



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE**



**INFLUÊNCIA DO REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA QUALIDADE  
MICROBIOLÓGICA DO GIRASSOL DESTINADO À ALIMENTAÇÃO  
ANIMAL**

Autora: Roseanne Santos de Carvalho

Orientador: Gregório Guirado Faccioli

**Março/2013**  
**São Cristóvão – Sergipe**  
**Brasil**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE**



**INFLUÊNCIA DO REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA QUALIDADE  
MICROBIOLÓGICA DO GIRASSOL DESTINADO À ALIMENTAÇÃO  
ANIMAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Autora: Roseanne Santos de Carvalho

Orientador: Gregório Guirado Faccioli

**Março/2013**  
**São Cristóvão – Sergipe**  
**Brasil**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

C331i Carvalho, Roseanne Santos de  
Influência do reuso de águas residuárias na qualidade  
microbiológica do girassol destinada à alimentação animal /  
Roseanne Santos de Carvalho ; orientador Gregório Guirado  
Faccioli. – São Cristóvão, 2013.  
84 f. : il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) –  
Universidade Federal de Sergipe, 2013.

O

1. Águas residuárias. 2. Microbiologia - Qualidade. 3.  
Girassol - Cultura. I. Faccioli, Gregório Guirado, orient. II. Título.

CDU: 628.381:582.998.16



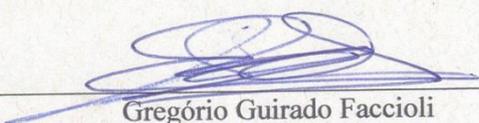
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE

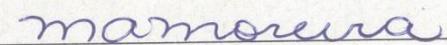


**INFLUÊNCIA DO REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA QUALIDADE  
MICROBIOLÓGICA DO GIRASSOL DESTINADO À ALIMENTAÇÃO  
ANIMAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

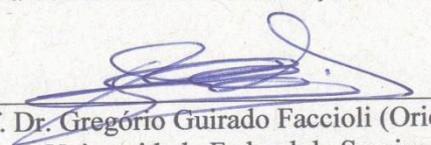
Banca Examinadora: Defendida e aprovada em 25 / 03 / 2013

  
\_\_\_\_\_  
Gregório Guirado Faccioli  
Universidade Federal de Sergipe

  
\_\_\_\_\_  
Maria Aparecida Moreira  
Universidade Federal de Sergipe

  
\_\_\_\_\_  
Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas  
Universidade Federal de Sergipe

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli (Orientador)  
Universidade Federal de Sergipe

É concedida ao Núcleo responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe permissão para disponibilizar, reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

---

Roseanne Santos de Carvalho (Autora)  
Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli (Orientador)  
Universidade Federal de Sergipe

## DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Rômulo , meus filhos Eduardo e Vanessa,  
minha mãe Ivanilde e  
demais familiares.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para o sucesso do meu trabalho.

Ao meu esposo Rômulo, pela ajuda imprescindível nas horas difíceis desta jornada e compreensão na maioria das vezes. Sem ele, eu poderia ter desistido no caminho.

À minha mãe Ivanilde Carvalho pelos incentivos, pela pessoa que ela é, e pela ajuda fundamental em todos os momentos com meus filhos.

Aos meus filhos Eduardo e Vanessa, no futuro sei que entenderão que foi válido essa minha “ausência” nas atividades escolares neste último ano.

Ao meu pai Cosme Tavares e minha irmã Julianne pelos incentivos.

Ao meu orientador Gregório Guirado Faccioli, por todo o seu empenho, inteligência e objetividade na realização desse trabalho.

À professora Maria Aparecida pela disponibilidade da casa de vegetação e auxílio no experimento.

Aos professores, Laerte e Pedro pelas preciosas informações durante o experimento.

À professora Tatiana Pacheco por sempre estar disposta a ensinar e esclarecer minhas dúvidas relativas à microbiologia.

À professora Luciana Coelho Mendonça pelo seu empenho em contribuir com meu trabalho.

Ao professor Antenor por suas considerações tão pertinentes quanto ao enriquecimento do meu trabalho.

Aos professores do PRODEMA que me acrescentaram conhecimento e sabedoria, através de suas largas experiências, destacando prof. Tadeu e prof. Inajá.

Ao colega Ricardo Monteiro pelas palavras otimistas nas fases da seleção e ao longo de todas as disciplinas.

Às amigas Andréa Sarmiento, Daniele e Ana Maria pela força disponibilizada nos momentos mais difíceis das disciplinas. Meninas, o barquinho não afundou!

Aos colegas Danielle, Larissa, Rafael e Tião pela dedicação na condução do experimento, sabendo multiplicar as alegrias e dividir as tristezas juntos em cada momento, em especial às meninas pelas quais construí uma sólida amizade.

À EMBRAPA por todas suas contribuições, em especial a Dra. Ana Gama.

Ao CNPQ pela concessão de recursos financeiros, fundamentais para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Acima de tudo a Deus.

**“A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original”.**

**Albert Einstein**

## RESUMO

A utilização de águas residuárias tratadas para fins agrícolas pode se tornar uma alternativa para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, da biota natural dos sistemas bem como alívio de demanda e preservação da oferta de água para uso mais restritivos. Aliada aos benefícios citados, o reuso agrícola afeta positivamente na produtividade e na economia significativa de fertilizantes químicos, contudo, mesmo existindo diversas vantagens inerentes ao uso de água de reuso na agricultura deve-se elencar o fato da presença dos patógenos e de contaminantes orgânicos. Portanto, a presente dissertação teve como objetivo avaliar os efeitos do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão no período de julho a setembro de 2012. As águas residuárias tratadas foram coletadas na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Rosa Elze, localizada no Município de São Cristóvão/SE. As irrigações foram realizadas utilizando-se os seguintes tratamentos: T1 (100% de água potável da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO); T2 (100 % de água residuária tratada); T3 (50% de água DESO + 50% de água residuária tratada); T4 (25% de água DESO + 75% de água residuária tratada) e T5 (75% de água DESO + 25% de água residuária tratada). A lâmina de irrigação foi obtida utilizando-se o método do FAO 56. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 4 repetições por parcela útil. Os dados obtidos foram submetidos à análise de acordo com os parâmetros recomendados pela Resolução n°. 12 de 02/01/2001 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Foram avaliados os parâmetros relativos ao clima, irrigação e água, porém o objeto principal do estudo remete à qualidade microbiológica da parte aérea das plântulas, foi realizada a enumeração de coliformes termotolerantes, *E. coli*, bolores e leveduras e a pesquisa de *Salmonella*. Os resultados obtidos nas análises de qualidade microbiológicas demonstram que a parte aérea do girassol encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, contudo se faz necessário estudos mais aprofundados à temática, sobretudo no tocante ao solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas residuárias, Qualidade microbiológica, Cultura do girassol.

## ABSTRACT

The use of treated wastewater for agricultural purposes can become an alternative to maintaining the quality of water bodies, the biota of natural systems as well as relieving demand and preserve the supply of water to use more restrictive. Coupled with the benefits mentioned, reuse positively affects agricultural productivity and significant savings in chemical fertilizers, however, even though there are several advantages inherent in the use of recycled water in agriculture should be to list the fact of the presence of pathogens and organic contaminants. Therefore, this thesis aimed to evaluate the effects of wastewater reuse in the microbiological quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). The experiment was conducted in the greenhouse of the Department of Agricultural Engineering (DEA), located at the Federal University of Sergipe, São Cristóvão in the period July to September 2012. The treated wastewater were collected in Sewage Treatment Plant (WWTP) Rosa Elze, located in the municipality of São Cristóvão/SE. Irrigation was performed using the following treatments: T1 (100% drinking water Sanitation Company of Sergipe - DESO), T2 (100% of treated wastewater), T3 (50% water DESO + 50% water treated wastewater), T4 (DESO 25% water + 75% of treated wastewater) and T5 (DESO 75% water + 25% of treated wastewater). The irrigation was obtained using the method of FAO 56. We used a completely randomized design (CRD) with five treatments and four replications per plot useful. The data were analyzed according to the parameters recommended by Resolution n°. 12 02/01/2001 National Agency of Sanitary Surveillance - ANVISA. We evaluated the parameters of climate, irrigation and water, but the object of the study refers to the microbiological quality of the tops, was carried out the enumeration of coliforms, *E. coli*, yeasts and *Salmonella*. The results of the analysis show that the microbiological quality shoots of sunflower is within the standards established by law, however it is necessary to further study the issue, especially in relation to the ground.

**KEYWORDS:** Wastewater, Microbiological quality, Sunflower cultivation.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	03
2.1 SUSTENTABILIDADE E RECURSOS HÍDRICOS.....	03
2.2 REUSO DE ÁGUA .....	07
2.2.1 Contextualização.....	07
2.2.2 Aspectos do reuso.....	10
2.2.3 Legislação.....	15
2.3 IRRIGAÇÃO.....	17
2.4 CULTURA DO GIRASSOL.....	21
2.5 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS.....	24
2.5.1 Contextualização.....	24
2.5.2 Análises microbiológicas.....	27
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	31
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	31
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DAS ÁGUAS PARA A IRRIGAÇÃO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO.....	34
3.3 COLETA, PREPARO DO SOLO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	36
3.4 PRESENCAS DE PRAGAS E DOENÇAS.....	42
3.5 ANÁLISE DA ÁGUA RESIDUÁRIA BRUTA, TRATADA E ÁGUA POTÁVEL.....	43
3.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA CULTURA.....	44
3.6.1 Preparação das amostras.....	44
3.6.2 Contagem de Bolores e Leveduras.....	45
3.6.3 Contagem de Coliformes Termotolerantes e Escherichia coli.....	45
3.6.4 Método AOAC (Assosiation of Official Analytical Chemists) .....	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1 CLIMA.....	47
4.2 IRRIGAÇÃO.....	51
4.3. QUALIDADE QUÍMICA DO EFLUENTE TRATADO E ÁGUA POTÁVEL.....	52

4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA SECA DO GIRASSOL.....	59
5. CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXOS.....	68

## LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
Figura 3.1	Vista frontal da Casa de vegetação utilizada no experimento (UFS/DEA)	31
Figura 3.2	Esgoto “in natura”	33
Figuras 3.3 e 3.4	Ponto de coleta	34
Figuras 3.5 e 3.6	Display e Estação meteorológica automática	36
Figuras 3.7 e 3.8	Solo dispostos nos vasos plásticos e Cobertura dos vasos a serem transportados	37
Figura 3.9	Correção do solo com Boro e Zinco	38
Figura 3.10	Sementes dispostas no solo	39
Figura 3.11	Início da germinação das sementes	39
Figura 3.12	Adubação de cobertura	40
Figuras 3.13 e 3.14	Início do botão floral e Floração	41
Figuras 3.15 e 3.16	Desbaste de planta para análise Microbiológica e Preparação plantas para estufa	41
Figura 3.17	Processo de moagem da planta	41
Figuras 3.18 e 3.19	Fungo Oídio	42
Figura 3.20	Pulverização	42
Figuras 3.21 e 3.22	Ovos e larvas da mosca minadora e Lagarta e os danos	43
Figura 4.1	Médias mensais de temperaturas no interior da casa de vegetação	48
Figura 4.2	Radiação Solar diária no interior da casa de vegetação	49
Figura 4.3	Umidade relativa do ar diária no interior da casa de vegetação	50
Figura 4.4	Evapotranspiração de referência ( $E_{t_0}$ ) e Evapotranspiração da cultura ( $E_{t_{pc}}$ ) diários do girassol	52

**LISTA DE TABELAS**

Número	Título	Página
Tabela 3.1	Características das lagoas da ETE Rosa Elze	32
Tabela 3.2	Proporções utilizadas nos tratamentos para irrigação do Girassol	35
Tabela 4.1	Médias mensais de temperaturas, umidade relativa do ar e radiação dentro da casa de vegetação	47
Tabela 4.2	Resultados das análises de água tratada	54
Tabela 4.3	Resultados das análises de água residuária tratada (AR)	54
Tabela 4.4	Resultados microbiológicos da parte aérea do Girassol moído	57

## 1. INTRODUÇÃO

Ao decorrer dos últimos 50 anos, com a expansão da população urbana e o crescimento do desenvolvimento industrial e tecnológico, as poucas fontes disponíveis de água doce do mundo estão sendo comprometidas ou correndo sério risco. Conforme Rijsberman (2006), no século XX, a população mundial triplicou ao passo que o consumo de água aumentou em seis vezes. A conclusão de diversos estudos aponta que dois terços da população mundial serão afetados pela escassez de água nas próximas décadas. A questão sobre a água foi a mais relevante dentre todas as propostas levadas à discussão nos Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável na Conferência Rio +20 (ONU, 2012).

