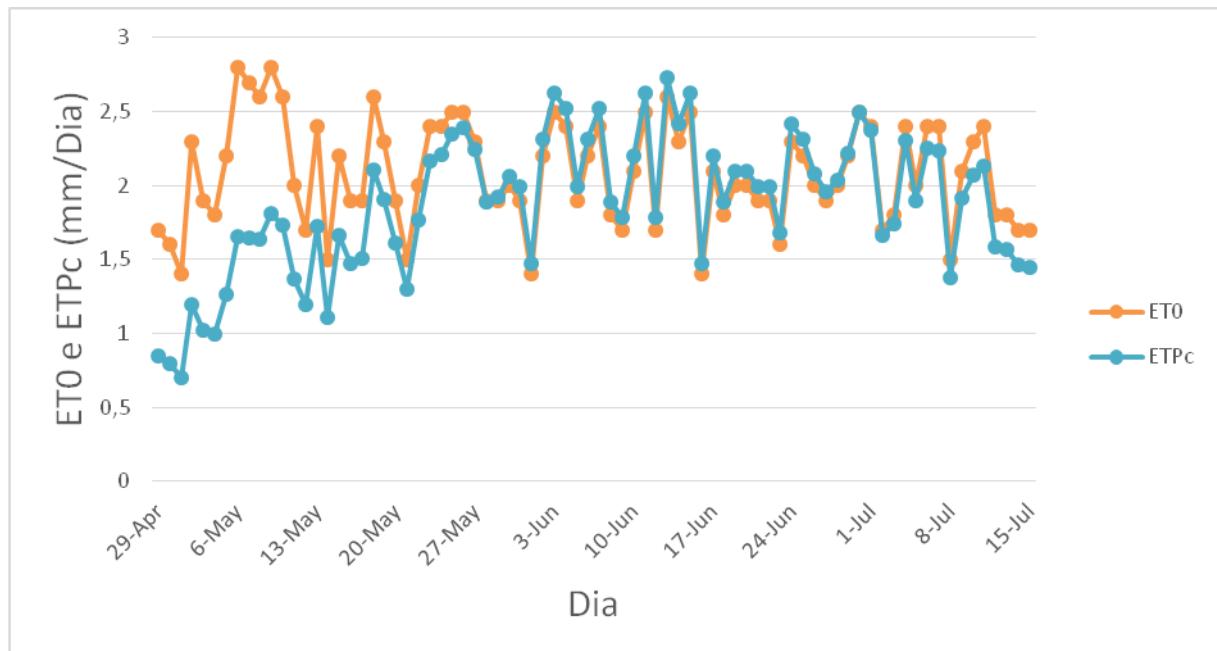
5.1 Irrigação

Para beterraba de mesa, Allen et al. (1998) apresentam valores de kc de 0,50; 1,05 e 0,95, nas fases inicial, média e final, respectivamente. Os valores de kc para a cenoura utilizados no experimento foram 0,7 para a fase inicial, entre 0,7 a 1,05 para a fase do desenvolvimento da cultura, 1,05 na fase de meia estação e 1,05 a 0,95 na fase final

Na estimativa de kc para uma dada localidade, a evapotranspiração de referência (ET0) constitui um importante parâmetro, sendo o método de Penman-Monteith o método padrão da FAO (Allen et al., 1998).

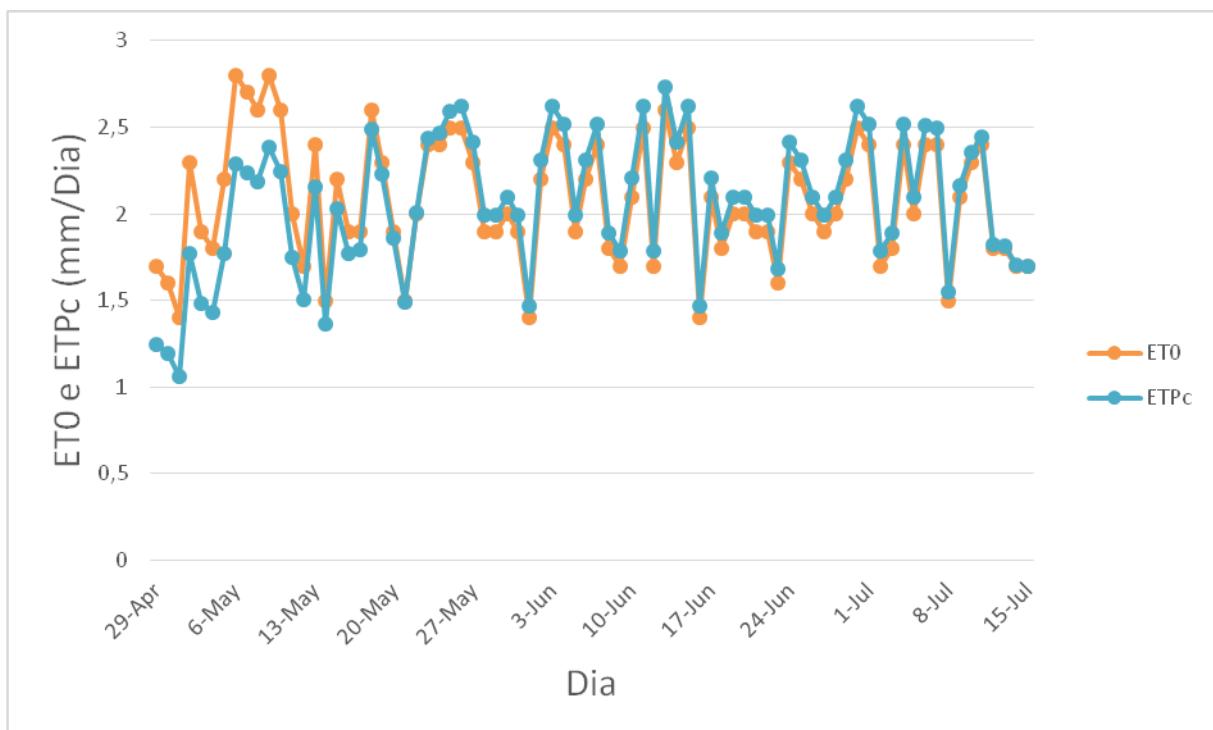
Os valores da evapotranspiração de referência (ET0) e da evapotranspiração potencial da cultura (ETPc) para beterraba e cenoura, respectivamente, estão apresentados nas figuras 22 e 23.