Segundo o PNUMA (2004), associa-se a este fator que a escassez de água é acompanhada por uma deterioração de sua condição de qualidade devido à poluição e à degradação ambiental. O aumento no consumo de águas de abastecimento permitiu um grande acréscimo no volume de águas residuárias geradas, em decorrência, a adição de poluentes em águas naturais, torna-se necessário então formar uma conscientização da necessidade de disposição de efluentes de maneira segura e que traga benefícios a todo o planeta. Portanto a tratamento de efluentes é uma necessidade para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, da biota natural dos sistemas, bem como para a conservação dos recursos naturais.

Segundo estimativas, no Brasil 72% da água utilizada é destinada ao suprimento da demanda hídrica da irrigação agrícola, cujos percentuais restantes cabem principalmente ao consumo urbano e industrial. Portanto, o desenvolvimento sustentável é um dos desafios mais importantes para a agricultura nos dias atuais, primeiramente pelo próprio termo desenvolvimento ser comumente confundido com o crescimento econômico: este possuidor de uma vertente focada no aumento do consumo dos produtos, já o termo desenvolvimento sustentável possui um viés voltado para a preservação dos recursos hídricos, do meio ambiente, a prática da reciclagem e o aumento da reutilização.

Segundo Hespanhol (2003), o reuso planejado de águas é uma alternativa potencial de racionalização desse bem natural. O autor destaca a importância de institucionalizar, regulamentar e promover o reuso de água no Brasil, fazendo com que a prática seja desenvolvida de acordo com princípios técnicos adequados, que seja economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente aceita e segura, em termos de preservação ambiental e de proteção dos grupos de riscos envolvidos.

São inúmeros os benefícios da água de reuso proveniente de tratamento de esgotos na agricultura. Estudos desenvolvidos em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente com o emprego de esgotos tratados, contudo, o crescimento da produtividade não é o único benefício do reuso, uma vez que se torna possível ampliar a área irrigada dada a disponibilidade de água e, de acordo com as condições climáticas, pode ser realizada colheitas múltiplas praticamente ao longo de todo o ano. Ainda pode-se mencionar que o reuso proporciona uma economia significativa de fertilizantes químicos, com a diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos de água, além de aliviar a demanda e preservar a oferta de água.

O girassol se destaca como um portador de um dos óleos de melhor qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor), além disso, a massa resultante da extração do óleo resulta uma torta com altos teores de proteínas, utilizada na produção de ração animal. A planta pode ser utilizada na silagem para alimentação animal e seu cultivo pode associar-se também à apicultura. Outro uso com grande potencial do girassol no País é na produção do biodiesel, destacando pela crescente demanda do setor agroindustrial e comercial.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo geral analisar a influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal e como objetivos específicos o monitoramento das condições climáticas da cultura irrigada e a verificação da influência do reuso de águas residuárias nas características microbiológicas da cultura irrigada e se a mesma enquadra-se nos padrões sanitários aceitáveis. A abordagem objeto deste trabalho assume uma dimensão interdisciplinar, nas esferas social, política e econômica, outro fator importante é a prevenção de doenças aos moradores situados no entorno das estações de tratamento, acrescido que haverá a formação do mercado de água de reuso em Sergipe, temática inovadora e de elevado interesse ao Estado.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 – SUSTENTABILIDADE E RECURSOS HÍDRICOS**

Segundo Conway (2003), o conceito de sustentabilidade surgiu no primeiro século d.C., quando um proprietário rural romano disse: “a agricultura é uma ciência que nos ensina que culturas devem ser plantadas em cada tipo de solo, e que operações devem ser feitas para a terra produzir os rendimentos mais altos perpetuamente”. Uma definição sucinta, clara e de total elegância, contudo a clareza conferida não foi absorvida ao longo dos tempos, perdendo-se e dando espaço a outros termos para relacionar à temática.

Com o advento da segunda guerra mundial, o planeta se deparou com um modelo de crescimento acelerado em algumas partes do mundo, principalmente nos países que possuíam envolvimento com os conflitos. A forma desordenada de crescimento acarretou em graves consequências negativas ao meio ambiente, havendo a necessidade de que a humanidade intensificasse discussões a respeito do modelo de desenvolvimento e meio ambiente.

O movimento de conscientização mundial a respeito da questão ambiental teve início nos anos 60, intensificando-se a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (ESTOCOLMO, 1972). Concomitantemente, nas três últimas décadas, o conhecimento científico acerca dos problemas ambientais foi aprofundado, bem como houve a expansão da percepção dos impactos socioeconômicos causados por esses problemas e mesmo da possibilidade de comprometimento da vida no planeta futuramente.

A concepção de uma nova forma de desenvolvimento, denominado inicialmente por Eco Desenvolvimento foi definido por Sachs (1986), como sendo “o desenvolvimento sociável desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente”. Posteriormente, o termo Eco Desenvolvimento foi substituído pelo termo desenvolvimento sustentável, ganhando projeção, sobretudo a partir do Relatório Brundtland (1987) e obtendo a consagração na 2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (RIO DE JANEIRO, 1992), que reuniu um dos maiores números de chefes de Estado dos últimos tempos e marcou a incorporação da questão ambiental ao elenco de temas que compõem a agenda de negociações internacionais, mantendo a tradição nos anos de 2002 (JOHANESBURGO, ÁFRICA DO SUL) e 2012 (RIO DE JANEIRO, BRASIL).

Em 1983, a Organização das Nações Unidas (ONU) cria a Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) um organismo independente, objetivando a avaliação dos avanços dos processos de degradação ambiental e a eficácia das políticas ambientais. Presidida pela ex-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, a World Commission on Environment and Development (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO) publicou em 1987, um dos mais importantes documentos do tempo atual – O relatório Nosso Futuro Comum, também denominado Relatório Brundtland (CMMAD, 1988), o qual foi responsável pelas primeiras conceituações oficiais, formas e sistematização sobre o desenvolvimento sustentável, o definindo como: “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades” (ONU, 2010).

Veiga (2006), em seu texto trouxe uma citação do Celso Furtado que apresenta uma fórmula sintética para o desenvolvimento, diferenciando do crescimento econômico:

“O crescimento econômico, tal qual o conhecemos, vem se fundando na preservação dos privilégios das elites que satisfazem seu afã de modernização; já o desenvolvimento se caracteriza pelo seu projeto social subjacente. Dispor de recursos para investir está longe de ser condição suficiente para preparar um melhor futuro para a massa da população. Mas quando o projeto social prioriza a efetiva melhoria das condições de vida dessa população, o crescimento se metamorfoseia em desenvolvimento” (VEIGA apud FURTADO, 2006, p. 167).

Segundo Ennes (2008), a sociedade pós-industrial bifurcou as propostas de soluções para a questão do meio ambiente.

“No contexto do capitalismo, a questão tem sido tratada a partir do surgimento das demandas geradas por uma concepção de sustentabilidade econômica. Nesse sentido, a questão ambiental e suas soluções foram incorporadas à lógica do mercado” (ENNES, 2008, p. 197).

Veiga (2006) afirma que Ignacy Sachs é um dos autores que mais se dedicaram ao assunto ao longo das últimas décadas, desde o início da controvérsia internacional sobre a distinção entre desenvolvimento e crescimento. Sachs (2008) considera que permanece válida, na recomendação de objetivos específicos para oito das dimensões: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional.

Segundo Sachs (2008), é fator importante a reaproximação entre a ética e a economia, levando-se em conta a política. O próprio aponta que a forma natural de definição do desenvolvimento incluyente é por oposição ao padrão de crescimento perverso, conhecido como “excludente” (do mercado e de consumo) e “concentrador” (de renda e riqueza). Sachs (2008) expressa que a educação apresenta-se de forma essencial para o desenvolvimento, pelo seu valor intrínseco, na medida em que contribui para o despertar cultural, a conscientização, a compreensão dos direitos humanos, aumentando a adaptabilidade e o sentido de autonomia, bem como a autoconfiança e a autoestima.

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.

Muitos países não têm água suficiente para atender à demanda e, conseqüentemente, é comum o esgotamento dos aquíferos devido à extração excessiva. Além disso, a escassez de água é acompanhada por uma deterioração de sua condição de qualidade devido à poluição e à degradação ambiental (PNUMA, 2004).

Camargo (2003) afirma que:

Convivemos atualmente com problemas ambientais de diferentes características e magnitudes, tais como: poluição das águas, poluição da atmosfera, degradação de florestas, danos à camada de ozônio, aquecimento global, erosão dos solos, desertificação, deterioração dos habitats das espécies, perda da biodiversidade, acúmulo de lixo tóxico, entre outros problemas (CAMARGO, 2003, p. 30, grifo da autora).

Além disso, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU, 2010), cerca de 2,8 bilhões de pessoas viverão em regiões de seca crônica nos próximos 25 anos. A ONU qualifica a água como “o petróleo do século XXI” (CAMARGO, 2003, p.32). Para Brown (2003), o mundo está direcionado para um déficit hídrico generalizado e a irrigação é uma grande contribuinte para essa realidade, devido ao crescimento e a evolução tecnológica das formas de captação de água ocorrida nas últimas décadas. Conseqüente, Câmara e Santos (2002) corroboram que além da irrigação ser a atividade humana que mais consome água, projeta um valor da ordem de 80% para o total da demanda mundial.