Figura 25: ET0 x ETPc diárias da beterraba.



Fonte: Iasmine Dantas (2015)

Figura 26: ETo x ETPc diárias da cenoura.



Fonte: Iasmine Dantas (2015)

A soma total da evapotranspiração de referência ao longo do ciclo foi de 162,5 mm. Dentro das condições do experimento, para a beterraba o valor máximo de ETPc foi de 2,63 mm ocorrido no dia 11 de junho, na fase de desenvolvimento vegetativo e o mínimo de 0,7 mm no dia 01 de maio. O consumo de água pela cultura da beterraba, representado pela ETPc foi de 160,85 mm em todo o seu ciclo. Conforme Tivelli et al. (2011), a água constitui cerca de 90,9% da parte aérea e 87,3% da raiz da cultura da beterraba, sendo a falta de água responsável pela queda drástica na produção desta hortaliça.

Para a cenoura, o maior valor de ETPc foi 2,73 mm ocorrido no dia 13 de junho de 2014, na fase de desenvolvimento vegetativo e o menor valor de 0,9 mm, no dia 16 de julho na fase de maturação da cenoura. O consumo de água pela cultura, dada pela ETPc, foi de 163,43 mm em todo o seu ciclo. Segundo Marouelli et al (2007), a cultura é altamente sensível ao déficit hídrico e exigindo valores entre 350 a 550 mm por ciclo em cultivo aberto.

Segundo Faccioli (1998), o baixo valor da evapotranspiração potencial de culturas cultivadas em casa de vegetação justifica-se pelo fato da evapotranspiração de referência, em geral, ser menor que a verificada na parte externa, o que é atribuído, basicamente, à parcial

opacidade da cobertura plástica, à radiação solar e à redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera, embora a temperatura do ar e a umidade relativa, em alguns momentos, possam ser, respectivamente, maior e menor no interior da casa de vegetação do que a céu aberto, o que contribuiria para maior evapotranspiração. A diferença entre a evapotranspiração interna e externa varia de acordo com as condições meteorológicas; em geral, a evapotranspiração no interior fica em torno de 60 a 80% da verificada no exterior.

5.2 Análise da água resíduária tratada e da água DESO

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises físico-químicas da água DESO.

Tabela 3: Análises físico-químicas da água DESO.

Data da coleta	DBO (mg.L ⁻¹ O ₂)	pH	Fósforo Total (mg.L ⁻¹ P)
11/03/14	8,0	7,39	< 0,034
30/04/14	0	7,69	< 0,034
21/05/14	--	7,37	--
30/05/14	--	7,48	--
06/06/14	--	7,55	--
13/06/14	0,5	7,43	0,01
27/06/14	--	7,47	--
11/07/14	--	7,38	--

Fonte: ITPS (2014) --: não foi realizada análise.

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises físico-químicas da água resíduária.

Tabela 4: Análises físico-químicas da água resíduária.

Data da coleta	DBO (mg.L ⁻¹ O ₂)	pH	Fósforo Total (mg.L ⁻¹ P)
11/03/14	102	8,66	3,24
30/04/14	44	7,36	2,48
21/05/14	--	7,76	2,58
30/05/14	--	8,25	2,27
06/06/14	--	8,37	2,32
13/06/14	1	7,69	4,6
27/06/14	--	7,69	2,19
11/07/14	--	7,68	1,94

Fonte: ITPS (2014) --: não foi realizada análise.

Segundo Lima¹ et al. (2006), citado por Souza et al. (2015), um dos constituintes poluentes que caracteriza a qualidade da água utilizada na irrigação é a demanda

¹ LIMA, S. M. S.; HENRIQUE, I. N.; CEBALLOS, B. S. O.; SOUSA, J. T.; ARAÚJO, H. W. C. **Qualidade sanitária e produção de alface irrigada com esgoto doméstico tratado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, supl., p. 21-25, 2005.

bioquímica de oxigênio (DBO). A DBO mensura a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em mg.L^{-1} de O_2 , que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Portanto, a DBO é uma variável da qualidade da água que quantifica a poluição orgânica pela depleção do oxigênio, o que poderá conferir condição anaeróbica ao ecossistema aquático.

Observa-se nas Tabelas 3 e 4 que apenas os valores de DBO para a água DESO dos dias 30 de abril e 13 de junho e para água resíduária do dia 13 de junho estão dentro dos padrões aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357/2005 que confere DBO 5 dias a 20 °C até 3 mg.L^{-1} O_2 para classe 1 (um), água utilizada para abastecimento público, podendo assim ser utilizada para irrigação de hortaliças consumidas cruas.

O elevado valor na DBO do dia 11 de março da água DESO, no qual foi o primeiro procedimento de coleta de água a ser realizado, pode ter sido causado pela execução de algum procedimento não adequado no momento da coleta, contudo, foi devidamente analisado e tomadas as ações corretivas necessárias para que todas as coletas posteriores não resultassem a recorrência, tendo em vista que a água DESO é classificada como classe 1 (um) para abastecimento público.

Mendonça² et al. (2005), citado por Souza et al. (2015), pontuaram a ETE Roza Elze, São Cristóvão/Sergipe com média de eficiência de 79% na redução de DBO. Em relação às águas resíduárias tratadas, a Resolução CONAMA nº 430/2011 aponta que a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO 5 dias, 20°C máxima pode ser de 120 $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, contudo, a referida resolução ressalta que o limite estabelecido somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor, no caso do sistema em questão. Assim, a água resíduária do presente trabalho, mostra-se dentro dos padrões em relação aos valores encontrados de DBO.

² MENDONÇA, L. C.; PINTO, A. S.; SAMPAIO, L. F. S.; CARDOSO, L. R. **Caracterização e Avaliação da ETE Rosa Elze para Reuso do Efluente**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9 supl, p.143-145, 2005.

Lacerda et al. (2010), irrigando feijão-caupi com água residiária proveniente de ETE, encontraram valores de DBO de 100,3 mg O₂ L⁻¹, aproximando-se dos valores de 102 mg O₂ L⁻¹ encontrados no presente trabalho.

Os parâmetros para controle da carga orgânica são aplicados de forma muito diferente, entre alguns Estados. No Estado de São Paulo o controle é realizado utilizando-se somente a DBO como parâmetro. É exigida a redução de carga orgânica de 80% ou que a DBO apresente concentração máxima de 60mg O₂/L (GIORDANO, 2011).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para efeito do pH nas águas destinadas à irrigação, é recomendado valores entre 6 a 9. Portanto, pelos dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, a água DESO e a água residiária estão dentro dos padrões aceitáveis para irrigação. As águas residuárias que apresentam uma elevada concentração do íon H+, ou seja, pH baixo, são difíceis de serem tratadas biologicamente. Convém ressaltar que a importância do pH não consiste apenas nas reações biológicas e químicas existentes no tratamento de esgotos, mas quando as águas são utilizadas para irrigação, o fato do pH ser muito ácido ou muito básico pode acarretar em sérios problemas de nutrição e toxicidade para a cultura, bem como o surgimento de incrustações e até corrosões nos sistemas de irrigação (DUARTE, 2006).

A fertirrigação com água residiária prioriza-se o aproveitamento dos nutrientes presentes na água para substituição de parte da adubação química em áreas agrícolas cultivadas, razão suficiente para que esse método seja altamente recomendável para a disposição/tratamento dessas águas. Nutrientes como nitrogênio, potássio e, principalmente fósforo são fundamentais no cultivo em solos pobres, como os que ocorrem em grande parte do território brasileiro (SILVA, 2008).

Os níveis de fósforo total para águas da classe 1 são de até 0,020 mg.L⁻¹ P, 0,030 mg.L⁻¹ P para classe 2 e 0,050 mg.L⁻¹ P para classe 3, com isso a água DESO atende também essa característica avaliada. As amostras de água residiária apresentaram valores acima do aceitável que é até 0,050 mg. L⁻¹ P. As águas residuárias são uma importante fonte de fósforo e, quando utilizadas na irrigação, elevam os níveis desse nutriente no solo.

Contudo, quantidades em excesso do referido nutriente podem acarretar na deficiência induzida de outros nutrientes (FEIGIN et al., 1991).