Conforme o PNUMA (2004), as perspectivas para os próximos anos no que se refere à água e alimentos são desfavoráveis e nem um pouco otimistas. Até 2050, segundo Brown (2003), os países com déficits hídricos apresentarão um crescimento populacional continuado, condenando centenas de milhões de pessoas à pobreza hidrológica. Segundo ONU (2012) embora 89% da população mundial utilize fontes tratadas de água, 783 milhões de pessoas ainda estão sem acesso à água potável, com variações dramáticas por região. Apenas 61% das pessoas na África Subsaariana têm acesso a fontes de abastecimento de água tratada, em comparação com 90% ou mais na América Latina e Caribe, Norte da África e grande parte da Ásia.

De acordo com o diagnóstico do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água pela Agência Nacional de Águas – ANA (2011), o Brasil, portador do maior potencial hídrico do planeta, corre o risco de chegar em 2015 com problemas de abastecimento de água em mais da metade dos municípios. Considerando a disponibilidade hídrica e as condições de infraestrutura dos sistemas de produção e distribuição, os dados revelam que em 2015, 55% dos municípios brasileiros poderão ter déficit no abastecimento de água, entre eles grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Belo Horizonte, Porto Alegre e o Distrito Federal. O percentual representa 71% da população urbana do país, 125 milhões de pessoas, já considerado o aumento demográfico.

Como atualmente mais de 90% dos domicílios brasileiros têm acesso à rede de abastecimento de água, a escassez parece uma ameaça distante, como se não fosse possível haver problemas no futuro. O fato remete à existência de uma cultura da abundância de água que não é verdadeira, visto que ao que se refere aos problemas internos de escassez hídrica, são provenientes em função da má localização natural desse recurso e a distribuição espacial da população que se concentra em determinadas áreas (HIRATA, 2000; DNAEE, 1992).

De acordo com o levantamento, as regiões Norte e Nordeste são as que têm, relativamente, os maiores problemas nos sistemas produtores de água. No Nordeste, o percentual do potencial hídrico do país é de 18% e a região também concentra os maiores problemas com disponibilidade de mananciais, por conta da escassez de chuvas (ANA, 2011).

Segundo Mastny e Cincotta (2005), a situação dos recursos hídricos já escassos podem ser ainda mais agravada ou serem esauridos, o que aliado a condições de superpopulação, que provoca um aumento no consumo de água em todos os cenários, a insalubridade pode causar epidemias mortais. Além disso, o crescimento econômico da produção de alimentos torna-se

limitados, uma vez que a baixa qualidade das águas as torna inadequada para consumo humano, industrial e agrícola (BROWN, 2003; WOLF et al., 2005).

A baixa qualidade da água está diretamente ligada à disposição. Com o aumento do consumo de água, originam resíduos líquidos concentrados ou diluídos em águas (METCALF & EDDY, 2003), que necessariamente devem ser coletados e processados (ou tratados) em sistemas de tratamento. No mundo, mais de 80% da água residual não é coletada ou tratada (ONU, 2012). Notadamente, a água como elemento estratégico, constitui parte fundamental nos processos de disposição dos resíduos gerados pela atividade humana, sendo de grande importância o conhecimento antecipado dos tipos e magnitude dos danos que o despejo de cargas poluidoras pode causar (EIGER, 2003).

Nos países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, a poluição de rios e córregos por compostos orgânicos se dá majoritariamente pelo lançamento de esgotos sanitários (CÂMARA e SANTOS, 2002). Portanto, têm-se observado em todo o mundo uma crescente preocupação com a questão da escassez relacionada à poluição (PNUMA 2004), onde diversos países atuam no desenvolvimento de legislações mais restritas quanto à qualidade das águas destinadas ao consumo humano e a proteção ambiental (VAZQUEZ-MONTIEL et al., 1996).

Para Lucas Filho et al. (2001), a aplicação de esgotos sanitários no solo constitui o método mais simples e um dos mais eficientes de disposição final e de tratamento de efluentes líquidos através de processos naturais. Contudo, destacado pelo autor, mesmo com seu grande potencial e elenco de vantagens, tal processo tem sido pouco utilizado no país, embora Sperling (2005) observe uma crescente tendência de utilização desta importante alternativa no Brasil.

## **2.2 – REUSO DE ÁGUA**

### **2.2.1 – Contextualização**

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.

O autor ainda ressalta que no Brasil as formas de reuso mais significativas são voltadas na área urbana, industrial, recarga artificial de aquíferos e agrícola, esta última que depende, atualmente, de suprimento de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida, sem o desenvolvimento de novas fontes de suprimento e a gestão adequada dos recursos hídricos convencionais.

A prática de distribuição de dejetos humanos e de animais no solo como fertilizante é antiga nos países do sul asiático, principalmente na China. Na cidade de Atenas, utilizavam-se esgotos para a irrigação em épocas remotas e existem registros de que na Idade Média se empregavam o reuso na Alemanha e na Escócia (SHUVAL et al., 1986).

Segundo Paganini (2003), as iniciativas inglesas em 1850 foram influenciadoras da técnica correta da utilização controlada do esgoto para fins agrícolas, visando despoluir o Rio Tâmisa, formando uma separação das águas pluviais para os rios e os esgotos para as fazendas de esgotos (land farms). Atualmente, a aplicação de efluentes no solo é observada como uma maneira efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para o aumento da disponibilidade hídrica, principalmente em regiões áridas e semiáridas, apontando maiores benefícios nos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (PAGANINI, 2003).

Os primeiros padrões de referência desenvolvidos relativo ao reuso de águas, foram elaborados pelo departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia - EUA no ano de 1918. Desde então, o estado revê seus padrões, acrescenta outros tipos de reuso possíveis e os tratamentos necessários (CROOK, 1998). Esses padrões foram copiados por muitos países de zonas áridas em todo o mundo que precisavam de água adicional para aumentar a produção agrícola. Contudo, desde que os padrões muito restritivos passaram a exigir a construção de plantas de tratamento muito onerosas e tecnologicamente avançadas, poucos países poderiam aderir na prática aos padrões estabelecidos.

Atualmente não há um modelo rígido que deva ser implementado em qualquer lugar do mundo, seja com relação às questões institucionais, seja com as questões legais, pelo fato que as experiências internacionais são semelhantes em alguns aspectos e distintas em outros (RODRIGUES, 2005). No Brasil, existem referências de legislação e normas sobre a

utilização de efluentes para reuso na agricultura. A Organização Mundial da Saúde - OMS recomenda critérios para a utilização de águas residuárias. Em 1973, a OMS publicou suas primeiras diretrizes sanitárias, sobre o uso de águas residuárias, atualizadas nos anos de 1989 e 2006.

Na última edição da OMS (WHO, 2006) foram adotados procedimentos que ultrapassam o estabelecimento de diretrizes para o tratamento de águas residuárias objetivando o reuso em atividades agrícolas e aquicultura. São estabelecidos padrões menos rígidos para o tratamento somado a recomendações no manuseio da água de reuso. As recomendações são feitas baseadas em “metas de saúde” estabelecidas por meio da análise das rotas de contaminação (contato direto, consumo e presença de vetores) e, a partir da qual, são recomendadas medidas combinadas de proteção (proteção multi-barreiras). Adicionalmente, são estabelecidos parâmetros para a análise quantitativa e para medidas de riscos em diferentes rotas de exposição.

Segundo Moruzzi (2008), verifica-se que a remoção de patógenos depende de ações relacionadas tanto na etapa de tratamento quanto daquelas relacionadas às medidas de higiene no manuseio e aplicação de técnicas de irrigação. A combinação desses mecanismos de remoção de patógenos (processos multi-barreiras) pode conduzir a remoção de até 7 unidades logarítmicas de organismos indicadores. Verificam-se também diferenças relacionadas ao tipo de irrigação: restrita e irrestrita. Para vegetais consumidos crus, culturas não processadas comercialmente, culturas irrigadas superficialmente ou por aspersão, a combinação de processos multi-barreiras deve conduzir a maiores graus de proteção.

Evidentemente as práticas multi-barreiras podem ser consideradas um avanço na gestão de águas de reuso, principalmente em países em desenvolvimento onde a capacidade de investimento é limitada. Porém vale mencionar que existe uma dificuldade adicional relacionada ao monitoramento destas práticas difusas nos pontos de utilização da água de reuso (MORUZZI, 2008).

Contudo deve-se atentar para o risco da interpretação equivocada de que o tratamento não tem sua importância. As novas diretrizes devem servir de ponto de partida em países em desenvolvimento cujos baixos índices de saneamento é uma realidade, esperando que o avanço na cobertura de tratamento permita o incremento gradual das técnicas e grau de tratamento de modo que as práticas de reuso possam se tornar mais seguras (MORUZZI apud ASANO, 2008).

### 2.2.2 – Aspectos do reuso

Segundo Leeuwen (1995), tecnologias e práticas aplicadas à minimização da poluição por esgotos, resultam numa alta qualidade dos efluentes, os quais devem ser recuperados ao invés de desprezados, e encarados como uma possibilidade de fonte alternativa de água para suprimento da demanda de usos específicos.

O reuso da água transforma um subproduto da atividade humana, indesejável e até nocivo, em um produto útil, proporcionando inclusive outros benefícios como, por exemplo, o aporte de nutrientes para as plantas, quando se utiliza efluentes tratados para a irrigação. Contudo, a utilização de efluentes tratados em solos deve ser constantemente monitorada, para que não haja contaminação do sistema solo-água-plantas (PAGANINI, 2003).

A OMS lançou no ano de 1973 (WHO, 1973) um documento classificando os tipos de reuso em diferentes modalidades, conforme os usos e finalidades. O reuso indireto ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura.

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. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido, já a reciclagem interna é o reuso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento (OMS, 1973).

Segundo a referida organização, é classificado o reuso potável direto como sendo o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, que é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável no Brasil devido ao fato do baixo custo da água, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado, já o reuso potável indireto constitui o esgoto, após tratamento, que é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxograma onde o tratamento do

esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

Considerando o reuso direto planejado para fins não potáveis, pode-se subdividi-lo nas seguintes modalidades: reuso não potável para fins agrícolas, que embora quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo da prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, etc., e de plantas não alimentícias tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais; o reuso não potável para fins industriais, que abrangem os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, limpeza etc. Pode-se considerar alguns usos comerciais tais como a lavagem de veículos (OMS, 1973).

A OMS (1973) classifica o reuso não potável para fins recreacionais como sendo a reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, gramados e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc. Em áreas urbanas pode-se considerar ainda a irrigação de parques públicos, áreas ajardinadas, árvores e arbustos ao longo de rodovias, chafarizes e espelhos d'água, já o reuso não potável para fins domésticos são considerados para os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios. Pode-se considerar também o reuso para reserva de incêndio, lavagem de automóveis e pisos.

O reuso para manutenção de vazões, segundo a OMS (1973), promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem. Nessa modalidade, pode-se enquadrar o reuso para manutenção de habitat naturais. O reuso em aquacultura ou aquícultura consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados e o reuso para recarga de aquíferos subterrâneos é denominado como a recarga desses aquíferos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta através de injeção sob pressão, ou de forma indireta utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante. A recarga visa o aumento da disponibilidade e armazenamento de água bem como para controlar a salinização de aquíferos costeiros e para controlar a subsidência de solos.