Duarte et al. (2008), na irrigação com efluente sanitário tratado por diversas tecnologias de tratamento, concluíram que os efluentes utilizados mostraram qualidade física e química adequada para plantas de pimentão.

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises microbiológicas da água DESO.

Tabela 5: Análise microbiológica água DESO.

Data da coleta	Coliformes totais (NMP/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)
11/03/14	Ausência	Ausência
30/04/14	Ausência	Ausência
21/05/14	Ausência	Ausência
30/05/14	Ausência	Ausência
06/06/14	Ausência	Ausência
13/06/14	Ausência	Ausência
27/06/14	Presença	Ausência
11/07/14	Ausência	Ausência

Fonte: ITPS (2015) **Presença:** não foi possível a quantificação.

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises microbiológicas da água residuária.

Tabela 6: Análise microbiológica água residuária.

Data da coleta	Coliformes totais (NMP em 100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (NMP em 100 mL)
11/03/14	Presença	Presença
30/04/14	Presença	Presença
21/05/14	Presença	Presença
30/05/14	$1,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$
06/06/14	$1,7 \times 10^4$	Presença
13/06/14	$1,7 \times 10^5$	Presença
27/06/14	$5,4 \times 10^5$	Presença
11/07/14	$7,0 \times 10^4$	Presença

Fonte: ITPS (2015) **Presença:** não foi possível a quantificação.

Para o uso de água na irrigação a Resolução CONAMA nº 357/2005 determina que a quantidade de coliformes termotolerantes não deva ser excedida um limite de 200 coliformes termotolerantes em 100 mL de 80 % ou mais, de pelo menos seis amostras, coletadas

durante o período de um ano, com frequência bimestral, a norma concede utilizar o *E. coli* em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes (BRASIL, 2005).

A Organização Mundial da Saúde – OMS (WHO, 2006) destaca a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, ocasionando diversas enfermidades, e recomenda que o efluente tratado contenha menos que 10^3 NMP (Número Mais Provável) por 100 mL de coliformes termotolerantes e menos que 1 ovo de nematoide por litro para que esse efluente possa ser utilizado na irrigação irrestrita.

No dia 27/06 o resultado acusou a presença de coliformes totais na água DESO, porém não ocorreu a contagem dos coliformes totais, pois como a água DESO é considerada pelo ITPS como água potável o procedimento padrão apenas indica presença e ou ausência. Desconsiderando o dia 27/06, os resultados indicam o uso da água DESO na irrigação e impossibilitando do uso da água resíduária por ultrapassar os valores aceitáveis. Quanto a *Escherichia coli* observou-se ausência nas amostras da água DESO e presença nas amostras de água resíduária tratada.

Por outro lado, Feitosa et al. (2009), irrigando melancia com efluente tratado através de ETE, encontraram valores que atendem as recomendações da OMS, ou seja, coliformes termotolerantes abaixo de 1000 NMP/100mL e ovos de helmintos abaixo de 1 ovo/L.

Em relação aos parasitas, embora não se tenha realizado análise, Mendonça et al. (2005) apontam em seus estudos que na estação de tratamento de esgoto em questão apresenta um elevado tempo de detenção do sistema, cerca de 141 dias, na qual resulta a constatação da inexistência de parasitas nas águas resíduárias tratadas, evidenciando a elevada capacidade de remoção pelo sistema estudado, pelo fato de que esses parasitas se depositam no fundo do sistema de lagoas de estabilização ao longo do processo.

Souza et al. (2015) constataram que o efluente proveniente da Estação de Tratamento Rosa Elze, a mesma utilizada no presente trabalho, não deve ser utilizado como água de irrigação conforme os parâmetros das Resoluções CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e complementar, nº 430, de 13 de maio de 2011.

5.3 Qualidade microbiológica da cenoura e da beterraba

Os resultados microbiológicos obtidos foram comparados com a legislação voltada à alimentação humana (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA). Pode-se observar que, todos os tratamentos utilizados encontraram-se dentro dos padrões ANVISA.

A Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 (ANVISA, 2001) para hortaliças frescas, "in natura", inteiras, selecionadas ou não, com exceção de cogumelos preconiza a ausência de *Salmonella* em 25 gramas e a população máxima de 10^3 NMP g⁻¹ de coliformes termotolerantes.

Conforme explicitado anteriormente e apresentado na Tabela 7, não foi observada a presença de coliformes termotolerantes em nenhuma das hortaliças analisadas (população < 3,0 NMP.g⁻¹). Assim como a população de coliformes termotolerantes, não foi encontrado *Salmonella* sp. em nenhuma amostra analisada na presente pesquisa.

Tabela 7: Coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp.

Tratamento	Coliformes termotolerantes (NMP g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp.
Beterraba 100% água DESO	<3	Ausência
Beterraba 75% água DESO+25% água resíduária	<3	Ausência
Beterraba 25% água DESO+75% água resíduária	<3	Ausência
Beterraba 100% água resíduária	<3	Ausência
Cenoura 100% água DESO	<3	Ausência
Cenoura 75% água DESO+25% água resíduária	<3	Ausência
Cenoura 25% água DESO+75% água resíduária	<3	Ausência
Cenoura 100% água resíduária	<3	Ausência

Fonte: Iasmine Dantas (2014)

Segundo Arman et al. (1994), plantas de alface, salsa, repolho, cebola, cenoura e erva-doce apresentaram altos índices de contaminação por microrganismos indicadores, após terem sido irrigadas com diferentes tipos de efluentes de 14 esgotos, através do sistema de irrigação por aspersão. A contagem destes microrganismos variou conforme a contaminação da água utilizada, porém esteve presente em todas as amostras avaliadas.

Na cidade de Marrakesh, em Marrocos, a freqüente utilização de águas residuárias brutas na agricultura, sem tratamento prévio, tem levado à contaminação de lavouras de alfage e salsa irrigadas por este sistema, detectando-se a presença de *Salmonella* sp (MELLOUL et al., 2001).

Porém, pesquisas desenvolvidas por Rego et al. (2005), com a irrigação da melancia com efluente tratado, mostraram, em todos os frutos testados, a ausência de salmonelas e baixos valores de coliformes fecais, independente dos sistemas de irrigação utilizado, atendendo, assim, os limites fixados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Logo, não foi verificado comprometimento da qualidade microbiológica dos produtos analisados, classificando-os aptos ao consumo humano.

Assim como na presente pesquisa Feitosa et al. (2009) reportaram população de coliformes termotolerantes <3 NMP. g⁻¹ e ausência de *Salmonella* sp. em 25 gramas em melancias irrigadas com efluente proveniente de ETE tratado através de lagoas de estabilização.

Os resultados obtidos no presente estudo relacionados ao acima abordado, também corroboram com as observações realizadas por Dantas et al. (2014) que irrigaram rabanete com água residuária da mesma ETE e observaram ausência de coliformes e *Salmonella* sp.

As Tabelas 8 e 9 apresentam os resultados das análises de mesófilos e bolores e leveduras da beterraba e cenoura, onde as letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como todos os resultados obtidos estão abaixo de 10^9 , que é normalmente encontrado nos trabalhos científicos, não foi realizada uma análise estatística mais detalhada.

Tabela 8: Enumeração da população de mesófilos e bolores e leveduras da beterraba.

Tratamento	Mesófilos (UFC. g ⁻¹)	Bolores e Leveduras (UFC. g ⁻¹)
Beterraba 100% água DESO	$1,3 \times 10^6$ a1	$4,5 \times 10^6$ a1
Beterraba 75% água DESO+25% água residuária	$3,5 \times 10^5$ a1	$1,5 \times 10^6$ a1
Beterraba 25% água DESO+75% água residuária	$1,7 \times 10^6$ a1	$6,5 \times 10^5$ a1
Beterraba 100% água residuária	$1,8 \times 10^6$ a1	$3,5 \times 10^6$ a1

Fonte: Iasmine Dantas (2014). Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 9: Enumeração da população de mesófilos e bolores e leveduras da cenoura.

Tratamento	Mesófilos (UFC. g ⁻¹)	Bolores e Leveduras (UFC. g ⁻¹)
Cenoura 100% água DESO	4,2x 10 ⁴ a1	2,2x 10 ⁵ a1
Cenoura 75% água DESO+25% água residuária	1,3x 10 ⁴ a1	2,5x 10 ⁴ a1
Cenoura 25% água DESO+75% água residuária	2,7x 10 ⁴ a1	8,2x 10 ⁴ a1
Cenoura 100% água residuária	3,5x 10 ⁴ a1	1,4x 10 ⁴ a1

Fonte: Iasmine Dantas (2014). Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Dantas et al. (2014) encontraram população de mesófilos de 1×10^6 em rabanetes irrigados com água residuária da mesma ETE da presente pesquisa.

Portanto embora a água residuária estivesse fora dos padrões estabelecidos pela Legislação CONAMA número 357 de 2005 e pela OMS de 2006, observa-se que microbiologicamente, os vegetais encontram-se adequados para o consumo. Vale ressaltar que recomenda-se a higienização com cloro de qualquer hortaliça antes do consumo, possibilitando uma redução ainda maior da carga microbiana, embora não tenha sido detectado nenhum dos microrganismos analisados.

Em uma pesquisa realizada com girassol, Carvalho (2013) afirma que as águas residuárias tratadas puderam ser empregadas na irrigação dessa cultura. Salientando o fato de que, deve-se promover sempre um tratamento eficiente do efluente a ser utilizado, além da escolha e manejo adequados do sistema de irrigação, restrição do tipo de cultura a ser irrigada e cuidados na colheita, transporte e manuseio.