Portanto uma vez que apropriadamente planejado, o reuso de águas residuárias influencia positivamente nos problemas de poluição de águas superficiais, que não só concede

a conservação das fontes naturais, mas alia-se ao bom desenvolvimento de plantas cultivadas, uma vez que os nutrientes presentes se tornam disponíveis e benéficas. Os nutrientes presentes, em principal destaque o fósforo e o nitrogênio, reduzem ou erradicam a necessidade de adição de fertilizantes comerciais, contribuindo para o desenvolvimento da produção agrícola em regiões que tem pouca ou nenhuma disponibilidade hídrica (PESCOD, 1992).

Acrescenta-se ainda que, além dos nutrientes e dos micronutrientes ausentes na maioria dos fertilizantes químicos de menor custo disponíveis no mercado, a utilização de águas residuárias tratadas resulta no aumento da matéria orgânica, atuante condicionadora do solo, aumentando a sua capacidade de retenção hídrica (MARQUES et al., 2003). Aliadas as vantagens citadas, há a existência da prevenção dos recursos subterrâneos; a conservação do solo, pela acumulação de húmus e nutrientes, e o aumento da resistência à erosão.

Segundo Hespanhol (2003), estudos desenvolvidos em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta substancialmente em sistemas que adotam a irrigação com esgotos tratados devidamente administrados e que, com condições climáticas favoráveis, é possível resultar em múltiplas colheitas praticamente ao longo de todo ano (HESPANHOL, 2003a apud BARTONE e ARLOSOROFF, 1987).

Com já citado, o reuso possibilita a minimização das descargas de esgotos em corpos de água, ocasionando benefícios voltados à saúde pública, em decorrência, acarreta na redução das doenças de veiculação hídrica originadas por patógenos e substâncias químicas presentes nos efluentes. A integração ao sistema de coleta e tratamento, o reuso agrícola, permite a otimização em termos de transporte do efluente e disposição (PESCOD, 1992). Outro fator de grande relevância é o reuso contribuir, principalmente em áreas carentes, para o acréscimo da produção de alimentos, elevando, os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais das populações.

Segundo Siebe (1996), os riscos a saúde humana, tais como infecções parasitárias e/ou acúmulo de metais pesados no organismo transferidos pela cadeia alimentar, representam a maior limitação do reuso na agricultura. Contudo, a FAO (2003), destaca que esses riscos quase em sua totalidade são decorrentes de tratamentos insuficientes das águas residuárias, o que expõe a saúde dos trabalhadores que operam na irrigação e dos consumidores dos alimentos, aliado ao fato que, ao ser praticado de forma inadequada, o reuso agrícola de esgotos pode trazer sérios problemas, como o acúmulo de sais, diminuição da capacidade de

infiltração da água, a acumulação de fosfato ou a lixiviação de nitratos (PAGANINI, 2003; MARQUES et al., 2003).

Segundo Mota (2000), outro efeito negativo que pode ocorrer é o acúmulo de contaminantes químicos no solo, dependendo das características dos esgotos, a prática da irrigação por longos períodos, pode levar ao acúmulo de compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos, e ao aumento significativo de salinidade, em camadas insaturadas. Para evitar essa possibilidade, a irrigação deve ser efetuada com esgotos de origem predominantemente doméstica.

Contudo, é de grande relevância o que bem foi salientado por Hespanhol (2003), que o fato da presença de organismos patogênicos em águas residuárias, solo ou culturas não significa em decorrência, a transmissão de doenças.

“as barreiras protetoras, providenciadas por fatores característicos dos microrganismos (dose efetiva, persistência, carga residual, latência etc.), dos hospedeiros (imunidade natural ou adquirida, idade e sexo, condições gerais de saúde) e outros fatores, que fazem com que o risco real de provocar doenças seja, geralmente, muito inferior ao risco potencial, caracterizado pela mera constatação da presença de organismos patogênicos” (HESPANHOL, 2003).

Segundo Cardoso (2005), diante da citada afirmação, é importante destacar que a existência das incertezas quanto à taxa de exposição não anula a importância de estabelecer critérios mínimos para prevenção de doenças infecciosas. Shuval et al. (1986) e OMS (1989) recomendam critérios de qualidade microbiológica para a utilização de águas residuárias na irrigação.

Conforme Hespanhol (2003), as lagoas em série, formadas por unidades anaeróbias, facultativas e de maturação, com tempos de detenção hidráulicos médios de 10 a 30 dias podem ser projetadas para o atendimento das diretrizes da OMS (aliado ao fato do Brasil ser possuidor de clima predominantemente quente), tanto para coliformes fecais como para helmintos, inclusive, as lagoas de estabilização são as únicas reconhecidas pela OMS devido à eficiência na remoção dos mesmos.

Segundo Sperling (2005), lagoa facultativa é um sistema de lagoa de estabilização simples de fácil operação e baixo custo, possui desvantagem no tocante de necessidade de grandes áreas para construção, contudo em inúmeras localidades do Brasil não seria um

entreve. No processo, parte da matéria orgânica em suspensão sofre sedimentação, constituindo o lodo de fundo, que sofre o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertido em gás carbônico, metano e outros, permanecendo a fração inerte na camada de fundo sem alteração na sua natureza.

A decomposição da matéria orgânica dissolvida e da matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões ocorre pela ação de bactérias facultativas, possuidoras de capacidade de sobrevivência tanto na presença quanto na ausência de oxigênio livre. As bactérias utilizam-se da matéria orgânica como fonte de energia, alcançada por meio da respiração. Na respiração aeróbia, há a necessidade da presença de oxigênio, que é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. Portanto forma-se um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico (SPERLING, 2005).

Conforme Sperling (2002), com algumas adaptações no fluxograma e na forma geométrica das lagoas, pode-se obter alto grau de eficiência de remoção de organismos patogênicos ou, de forma mais específica, dos seus principais indicadores (coliformes e ovos de helmintos), obtendo até uma significativa remoção de nitrogênio e de fósforo.

A classificação das lagoas facultativas, segundo Sperling (2002), é compreendida por: lagoa primária quando recebem o esgoto bruto; lagoa secundária quando recebe seu afluente de uma unidade de tratamento precedente, tal como lagoa anaeróbia. As lagoas facultativas devem possuir um sistema de tratamento preliminar, composto por grades para a retenção do material grosseiro, caixa de areia para a remoção do material inerte e medidor de vazão.

Segundo Mancuso (2003), lagoas de maturação são tanques que recebem de estações de tratamento convencionais ou de outras lagoas, e são empregadas para a melhoria do efluente, objetivando a redução dos sólidos sedimentáveis e dos organismos patogênicos. Podem considerar-se como dispositivos de tratamento terciário, não se destinando à estabilização da matéria orgânica, mas sim a uma melhoria na qualidade do efluente de instalações de tratamento secundário.

Conforme Daltro Filho (1997), as lagoas de estabilização no Estado de Sergipe surgiram na década de 70, com a implantação da lagoa do Distrito Industrial de Aracaju (DIA). O Estado de Sergipe possui dezessete sistemas de lagoas de estabilização implantados, cuja situação varia do pleno funcionamento, ao abandonado, à situação de desativação ou mesmo da inexistência. Destes 17 sistemas de lagoas em Sergipe, 08 (oito) tratam esgotos

domésticos, localizadas em sua maioria localizados no interior do Estado e na grande Aracaju, cuja ETE Roza Elze, objeto de estudo, encontra-se incluída.

### 2.2.3 – Legislação

As diretrizes da OMS (1989) foram adotadas para o uso agrícola de águas residuárias em diversos países, de forma integral ou adaptadas a condições epidemiológicas, socioeconômicas e políticas de saúde da localidade. Alguns países, entre estes também países em desenvolvimento, adotaram diretrizes muito mais rígidas, fundamentadas nos padrões californianos, em 1968, destacando que sua característica de exigência é de 2,2 coliformes/100 ml para irrigação irrestrita. O atendimento a exigência da Califórnia só pode ser alcançada através de rigorosos processos de tratamento terciário de esgotos, incluindo a desinfecção.

Segundo Strauss et al. (2000), os países em desenvolvimento que adotaram tais padrões californianos, dificilmente alcançaram os resultados esperados devido ao fato de que é economicamente inviável e institucionalmente de execução impossível para a realidade desses países. Em decorrência, reusam os esgotos de forma descontrolada, ou vetam definitivamente a prática, por falta de estrutura de monitoramento e controle da prática para sua implementação (BASTOS & MARA, 1993).

A introdução das diretrizes da OMS (1989) ocasionou uma controvérsia para o reuso de águas residuárias. Questionamentos partiam especialmente de países desenvolvidos, girando em torno de que as diretrizes se apresentavam de forma branda e que não atingiriam o objetivo de proteção à saúde. Grande parte das opiniões parecia estar alicerçadas em um conceito de “risco nulo” (SHUVAL, 1986), resultante de diretrizes ou padrões objetivando a eliminação dos organismos patogênicos das águas residuárias. Contudo, as diretrizes da OMS baseiam-se no objetivo de que não deve haver nenhum excesso de infecção na população atribuível ao reuso de esgoto e que, em uma população específica, deve ser avaliado com relação aos riscos de infecção intestinal de outras rotas de transmissão (STRAUSS et al., 2000).

As recomendações atuais apontadas pela OMS (2006) destacam a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, ocasionando diversas enfermidades. A OMS baseada em seus

estudos faz recomendações para a qualidade microbiológica de esgotos tratados a serem utilizados na irrigação. Para atingir o enquadramento nas recomendações, diversas formas de tratamento de esgotos são utilizadas atualmente, portanto foi observado que as lagoas de estabilização possuem um alto grau de eficiência, reconhecidas por excelente remoção, dentre outros parâmetros, de microrganismos fecais, além de que é o único sistema de forma natural reconhecido pela OMS (WHO, 2006).

No Brasil, a promulgação da Lei N<sup>o</sup> 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), no qual é apresentado um novo enfoque para a questão hídrica, a gestão do uso da água por bacias hidrográficas e o conceito do usuário pagador, que resulta na racionalização do uso da água, estabelecendo princípios e instrumentos para sua utilização. Por sua vez, a Resolução CONAMA N<sup>o</sup>357/2005 define diretrizes de qualidade da água a serem observadas de acordo com o uso preponderante dos cursos d'água, contudo não retratam em todo seu conteúdo sobre a temática do reuso.

O Projeto de Lei N<sup>o</sup>5296/2005, que institui as diretrizes para a Política Nacional de Saneamento Básico e os serviços públicos de saneamento básico, refere-se diretamente ao reuso da água. Como em seu artigo 8<sup>o</sup>, Inciso III:

“São diretrizes relativas ao esgotamento sanitário: incentivar o reuso da água, a reciclagem dos demais constituintes dos esgotos e a eficiência energética, condicionado ao atendimento dos requisitos de saúde pública e de proteção ambiental pertinente” (BRASIL, 2005).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), em 2003, lançou uma minuta de resolução portadora de grande similaridade à recomendação da OMS, objetivando incentivo ao reuso de águas residuárias e estabelecendo os padrões de qualidade dos efluentes para as diversas modalidades do reuso, representando um grande avanço na legalização da técnica no Brasil. Contudo não foi vigorada e somente em 28 de novembro de 2005 foi lançada pelo órgão a Resolução N<sup>o</sup>54, regulamentação complementar que remete para os padrões de qualidade e os códigos de práticas para diversas modalidades de reuso: reuso para fins agrícolas e florestais; reuso para fins urbanos; reuso para fins ambientais; reuso para fins industriais; e reuso na aquicultura.