Deve-se atentar ao fato de que o conhecimento acumulado sobre a utilização agrícola de efluentes de ETEs no Brasil ainda dá pequenos passos, o que torna fundamental a necessidade de pesquisas e ações na direção de reuso controlado, incluindo sua regulamentação, pois a não adoção desses critérios pode acarretar no uso indiscriminado de águas residuárias tratadas para irrigação de diversas culturas, sendo, portanto, um grande vetor de disseminação de poluição ambiental e de doenças de veiculação hídrica.

Faz-se necessário ações conjuntas dos governos Federal, Estaduais e Municipais com o objetivo do desenvolvimento de programas e políticas que incentivem o uso de águas resíduárias como maneira de economia de água de primeira qualidade.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente trabalho foi possível concluir que:

- A beterraba e a cenoura sob as condições estudadas podem ser utilizadas para a alimentação, visto que os resultados se encontraram dentro dos padrões sanitários aceitáveis para a alimentação humana.
- Assim pode ser utilizado para irrigação o tratamento composto de 100% água resíduária visto que, não foram encontrados coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. e a população de mesófilos e bolores e leveduras não variou significativamente entre os tratamentos estudados.
- A água resíduária utilizada nessa pesquisa encontra-se fora dos padrões preconizados pelo CONAMA e OMS para água de irrigação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, W. M.; ABRAHÃO, P. R. S.; MONTEIRO, C. L. B.; PONTAROLO, R. **Occurrence of *Listeria monocytogenes* in cheese and ice cream produced in the state of Paraná, Brazil.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 44, n. 2, p. 289- 296, 2008.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. M. *Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements.* In: FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998.
- ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- ANA. Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.** Brasília: ANA, 2013.432 p.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Atlas Brasil. **Abastecimento urbano de água, panorama nacional.** Volume 1. Brasília, 2010.
- APHA. American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 22^a EDIÇÃO. Washington, 2012.
- ARMAN, R. et al. **Residual contamination of crops irrigated with effluent of different qualities: a field study.** Water Science and Technology, v.30, n.9, p.239-248, 1994.
- ASANO, T. et al. *Water reuse, issues, technologies, and applications.* New York: Metcalf & Eddy/AECOM, eds., McGraw Hill, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bactérias, coliforms totais, coliforms fecais e *Escherichia coli* em alimentos:** determinação do número mais provável (NMP): MB-3463. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 7p.

BASTOS, R. K. X. et al. **Avaliação da contaminação de hortaliças irrigadas com esgotos sanitários.** Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. México. 2002.

BERNARDI, Cristina Costa. **Reuso de água para irrigação.** Brasília: ISAEFGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico)

BEUCHAT, L.R. **Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables.** Microbes and infection, v.4, p.413-423, 2002.

BRACKETT, R.E. **Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce.** Postharvest Biology and Technology, v.15, p.305-311, 1999.

BRASIL. CONAMA. Resolução número 20, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 18 de junho de 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água.** Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente.. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras. Brasília/DF: MMA, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011:** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera... Brasília/DF: MMA, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS. **Manual integrado de prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos.** 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS) Agência Nacional da Saúde (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil Brasília, DF, 10 fev. 2001. Seção 1. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em: 22 de abril de 2015.

CAMPOS, J. et al. **Alimentação e Nutrição.** Araraquara, v.14, n.1, p. 63-67, 2003.

CARVALHO, R. S.; SANTOS FILHO, J. S.; SANTANA, L. O. G. ; GOMES, D. A.; MENDONÇA, L. C.; FACCIOLE, G. G. **Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 157-167, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1116>

CARVALHO, R. S.; **Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2013.

CHRISTOFIDIS, D. **Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável.** Revista Ciências Exatas, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 37-46, 2006.

D'AGUILA, P.S. et al. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público no município de Nova Iguaçu.** Cad. Saúde Pública [online]. 2000, vol.16, n.3, pp. 791-798. ISSN 0102-311X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2000000300027>.

DALTRO FILHO, J. **Saneamento ambiental: doença, saúde e o saneamento da água.** São Cristóvão: UFS, 2004. 332 p.

DANTAS, I.L.A. et al. **Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.).** Revista Ambiente e Água vol. 9 n. 1 Taubaté - Jan. / Mar. 2014

DOORENBOS, J., PRUITT, J.O. **Guidelines for predicting crop water requirements.** Rome: FAO, 1977. 179p. (FAO Irrigation and Drainage, 24)

DUARTE, A. S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T. M. **Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 3,p. 302-310, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000300012>

DUARTE, A. **Reuso de água resíduária tratada na irrigação da cultura do pimentão.** Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2011, 10 de janeiro. Hortaliças em números. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/>

FACCIOLI, G. G. **Determinação da evapotranspiração de referência e da cultura da alface em condições de casa de vegetação, em Viçosa, MG.** Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FACCIOLI, G. G. **Modelagem da uniformidade e da lâmina de irrigação na produtividade do feijoeiro.** Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2002.

FAO. Agricultural production, primary crops. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 55 julho. 2014.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent.** Advanced Series in Agricultural Science. Berlin: Spring-Verlang. 1991.

FEITOSA, T. et al. **Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado.** Revista Tecnologia. Fortaleza, v.30, n.1, p. 60 53-60, jun. 2009.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 2012. 421 p.

FOLEGATTI, M.V.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; COELHO, R.D.; FRIZZONE, J.A. Gestão dos recursos hídricos e agricultura irrigada no Brasil. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011, p.14-23. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-807.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2013.

FONTES, P.C.R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa: UFV. 2005. 486 p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

GIORDANO, G. **Apostila de tratamento e controle de efluentes industriais.** Rio de Janeiro, 2011. Acessado em 22/004/2015.

HESPAÑOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, Porto Alegre,ed. comemorativa, v. 7, n. 4, p. 75-97, dez. 2002.

HESPAÑOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos.** In: MANCUSO, P. C. S. & SANTOS, H. F. (editores). Reuso de água. Barueri-SP: Manole, p.37-95, 2003.

IBGE. Censo 2000. Informações populacionais.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganismos de los alimentos: técnicas de análisis microbiológico.** Zaragoza: Acribia, 1984. 431 p.

INTERNATIONAL COMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. **Microorganisms in Food, 2. Sampling for microbiological analysis: principles and especific applications.** 2nd ed. University of Toronto Press, 1986,Toronto.

KING, A.D.; MAGNUSON, J.A.; TOROK, T.; COODMAN, N. **Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce.** Journal of Food Science, v.56, p.459-461, 1991.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. **Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as quality and safety indicators.** In: DOWNES, F.P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. Cap.8, p.69-82.

LACERDA REBOUÇAS, JONATAS RAFAEL, DA SILVA DIAS, NILDO, DA SILVA GONZAGA, MARIA ISIDÓRIA, RAJ GHEYI, HANS, NOGUEIRA DE SOUSA NETO, OSVALDO. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado.** Revista Caatinga [online] 2010, acessada em 20 de maio de 2015.

LUZ, J. M. Q.; SILVA JÚNIOR, J. A.; TEIXEIRA, M. S. S. C.; SILVA, M. A. D.; SEVERINO, G. M.; MELO, B. **Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG.** Horticultura Brasileira, v. 27, n. 1, 2009.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura da cenoura.** Embrapa Hortaliças, Brasília. 14p. (Circular Técnica, 48), 2007.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. **Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo do estado nutricional do cafeeiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 2, p. 109–115, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200001>

MELLOUL, A.; HASSANI, L.; RAFOUK, L. **Salmonella contamination of vegetables irrigated with untreated wastewater.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v.17, n.2, p. 207-209, 2001.

MERTEN, G.H; MINELLA, J.P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

METCALF & EDDY, Inc. *Wastewater engineering – Treatment and reuse.* 4.ed. New York: McGraw Hill, 2003.

MORTON, D.R. **Aerobic plate count.** In: DOWNES, F.P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. Cap.37, p.63-67.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. **The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables.** Critical Reviews in Food Science and nutrition, v.34, p.371-401, 1994.

PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo (escoamento à superfície).** São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP, 1997.

PELCZAR JR, M.J; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações.** 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1997. V.2. cap.30, p.372-397: Microbiologia de alimentos.

PEREIRA, J. A. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental.** Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

PHILIPPI & BORANGA, **Reuso de Água,** Universidade de São Paulo. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 10, 2003.

_____. Resolução Nº54 de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, 09/03/2006. Disponível em: <http://www.cnrhsrh.gov.br/>. Acesso em: 16 de junho de 2012.

REBOUÇAS, A. **Bahia análises e dados.** Salvador, v.13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

REBOUÇAS, J. R. I. et al. **Crescimento do feijão-caipi irrigado com água resíduária de esgoto doméstico tratado.** Revista Caatinga [online] 2010. Acessado :21/abril/2015. Disponível em <http://www.redalyc.org/articulo.oa?Id=237117582015>> ISSN 0100-316X

REGO, J. L. et al. **Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, Suplemento, p. 155-159, 2005.

RIBEIRO, M. S.; LIMA, L. A.; FARIA, F. H. DE. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, L. do A. **Efeitos de águas resíduárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano.** Revista Engenharia Agrícola, v. 29, p. 569-577, 2009.

ROSA, D. R. Q.; **Resposta da cultura da cenoura à irrigação conduzida com diferentes métodos de manejo.** Universidade Federal de Viçosa, julho de 2012.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. **Desenvolvimento da alface elisa em diferentes sistemas de irrigação com água resíduária.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, p. 17-29, 2007.

SILVA, G. B. **Efeito da aplicação de água resíduária de café sobre as propriedades químicas do solo e do efluente.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2008.

SILVA, N.; et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** 4^a edição. São Paulo. Editora Varela, 2010.