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.

### **2.3. IRRIGAÇÃO**

Segundo Bernardo et al. (2009) a irrigação é o fornecimento de água de forma a atender com eficácia às necessidades hídricas das culturas, possibilitando o desenvolvimento de forma otimizada com a promoção do transporte de nutrientes essenciais. No ambiente semiárido, a irrigação é condição sine qua non para a produção agrícola fora do período chuvoso. Conforme Mantovani et al. (2009), a irrigação proporciona intensificação na produção agrícola, distribuindo ao longo do ano, otimização na utilização de áreas, formação de empregos promovendo o aumento de renda local, melhorando consideravelmente a qualidade de vida da população.

Segundo Hespanhol (2008), o consumo voltado à irrigação possui grande variabilidade, a depender do método empregado e de fatores como a natureza do solo, o tipo da cultura, índices de evaporação da localidade, a capacidade de retenção de água no solo, contudo possui altos índices relacionados às outras utilizações da água potável, prestes a alcançar mundialmente a ordem de 80%. Diante do panorama, é fundamental a utilização do recurso natural de forma racional, através do aumento da eficiência de técnicas utilizadas ou o emprego de fontes alternativas de água (DUARTE, 2006).

O manejo racional de qualquer sistema de irrigação deve contabilizar os aspectos sociais e ecológicos da região, aumentando a produtividade e a eficiência no uso da água, diminuindo os custos, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. Deve também melhorar ou, no mínimo, manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pois isto afetará a vida útil do sistema (BERNARDO, 2009).

Segundo Feigin et al. (1991), de forma simplificada, os métodos de irrigação podem ser classificados em dois grandes grupos, a irrigação superficial ou por gravidade e a irrigação pressurizada. A princípio, qualquer método pode ser empregado na irrigação com água

residuária, desde que estejam sob observação as devidas particularidades em questão. A escolha do método deve seguir uma série de critérios, incluindo considerações econômicas, topográficas, características física do solo, tipos de culturas agrícolas a serem utilizadas, disponibilidade de mão-de-obra, qualidade de água e tradição de cultivo das propriedades.

Conforme Bastos et al. (2003) as características físico-químicas do efluente e a escolha do método de irrigação também estão intimamente ligados, teores elevados de bicarbonatos, sódio e cloretos podem ser limitantes ao uso da irrigação por aspersão, por exemplo. A metodologia da irrigação exprime a taxa de aplicação de água residuária, ao qual pode levar ao acúmulo mais acelerado de sais no solo, como por exemplo, no caso da irrigação por inundação (MENDONÇA et al., 2003).

De acordo com WHO (2006), a maior quantidade da água aplicada na planta, proveniente de chuva e irrigação é consumida pelo processo de evapotranspiração. Portanto a água necessária para a cultura equivale à quantidade de água dispendida nesse processo e, a taxa de evapotranspiração depende do tipo da cultura e de fatores climáticos, que podem ser estimados conforme dados meteorológicos da região em questão.

Segundo Allen et al. (1998), evapotranspiração é um termo utilizado para expressar a ocorrência simultânea dos processos de evaporação da água no solo e da transpiração das plantas, controlada pelo balanço de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas. A taxa de evapotranspiração da superfície de referência, que ocorre sem restrições de água, é conhecido como evapotranspiração de referência, denominado de  $ET_0$ . A superfície de referência corresponde a um hipotético cultivo de pastagens com características específicas. O mesmo autor salienta que o conceito de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) serve para o estudo da demanda de evapotranspiração da atmosfera, independente do tipo e do desenvolvimento da cultura, como também das práticas de manejo.

Ainda conforme Allen et al. (1998), os únicos fatores que afetam a  $ET_0$  são os parâmetros climáticos e, portanto, pode ser calculado a partir dos dados meteorológicos. Para a estimativa de  $ET_0$ , a FAO recomenda o método de Penman-Monteith como sendo o único a ser utilizado a partir dos parâmetros climáticos.

A evapotranspiração é normalmente calculada a partir de dados meteorológicos devido a existência de dificuldades de obtenção de medidas precisas de campo. Nesse ponto há de se tomar muito cuidado com o método de cálculo a ser utilizado, pois existem vários em que alguns são somente válidos para condições climáticas e agronômicas específicas e não podem

ser aplicadas sob condições diferentes daquelas em que foram originalmente estudadas. Em 1990, a FAO ao realizar consulta a diversos especialistas obteve como resultado que o método FAO Penman-Monteith é recomendado como o método padrão para a definição e cálculo da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ). Este modelo foi adotado por apresentar resultados relativamente exatos e consistentes tanto em climas áridos como em climas úmidos (ALLEN et al., 1998).

Para a determinação das necessidades hídricas das culturas, o método mais usual está baseado na estimativa da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) que é compreendido por um processo que se desenvolve em duas etapas. Na primeira, estima-se a evapotranspiração de uma cultura de referência ( $ET_0$ ). Na segunda, a  $ET_c$  é obtida ao multiplicar  $ET_0$  por um coeficiente de cultura ( $k_c$ ) que integra as características da cultura e do clima local (DOORENBOS e PRUITT, 1977).

Ainda conforme os autores, os mesmos dividem de forma geral, o ciclo de desenvolvimento das culturas, para o cálculo dos coeficientes de cultura, em quatro fases: fase inicial que compreende a parte do ciclo que vai da germinação até quando a cobertura vegetal alcança 10% da superfície; segunda fase que se estende desde 10% de cobertura até em torno de 70 a 80% de cobertura vegetal; terceira fase que vai desde o final da segunda fase até o início da maturação (queda e despigmentação das folhas); e fase final que se estende do início da maturação até a colheita.

O coeficiente de cultura ( $k_c$ ) assume valores baixos na fase de emergência e valores máximos durante o período de desenvolvimento vegetativo, os quais declinam na fase de maturação. Pruitt et al. (1972) constataram que os coeficientes, para uma planta cultivada sob diferentes condições climáticas e épocas de plantio, podem variar, já que os parâmetros locais, como temperatura, umidade relativa, vento e radiação solar, e as variações fisiológicas e aerodinâmicas da cultura influenciam diretamente a evapotranspiração.

Segundo Allen et al. (1998) a equação FAO Penman-Monteith é uma representação clara, precisa e simples dos fatores físicos e fisiológicos que governam o processo da evapotranspiração. São utilizados dados climáticos de radiação solar, temperatura do ar, umidade e velocidade do vento. Esses dados para serem validados têm que seguir um padrão de medida, que esteja a 2 m de altura sobre uma grande superfície de pasto verde, com cobertura completa e o solo não deve ter limitações de água.

O processo de evapotranspiração é obtido pela quantidade de energia disponível para a evaporação da água. A radiação solar é a mais importante fonte energética do planeta e tem poder de conversão de grandes volumes de água líquida em vapor, a radiação solar é diferente para cada latitude e para cada estação do ano, contudo deve-se considerar que nem toda a energia disponível é disposta para a evaporação da água, por ser utilizada para aquecer também o solo e toda a atmosfera (ALLEN et al., 1998). Conforme o mesmo autor, a temperatura do ar é resultante da absorção da radiação solar na atmosfera e pelo calor emitido pela terra que recebe a radiação solar de alta frequência e emite radiação de baixa frequência para a atmosfera.

Allen et al. (1998) apontam que o conceito de umidade relativa do ar traduz a capacidade de absorção do vapor pela atmosfera, ou seja, o quanto a atmosfera pode ainda receber de vapor de água. Uma atmosfera com 100% de umidade relativa é considerada totalmente saturada e, portanto, incapaz de receber mais vapor. Quanto maior for a umidade do ar menor será sua capacidade de absorver vapor de água.

Com a evaporação da água, o ar sobre a superfície evaporante é saturada gradualmente com vapor. Se este ar não é substituído continuamente por ar mais seco, fica diminuída a capacidade de remoção de vapor de água e a taxa de evapotranspiração diminui (ALLEN et al., 1998).

Segundo Mantovani et al. (2009), a determinação da velocidade de infiltração básica constitui um aspecto importante e referencial para a aspersão e irrigação por superfície. A infiltração é um processo pelo qual a água penetra no perfil do solo, através de sua superfície, a compreensão deste processo é de suma importância para o dimensionamento e o manejo adequado de um sistema de irrigação (BERNARDO et al., 2009).

Mantovani et al. (2009) apontam que a infiltração de água no solo é o processo pela qual a água penetra no seu perfil, geralmente expressa em litros ou centímetros. Um termo que se tem que levar em consideração na irrigação é a velocidade de infiltração da água no solo, expressa em cm/h ou mm/h, esse parâmetro é que vai indicar qual o comportamento de uma lâmina de água sobre o solo em relação ao seu tempo para nele infiltrar. O processo de infiltração é composto por várias partes, inicialmente a velocidade de infiltração é em função da umidade do solo, da cobertura do solo e outros fatores; no decorrer do processo, passa a ser em função da estrutura e textura do solo.

## 2.4. CULTURA DO GIRASSOL

Conforme a FAO (2007), o girassol é cultivado em todos os continentes, em uma área de cerca de 24 milhões de hectares. No Brasil, apesar de apresentar pouca expressão, a cultura do girassol vem sendo praticada nos estados do centro-oeste, sul, sudeste e nordeste. A cultura foi trazida no país por colonos europeus no final do século XIX. Inúmeras foram as tentativas de fomentar e expandir seu cultivo, em diferentes regiões do País, a partir do início do século XX, contudo, em 1998, por iniciativa de indústrias e cooperativas elencadas ao setor de óleos vegetais e a partir de 2003, com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o girassol se enquadra dentre as oleaginosas destinadas à alimentação humana e à energia veicular (UNGARO et al., 2009).

Ainda os autores trazem que, nos dias atuais, o girassol também pode ser utilizado como planta medicinal, melífera, produtora de silagem e de forragem, como adubação verde, melhoradora do solo e ornamental. Contudo, segundo Evangelista et al. (2001), um dos problemas da pecuária no Brasil é a sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, levando a períodos de grande produção, seguidos de escassez. Assim, para evitar a falta de alimento volumoso na época seca, são propostos métodos de conservação, sendo a ensilagem uma alternativa para o país devidos aos períodos de déficit hídrico que entram a produção de alimentos volumosos de boa qualidade e, conseqüentemente, a manutenção da produção animal todo o ano.

A torta, subproduto da extração do óleo, pode também ser utilizada na alimentação animal, como substituto do farelo de soja, e na alimentação humana, na forma de farinha e “leite” de girassol. Devido ao seu elevado teor de nitrogênio e fósforo, constitui-se em excelente fonte desses nutrientes na adubação do solo. Por sua importância na alimentação humana e animal, e como biocombustível, o girassol vem merecendo atenção especial no que respeita aos mecanismos de fomento, objetivando a expansão de seu cultivo no território nacional, de forma racional e controlada (UNGARO et al., 2009).

O crescimento e desenvolvimento do girassol, da semeadura à maturação (ciclo biológico ou biociclo), é um processo fundado na sequência de alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas que se sucedem na planta, convenientemente consideradas como fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos. A duração de cada fase é regulada pela ação do comando genético, extrínseco da cultivar, interagindo com as condições de ambiente

(edafoclimáticas naturais, somadas ao nível tecnológico adotado) no qual o cultivo é realizado (UNGARO, 2009 apud CONNOR & HALL, 1997).

Conforme Leite et al. (2005), a uniformidade de profundidade de semeadura e de distribuição de plantas são fatores primordiais para o cultivo de girassol com alta produção. Para obtenção de uma perfeita germinação e emergência uniforme, a semente deve ser coberta com uma camada de terra de 3 a 5 centímetros, sendo a profundidade do sulco variável, conforme a umidade e natureza do solo. O solo bem preparado permite um contato íntimo da terra com a semente, permitindo absorção adequada de água, e garantindo o início do processo de germinação. A profundidade correta facilita a emergência da plântula, evitando gastos desnecessários de reserva de energia para romper a camada de terra sobre a semente (SEMENTES CONTIBRASIL, 1981).

Segundo Castro & Farias (2005), o desenvolvimento da planta é dividido em dois subperíodos: vegetativo (V) e reprodutivo (R). A fase vegetativa refere-se ao período da germinação até o período do broto floral, sendo dividida em Ve (emergência) e Vi (subsequentes fases vegetativas), esta caracterizada pelo aparecimento de folhas verdadeiras e pelo número de folhas com no mínimo 4 cm de comprimento (V1, V2, V3, V4 e Vn). A fase reprodutiva, por sua vez, está organizada da seguinte forma: R1 – a inflorescência circundada pela bráctea imatura torna-se visível; R2 e R3 – fases relacionadas à elongação do internódio imediatamente abaixo da base da inflorescência; R4 e R5 – fases relacionadas à abertura da inflorescência e início da antese, respectivamente; R6 – a antese está completa; R7 e R8 – fases relacionadas ao enchimento de aquênios; e R9 – maturação fisiológica).

Segundo Ungaro et al. (2009), a adaptação do girassol a diferentes ambientes é favorecida pelo sistema radicular do tipo pivotante que, sem impedimento físico ou químico, explora camadas mais profundas do solo em busca de água e nutrientes. O fato exposto permite a planta obter melhor tolerância nos períodos de deficiência hídrica e realizar a reciclagem dos nutrientes.

Conforme Doorenbos & Pruitt (1977), os fatores de maior importância na determinação do requerimento de água pela cultura são: clima, cultura (característica de crescimento), umidade do solo, práticas agrícolas e de irrigação, e outros fatores que influenciam a taxa de crescimento (como os fertilizantes), doenças e infestações de pragas, e plantas invasoras.

Ungaro et al. (2009) traz que a cultura é inapta para a regulação do seu consumo de água, extraindo quantidades consideráveis do solo. Quando bem implantada, possui capacidade de absorção de água a uma profundidade de 2 metros ou mais. A resistência à difusão de água pelos estômatos é baixa; os estômatos são grandes, numerosos e densos, principalmente na face inferior do limbo.

Segundo Ungaro et al. (2009) apud Doorenbos & Kassam (1979), a quantidade total de água requerida pelo girassol possui variância entre 600 a 1000mm, com dependência fundamental do clima e da cultivar, aos quais determinarão a duração da estação de crescimento e da demanda evaporativa da atmosfera. Para Rawson e Constable (1980), o girassol é uma espécie muito vigorosa, com habilidade de obter água, alcançar taxas de fotossíntese muito altas e manter suas atividades sob moderados estresses hídricos. A profundidade efetiva do sistema radicular do girassol, aquela em que se concentra cerca de 80% da quantidade de raízes acumuladas ao longo do perfil do solo, para fins de monitoramento de irrigação é de 20 cm.

O conteúdo de umidade do solo é fator limitante para que o girassol tenha maior ou menor facilidade em extrair a água e, portanto, em atender às suas necessidades. À medida que o solo seca, torna-se cada vez mais difícil às plantas absorverem água, devido ao fato que vai aumentando a força de retenção enquanto diminui a disponibilidade hídrica no solo. Portanto, nem toda a água que o solo consegue armazenar é disponível às plantas (BERGAMASCHI, 1992).

Segundo Barni (1994), a necessidade hídrica do girassol aumenta com o decorrer do desenvolvimento da planta, de valores iniciais em torno de 0,5mm/dia a 0,7mm/dia, durante a fase da semeadura à emergência, para um máximo de 6mm/dia a 8mm/dia, na floração e no enchimento de grãos, obtendo um decréscimo, após esta fase, até a maturação fisiológica. Embora o consumo de água seja baixo no início do ciclo, uma adequada disponibilidade de água, durante a fase de germinação e emergência, é fundamental para o estabelecimento uniforme da lavoura, com a população de plantas desejada.

Ainda conforme o autor, as temperaturas baixas aumentam o ciclo da cultura, atrasando a floração e a maturação, quando ocorrem após o início da floração, podem afetar significativamente o rendimento. Por outro lado, altas temperaturas, durante a formação do botão floral até o final do florescimento, associadas ao estresse hídrico, afetam a polinização e

a fecundação, resultando em sementes chochas, cuja intensidade de dano varia entre os genótipos.

O girassol se desenvolve bem entre as temperaturas de 20°C a 25°C, com ponto ótimo entre 27°C e 28°C, obtidas em condições controladas. Entretanto, não há redução significativa de produção na faixa de 8 a 34°C, o que demonstra uma grande tolerância da cultura, suportando regiões de dias quentes e noites frias (UNGARO et al., 2009).

Segundo Ungaro et al. (2009), os ventos acima de 10km/h acarretam consequências que diminuem o rendimento, tais como, redução do crescimento e atraso no desenvolvimento das plantas, internódios menores e em menor número, nanismo da parte aérea das plantas, menor número de folhagem, folhas grossas e menores, menor número de estômatos por folha e menor tamanho dos mesmos.

## **2.5. ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS**

### **2.5.1 – Contextualização**

Segundo Wanderley (2005), entre os aspectos mais relevantes da utilização de águas residuárias com fins produtivos, o da saúde pública constitui ainda objeto de controvérsias da comunidade técnico-científica internacional. Aliado à questão cultural, são fatores atuantes na persistência de polêmicas em relação aos riscos admissíveis e, por decorrência, quanto à qualidade dos efluentes, necessária e suficiente para a garantia da proteção à saúde.

O consenso é evidenciado somente até o fato de que a irrigação com águas residuárias sem tratamento apresenta riscos reais de transmissão de doenças e que qualquer prática de irrigação com esgoto tratado envolve algum risco de saúde pública. Contudo persistem duras polêmicas quanto aos níveis de riscos admissíveis e, por conseguinte, quanto ao grau de tratamento e a qualidade dos efluentes necessários e suficientes para a garantia da segurança sanitária (HESPANHOL & PROST, 1994).

Segundo Bastos (1999), as águas residuárias podem conter em suas composições dos mais variados agentes patogênicos. Entretanto a simples presença de um microrganismo patogênico não implica necessariamente na transmissão de doenças, caracterizando apenas um risco potencial. O risco real de um indivíduo ser infectado depende da combinação de uma

série de fatores: a resistência dos microrganismos ao tratamento do esgoto, as condições ambientais da localidade, a quantidade de dose infectante e a patogenicidade dos agentes infecciosos, a susceptibilidade e grau de imunidade do hospedeiro e o grau de exposição humana aos focos de transmissão.

A Organização Mundial da Saúde defende a aplicação dos postulados em relação ao consumo humano de água: os riscos microbiológicos de propagação de doenças são em geral de maior impacto que os riscos a saúde impostos pelas substâncias químicas (WHO, 2004). Cuidados e medidas devem ser tomados para combater os riscos, como a contaminação da água por bactérias, vírus, protozoários, micro-poluentes orgânicos e inorgânicos e metais pesados elencados à prática do reuso na irrigação. É necessário estabelecer bases científicas políticas, institucionais e legais para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática nacional de reuso na agricultura de forma a garantir que os microrganismos não estejam presentes na água em teores de densidades representativas a causar riscos para a saúde dos usuários (BLUM, 2003).

Ainda conforme Blum (2003), as vias de controle se estendem desde a aplicação de processos de tratamento eficazes até o monitoramento da qualidade da água por meio de análises periódicas. Portanto, o controle sanitário é um fator essencial de suma relevância na utilização dessa técnica, atentando-se quanto à contaminação e aos riscos referentes à saúde pública, que se associa aos agentes patogênicos que podem estar presentes nas águas de esgoto para reuso.

Para a minimização dos riscos, a Organização Mundial de Saúde definiu e publicou em 1989, os limites específicos de coliformes fecais e ovos de helmintos presentes na água de esgotos para cada tipo de cultura a ser irrigada, que são, respectivamente, 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros e um ovo de helminto por litro. Cabe salientar que, a interrupção da irrigação com esgoto duas semanas antes da colheita é uma medida eficiente na contaminação da cultura, reduzindo ainda mais os riscos à saúde (VAZ et al., 1996 apud WHO, 1989).

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<sup>-1</sup> 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.

Em 2006, foi lançada a edição da OMS relativa às questões do uso das águas residuárias, excretas, águas cinzas e saúde encontrando-se na presente data em vigor. Na atual edição está intrínseca a informação relativa ao contexto global de carga de doenças de veiculação hídrica em uma população, e como a utilização desse tipo de águas pode contribuir para a carga epidemiológica. O documento apresenta análise de riscos, estratégias de gestão de riscos, incluindo a quantificação das diversas formas de proteção da saúde e estratégias de implementações das diretrizes (WHO, 2006).

A nova versão das diretrizes da OMS (2006) está voltada aos riscos acarretados aos trabalhadores com exposição e contato direto com os efluentes tratados utilizados na irrigação irrestrita e restrita, e através do consumo das culturas de alimentos ingeridos crus. A redução dos patógenos (vírus, bactérias e protozoários) para proporcionar a proteção dos envolvidos deve ser de 6 a 7 logs, ou seja, uma carga de  $\leq 10^{-6}$  dias perdidos por pessoa no ano, no caso de helmintos, é adotado um parâmetro de  $\leq 1$  ovo de helminto por litro de água residuária tratada (WHO, 2006). De acordo com OMS (2003), DALY significa “Anos de Vida Adaptados à Incapacidade” (Disability adjusted life year) significando uma medida de falta de saúde, correspondente a um ano de vida saudável perdido.

As bactérias são organismos procariontes que se apresentam na maioria das vezes em colônias. As células componentes têm formas diversificadas, sendo esféricas, espiraladas, em bastão, com tamanhos compreendidos entre 0,3 a 20  $\mu\text{m}$  (METCALF & EDDY, 2003). Segundo Paganini (1997), inúmeros tipos de bactérias são encontrados na flora intestinal dos seres humanos saudáveis que, rotineiramente, são depositadas nas fezes. Devido ao teor de bactérias patogênicas encontradas nas fezes dos indivíduos infectados, os efluentes contêm um teor elevado de variedades bem como uma alta concentração, tal concentração varia conforme o padrão epidemiológico da população em questão, portanto é motivo para que as bactérias sejam utilizadas como indicadores de poluição fecal.