SILVA, M. B. R.; FERNADES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIEGAS, R. A. **Crescimento produção do pinhão manso irrigado com água resíduária sob condições de estresse hídrico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p. 621-629. 2011.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos.** Brasília: EMBRAPA, SPI: Rio de Janeiro: EMBRAPA, CTAA, 1995. 159p.

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

SOUZA, A. M. D. S. et al. **Qualidade da água DESO e água resíduária proveniente do sistema de lagoas de estabilização.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.9, nº.1, p. 24 - 31, 2015

SWANSON, K. M. J.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. H. **Culture methods for enumeration of microorganisms.** In: DOWNES, F.P.; ITO, K., (Ed.). **Compendium** of methods for the microbiological examination of foods. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. Chap.6, p.53-62.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba do plantio à comercialização.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2011. 51p. Boletim técnico IAC, 210

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, M.T.; **Água e economia, Recursos Hídricos no século XXI.** ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, Cap 9, p.209-220.

WANDERLEY, T. F. **Avaliação dos Efeitos do Reuso de Águas de Esgotos sobre a Produtividade e a Qualidade Microbiológica de Cultivares de Batata-doce visando à Produção de Biomassa.** Universidade Federal do Tocantins. 2005.

WHO, *Wastewater Use in Agriculture, in: Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*, vol.2, World Health Organization. Genebra. Suíça: 2006.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY-USGS. **The water cycle.** Disponível em: <<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. **Efeito da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.7, p.72-79, 2003.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A.; YAMAMOTTO, L.K.; JACOMINO, A.P. **Comportamento de beterrabas minimamente processadas em diferentes espessuras de corte.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623-626, outubro-dezembro 2003.

XAVIER, J. F. et al. **Cultivo da mamoneira sob diferentes tipos de águas resíduárias e de abastecimento e níveis de água no solo.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 11–21, jul. set., 2014

YAMAGUCHI, M. U; ZANQUETA, E. B.; MOARAIS, J. F.; FRAUSTO, H. S. E. G.; SILVERIO< K. I.; **Qualidade microbiológica de alimentos e de ambientes de trabalho: pesquisa de *Salmonella* e *Listeria*.** Revista em agronegócios e meio ambiente, v.6, n.3, p. 417-434, set/dez, 2013.

8. ANEXOS

Arquivo analisado:

C:\Users\JoãoPaulo\Desktop\Iasmine\Mestrado\Análises estatística\Bolores e leveduras beterraba.DB

Variável analisada: res

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bolores bet	3	2.835228867E+0013	9.45076289E+0012	0.455	0.7212
erro	8	1.662829933E+0014	2.07853742E+0013		
Total corrigido	11	1.946352820E+0014			
CV (%) =	178.30				
Média geral:	2557000.000000	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV Bolores bet

DMS: 11928717,5092124 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 2632196,43179523

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
b3	656666.666667	a1
b2	1537000.000000	a1
b4	3500000.000000	a1
b1	4534333.333333	a1

Arquivo analisado:

C:\Users\JoãoPaulo\Desktop\Iasmine\Mestrado\Análises estatística\bolores e levedura cenoura.DB

Variável analisada: res

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
bolores cenoura	3	8.046780250E+0010	2.68226008E+0010	1.206	0.3680
erro	8	1.778638067E+0011	2.22329758E+0010		
Total corrigido	11	2.583316092E+0011			
CV (%) =		174.72			
Média geral:	85341.6666667		Número de observações:	12	

Teste Tukey para a FV bolores cenoura

DMS: 390133,845438164 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 86087,1183420867

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
c4	14366.666667	a1
c2	25000.000000	a1
c3	82000.000000	a1
c1	220000.000000	a1

Arquivo analisado:

C:\Users\Iasmine Dantas\OneDrive\Documentos\Mesofilos.DB

Variável analisada: Res

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Mesófilo	3	4.225010667E+0012	1.40833689E+0012	0.875	0.4931
erro	8	1.287039733E+0013	1.60879967E+0012		
Total corrigido	11	1.709540800E+0013			
CV (%) =	96.68				
Média geral:	1312000.0000000	Número de observações:		12	

Teste Tukey para a FV Mesófilo

DMS: 3318683,33357846 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 732302,229653546

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
B2	351333.333333	a1
B1	1300000.000000	a1
B3	1720000.000000	a1
B4	1876666.666667	a1

Arquivo analisado:

C:\Users\JoãoPaulo\Desktop\Iasmine\Análises microbiológicas\mesofilo cenoura.DB

Variável analisada: res

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
mesofilo	3	1.401842500E+0009	467280833.333333	0.296	0.8272
erro	8	1.261726000E+0010	1.57715750E+0009		
Total corrigido	11	1.401910250E+0010			
CV (%) =	134.05				
Média geral:	29625.0000000	Número de observações:	12		

Teste Tukey para a FV mesofilo

DMS: 103908,808114079 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 22928,5666073278

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
c2	13233.333333	a1
c3	27333.333333	a1
c4	35900.000000	a1
c1	42033.333333	a1