A existência de inúmeros de microrganismos presentes nas águas residuárias, dificulta o isolamento e a identificação dos microrganismos patogênicos, visto que a maioria é numerosa o suficiente para a identificação em pequenas amostras. 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  $24 \pm 2\text{h}$ .

Alguns autores sugerem a utilização da bactéria *Escherichia coli*, visto que nem todos os coliformes termotolerantes são de origem exclusivamente fecal (PAGANINI, 1997).

Conforme Di Bernardo et al. (2002), a bactéria *E. coli* possui suma importância para a avaliação da eficiência de tratamento de esgoto, uma vez que o organismo indica a presença fecal. São bactérias resistentes e se diverge das outras bactérias por fermentar a lactose do meio de cultura com produção de gás, aliado ao fato que a determinação da concentração desses patógenos não é laboriosa e dispendiosa comparada com outros organismos fecais.

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 às 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 desenvolvendo nas temperaturas mesófilas (35-37°C) e raramente nas temperaturas termotolerantes (45°C).

A *Salmonella* é o principal agente de doenças de origem alimentar em várias partes do mundo (WHO, 2005) e também no Brasil. 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.

### **2.5.2 - Análises microbiológicas**

Segundo Franco & Landgraf (1996), as análises microbiológicas são utilizadas para a verificação dos organismos presentes e para quantificá-los, podendo mensurar os riscos que o determinado alimento pode oferecer à saúde do consumidor. As análises são de total importância para que a verificação dos padrões e especificações microbiológicas para alimentos estejam sendo atendidos adequadamente.

Existe uma grande diversidade de métodos que podem ser utilizados para a detecção quantitativa e qualitativa de microrganismos em alimentos. Entretanto, é prudente utilizar métodos que possuam aprovação em órgãos reguladores, sendo métodos padrões ou por

recomendações (FRANCO & LANDGRAF, 1996). Segundo Pelczar Jr. et al. (1997), o procedimento é determinado pelo tipo de alimento e pelo propósito específico da análise.

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 quantificar, e os ensaios quantitativos, que determinam a quantidade do(s) microrganismo(s) alvo na amostra, geralmente por unidade de massa ou volume.

Silva et al. (2010) traz o método de contagem de microrganismo em placas como sendo o método geral utilizado para contagem de grandes grupos microbianos, como aeróbios mesófilos, termófilos, bolores e leveduras, variando-se o tipo de meio, a temperatura e o tempo de incubação.

Conforme Jay (1995) e Swanson et al. (1992), amostras de alimentos são homogeneizadas, diluídas em série, em diluente apropriado, plaqueadas com ou sobre um meio ágar apropriado e incubadas, após o processo, todas as colônias visíveis contadas. O procedimento se funda na premissa de que cada célula microbiana presente em uma amostra formará uma colônia separada e visível, quando proporcionado um meio que a permita crescer (meio de cultura). Conforme Silva et al. (2010), as células microbianas podem ocorrer em agrupamentos, impossibilitando o estabelecimento de uma relação direta entre o número de colônias e o número de células, portanto, é utilizado o número de unidades formadoras de colônias (UFC).

Segundo Silva et al. (2010), conforme descrito no Capítulo 7 do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (MORTON, 2001), a contagem padrão em placas, pode subdividir-se em: plaqueamento por profundidade (pour plate), por superfície (spread plate) ou filtração em membrana. O meio de cultivo recomendado para a maioria dos ensaios é o Ágar Padrão de Contagem (PCA), incubado a  $35 \pm 1^\circ\text{C}/48 \pm 2\text{h}$ .

A contagem total em placas, (Aerobic Plate Count), também denominada Contagem Padrão em Placas, é o método mais utilizado como indicador geral de populações bacterianas em alimentos. O processo não diferencia os tipos de bactérias, contudo é utilizado para a obtenção de informações gerais sobre a qualidade do produto (SILVA et al., 2010).

Segundo Siqueira (1995) os bolores e leveduras fazem parte de um grande grupo de microrganismos, oriundos principalmente do ar ou do solo. O mesmo autor conceitua bolores

como sendo fungos filamentosos, multicelulares e leveduras, fungos não filamentosos, normalmente disseminados por insetos vetores, pela ação do vento e por correntes aéreas.

Conforme Silva et al. (2010), a temperatura ótima de desenvolvimento de diversos fungos estão na faixa de 25 a 28°C, não obtendo crescimento desejável em temperaturas entre 35 e 37°C (temperaturas mesófilas) e escassamente em temperaturas a 45°C (termotolerantes). Os bolores deteriorantes de alimentos exigem oxigênio para o crescimento, sendo considerados aeróbios estritos, já as leveduras são capazes de obtenção de crescimento na completa ausência do oxigênio e em diferentes concentrações de gás carbônico.

Fungos infecciosos são pouco relacionados com alimentos, contudo, certas leveduras de origem alimentar podem ocasionar o desencadeamento de reações alérgicas e alguns bolores podem provocar infecções em indivíduos imunodeprimidos. Diversos bolores são produtores de micotoxinas, que são metabólicos tóxicos formados durante o crescimento (SILVA et al., 2010).

Conforme Silva et al. (2010), a técnica do número mais provável é uma metodologia de análise quantitativa que permite a determinação do número mais provável (NMP) do(s) organismo(s) alvo na amostra, através da inoculação de alíquotas dessa amostra em uma série de tubos, contendo um meio de cultura líquido adequado ao seu crescimento. A determinação do número de microrganismos é baseada no princípio de que, subdividindo a amostra em alíquotas, algumas irão conter microrganismo e outras não, a depender da quantidade dos microrganismos na amostra.

O número de alíquotas com microrganismo e alíquotas sem microrganismo permitem a estimativa probabilística da densidade original dos microrganismos na amostra. A aplicação da teoria da probabilidade depende de que os organismos estejam distribuídos ao acaso e homogeneamente por toda a amostra, no caso de amostras sólidas, pode ser atingida no preparo e homogeneização da primeira diluição, tomando-se as alíquotas a partir dessa diluição. Há ocorrências que as alíquotas da amostra sólida são inoculadas diretamente no caldo da cultura, entretanto, é mais raro e tem dependência do tipo de amostra (SILVA et al., 2010).

Ainda os autores trazem que, como a inoculação é realizada em meios líquidos, a técnica do NMP elenca diversas vantagens em relação à contagem padrão em placas. A primeira consiste na possibilidade de inoculação de quantitativos maiores da amostra,

aumentando-se proporcionalmente o volume de meio de cultura, conferindo à técnica uma sensibilidade maior do que a da contagem em placas e uma grande flexibilidade no estabelecimento do limite de detecção. Outra vantagem é que a técnica permite a introdução de etapas de recuperação de injúrias, utilizando um meio não seletivo para a inoculação inicial, mais favorável aos microrganismos injuriados e depois transferindo a cultura para meios seletivos.

Silva et al. (2010) classifica a técnica do NMP versátil, permitindo a enumeração de diferentes grupos ou espécies de microrganismos, variando-se o meio de cultura e as condições de incubação, no trabalho será empregado para a contagem de coliformes termotolerantes e *E. coli*. Outra aplicação seria a adaptação de métodos qualitativos para quantitativos, como a contagem de *Salmonella* (técnica da presença/ausência).

Para a homogeneização da amostra e preparo das diluições, são utilizados os procedimentos padrões e para a inoculação, apresenta dois formatos, a depender das alíquotas. Um é o formato do teste de diluição múltipla e o outro formato é o do teste de diluição única, no qual todas as alíquotas inoculadas são de uma mesma diluição, com igual quantidade da amostra (SILVA et al., 2010).

O método tradicional para análise de *Salmonella* é consideravelmente sensível, limitado à detecção de uma unidade formadora de colônia/25g de amostra, contudo é lento e trabalhoso (SILVA et al., 2010). Nos últimos dez anos houve um grande avanço no desenvolvimento de novos métodos, formadores de “kits” analíticos com marca registrada definida pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) como: “sistemas contendo todos os componentes chave para a realização da análise de um ou mais microrganismos, em um ou mais tipos de alimentos, segundo um determinado método” (SILVA et al., 2010 apud ANDREWS, 1997). O grande diferencial dos “kits” é que todo ou parte do material necessários para os ensaios são comercializados conjuntamente, sem a necessidade de preparação no laboratório.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe, em 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 3.1). A casa de vegetação utilizada no experimento possui modelo teto em arco simples que, conforme Martinez (1997) é de fácil construção, baixo custo de manutenção, possui um alto coeficiente de aproveitamento dos raios solares e praticidade na colocação do plástico. As dimensões do local do experimento são 5,30m de largura, 12,20m de comprimento e com pé direito de 3,00m, coberta com polietileno transparente de baixa densidade com 0,10 mm de espessura, para a proteção de chuvas e telas sombrites nas laterais que viabilizam a ventilação do local. O experimento foi conduzido em 03 bancadas metálicas com 0,45 m de altura, e dimensões 2,06x1,25 m.



Figura 3.1: Vista frontal da Casa de vegetação utilizada no experimento (UFS/DEA).  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012)

Foi realizada a preparação do local antes da sementeira, consistindo na remoção de gramíneas e ervas daninhas ao redor e abaixo das bancadas metálicas, com ganhos para a obtenção de uma cultura limpa. A sementeira foi realizada no dia 03/07/2012, foram dispostas as sementes sob fileira em sulcos de solo, em número de 05 (cinco) unidades. O primeiro desbaste das plântulas ocorreu após dez dias da sementeira, removendo as menos vigorosas.

O experimento foi compreendido entre os meses de julho a setembro de 2012 e foram cultivadas plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) em 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 dm<sup>3</sup>, irrigadas diariamente e contendo sementes fornecidas pela EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Os tratamentos utilizados foram diferenciados em proporções de efluente tratado e água da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). O ciclo de cultivo teve a duração de 70 dias após sementeira.

O efluente tratado utilizado no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Rosa Elze, localizada no bairro do Rosa Elze, município de São Cristóvão, estado de Sergipe. A ETE trata as águas residuárias geradas pelos bairros do Rosa Elze e do Eduardo Gomes, atuando com vazão aproximada de 7,6 L.s<sup>-1</sup>, composta por 05 (cinco) lagoas de estabilização disposta em série, sendo duas facultativas e três de maturação perfazendo uma área total de 29.650m<sup>2</sup>.

A ETE Rosa Elze foi construída na década de 80 e é mantida e operada pela DESO. As características físicas estão apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Características das lagoas da ETE Rosa Elze

<b>Lagoa</b>	<b>Profundidade (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
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 (Figura 3.2).



Figura 3.2: Esgoto “in natura”  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012)

Segundo Mendonça et al. (2005), estudos realizados na ETE Rosa Elze apontam a inexistência dos patogênicos denominados de alto risco bem como os protozoários devido ao fato do tempo de detenção do sistema ser elevado, cerca de 141 dias, favorecendo a excelente eficiência na remoção dos parasitas que sedimentam-se ao longo do tratamento das águas residuárias. Portanto o presente estudo foi voltado às bactérias (Coliformes termotolerantes, *E. coli* e *Salmonella*) e aos bolores e leveduras, devido à condição de silagem do material.

Após tratamento, as águas residuárias foram coletadas para a realização do experimento em vasos plásticos com capacidade de 20 litros, conforme Figuras 3.3 e 3.4:



Figuras 3.3 e 3.4: Ponto de coleta  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012).

Portanto, as fontes utilizadas no experimento foram duas: água potável da DESO, coletadas em reservatório de 500 litros, situado anexo à casa de vegetação e águas residuárias tratadas, proveniente da ETE Rosa Elze, transportadas semanalmente até o local do experimento em reservatórios plásticos de 20 litros com tampa. 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).

O solo do experimento foi preparado conforme as necessidades da cultura, visando o favorecimento da germinação da semente e do desenvolvimento do sistema radicular da planta e originado da localidade de Umbaúba, município de Sergipe, situado em área da EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS.

### **3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

O delineamento experimental realizado foi inteiramente casualizados (DIC), constituído por cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas proporções descritas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Proporções utilizadas nos tratamentos para irrigação do Girassol

Tratamento	Proporções utilizadas
T1	100% de água DESO
T2	100% de efluente
T3	50% de água DESO + 50% de efluente
T4	25% de água DESO + 75% de efluente
T5	75% de água DESO + 25% de efluente

Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012)

O efluente e a água foram distribuídos sobre os tratamentos por meio de sistema de irrigação, realizada diariamente e repostos individualmente em cada vaso (irrigação de superfície com regador) 100% da demanda evapotranspirométrica da cultura inicialmente. A demanda evapotranspirométrica de referência foi estimada diariamente, utilizando o método padrão FAO 56 Penman-Monteith (Equação 3.1) e do coeficiente de cultura ( $K_c$ ), este sendo multiplicado pelo  $ET_0$ , resultando na evapotranspiração da cultura ( $ET_{pc}$ ) (Equação 3.2).

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde as variáveis são:

$ET_0$  = Evapotranspiração de referência, mm.dia<sup>-1</sup>

$\Delta$  = inclinação da curva de pressão de vapor de saturação, kPa.°C<sup>-1</sup>

$R_n$  = saldo de radiação na superfície, MJ.m<sup>2</sup>.dia<sup>-1</sup>

$G$  = fluxo de calor no solo, MJ.m<sup>2</sup>.dia<sup>-1</sup>

$\gamma$  = constante psicométrica, kPa.°C<sup>-1</sup>

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

$U_2$  = velocidade do vento medida a dois metros de altura, m.s<sup>-1</sup>

$e_s$  = pressão de saturação do vapor d'água, kPa

$e_a$  = pressão do vapor d'água atual, kPa

$$ET_{pc} = K_c \cdot ET_o \quad (\text{Equação 3.2})$$

A equação 3.2 é utilizada quando a cultura é irrigada por aspersão ou superfície, pelo fato de que em geral, molham a área cultivada na sua totalidade. Ao se utilizar a irrigação por gotejamento ou micro aspersão, que molham uma fração da área cultivada, a equação sofre um acréscimo de um fator de ajuste, denominado fator de localização ( $f_L$ ) (FACCIOLI, 2006).

As variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) foram obtidas diariamente por uma estação meteorológica automática (Figuras 3.5 e 3.6) instalada dentro da casa de vegetação e o coeficiente de cultivo da cultura do girassol foi definido pelo documento FAO 56 (1998).



Figuras 3.5 e 3.6: Display e Estação meteorológica automática  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012)

### 3.3 COLETA, PREPARO DO SOLO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O solo utilizado no experimento foi coletado na localidade de Umbaúba, situada no Estado de Sergipe, em propriedade da EMBRAPA, no dia 19/04/2012. O procedimento de coleta consistiu basicamente na não descaracterização do material, sendo removido em camadas com espessuras de 20 cm (0-20cm; 20-40cm e 40-60cm) e sendo dispostas com as mesmas sequências nos vasos plásticos (Figuras 3.7 e 3.8).



Figuras 3.7 e 3.8: Solo dispostos nos vasos plásticos e Cobertura dos vasos a serem transportados  
Fonte: Danielle Gomes (2012).

Após a disposição final dos vasos em casa de vegetação, o solo foi devidamente umidificado por 48 horas, identificados e realizadas coletas para a caracterização. Concomitantemente foram realizados reforços das bancadas metálicas visando suportar o peso de todo o conjunto.

Segundo Souza (2004), a disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores ambientais que limita a produção e o desenvolvimento das plantas e na sua ausência a planta não completa o seu ciclo vital. São divididos em macro e micronutrientes, dependendo das quantidades exigidas pelas plantas, estas que não sendo atingidas, formarão fatores limitantes para o crescimento vegetativo do girassol e para a produção de matéria seca das plantas podendo traduzir em sintomas visuais característicos das deficiências nutricionais.

Conforme os resultados da realização da análise química do solo, foi realizada no dia 27/06/2012 a recomendação para a adubação de plantio, com quantitativos de 0,4416 gramas de potássio (K) e 1,104 gramas de fósforo (sob forma de  $P_2O_5$ ) por vaso, realizada conjuntamente na própria umidificação do solo (adubação de plantio).

Foi realizado o incremento de boro (B) e zinco (Zn) nos valores por vaso: 550 mg de ácido bórico e 675 mg de sulfato de zinco (BOLETIM 100/SP). A deficiência de boro é mais comum que a deficiência de qualquer outro micronutriente. O girassol é uma das culturas mais sensíveis à deficiência de B, podendo ser utilizada como planta indicadora do nível de disponibilidade de B no solo (SCHUSTER; STEPHENSON apud SOUZA, 2004) (Figura 3.9).



Figura 3.9: Correção do solo com Boro e Zinco.  
Fonte: Danielle Gomes (2012).

No dia anterior à sementeira foi realizada uma irrigação de preparação, no montante de cerca de 1 litro de água potável DESO e após a sementeira, por duas vezes diárias (500 ml) por uma semana. Como foi observado um elevado quantitativo de água percolando pelo vaso, foi realizada a irrigação de saturação, composta cada uma por 335 ml de água potável DESO, o valor foi obtido realizando o teste de percolação, que consistiu na colocação de bandejas abaixo dos vasos para a obtenção do volume percolado, o objetivo desse tipo de irrigação foi para a promoção de germinações uniformes e um bom desenvolvimento radicular das plantas.

A sementeira foi realizada no dia 03/07/2012. Foram dispostas cinco sementes cedidas, recomendadas pela EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS e portadoras de informações pessoais da referida instituição que eram do tipo híbridas (Figura 3.10). As sementes foram dispostas em fileira em casa vaso, em sulcos rasos, espaçadas cerca de 1,5 cm e profundidade média de 2,0 cm em relação a superfície.



Figura 3.10: Sementes dispostas no solo  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012).

Acerca de três dias após o plantio, observou-se a germinação das primeiras sementes (Figura 3.11). Com dez dias, foi feito o primeiro desbaste, removendo três plântulas de cada vaso, sendo a preferência dada por plântulas com eventual presença de fungos e menos vigorosas. No dia 01/08/2012, foi realizado o desbaste final do experimento, restando uma única plântula em cada vaso.



Figura 3.11: Início da germinação das sementes  
Fonte: Danielle Gomes (2012).

Após 15 e 36 dias após a semeadura, foram realizadas respectivamente, a primeira e a segunda adubação de cobertura, esta composta por uma solução de 2,45 g de uréia e 500 ml de água DESO por vaso (Figura 3.12).



Figura 3.12: Adubação de cobertura  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012).

Aos 56 dias da semeadura, deu-se início à emissão do botão floral das plantas e, aos 70 dias, com a floração superior a 50% (Figuras 3.13 e 3.14), foi efetuado o corte rente ao solo de todo o material (20 plantas) para a análise microbiológica dos girassóis, análises de Coliformes Termotolerantes, *E. coli*, Bolores e Leveduras e *Salmonella* (Figura 3.15). O material foi colhido devido ao fato de que a cultura apresentava-se no início da fase reprodutiva. O material foi devidamente acondicionado em sacos de papel 10 kg e identificados (Figura 3.16), e colocados em estufa por 48 horas à temperatura de 65°C, onde permaneceu até a constância de peso (desidratada). Então as plantas foram devidamente moídas e acondicionadas em sacos plásticos estéreis (Figura 3.17).



Figuras 3.13 e 3.14: Início do botão floral e Floração  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012).



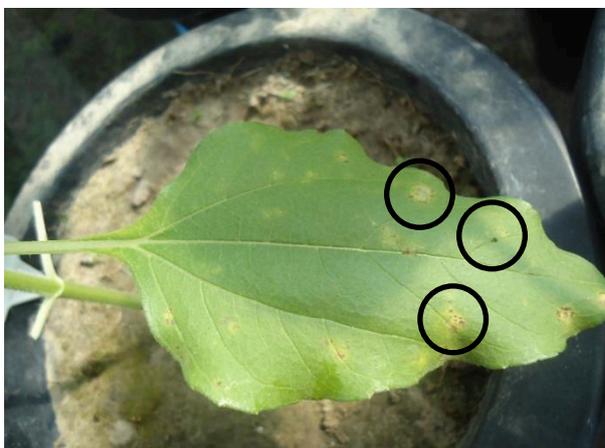
Figuras 3.15 e 3.16: Desbaste de planta para análise Microbiológica e Preparação plantas para estufa  
Fonte: Danielle Gomes (2012).



Figura 3.17: Processo de moagem da planta  
Fonte: Danielle Gomes (2012).

### 3.4 PRESENÇA DE PRAGAS E DOENÇAS

Com menos de um mês da semeadura (19/07/12), houve no experimento a presença da praga mosca minadora, colchonilhas (sugadoras de seiva) e fungos. Os fungos apresentados da classe Oídio (Figuras 3.20 e 3.21) foram combatidos por fungicidas à base de enxofre e mancozebe, nas proporções de 0,675 g para cada 750 ml de água potável, aplicados com borrifador manual somente nas folhas das plântulas em ciclos quinzenais (Figura 3.22). Após a aplicação do fungicida, a irrigação foi realizada com tratamento de 335 ml de água potável por duas vezes diárias.



Figuras 3.18 e 3.19: Fungo Oídio  
Fonte: Danielle Gomes (2012)



Figura 3.20: Pulverização  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2012).

Após a irrigação de adubação de cobertura, todas as folhas com sintomas de mosca minadora foram removidas para combater a proliferação. Na Figura 3.23, estão ilustradas as larvas e os ovos. Ao longo de todo o experimento foram observadas lagartas (Figura 3.24), sendo devidamente removidas assim que detectadas.



Figuras 3.21 e 3.22: Ovos e larvas da mosca minadora e Lagarta e os danos  
Fonte: Danielle Gomes (2012).

### 3.5 ANÁLISE DA ÁGUA RESIDUÁRIA BRUTA, TRATADA E ÁGUA POTÁVEL

As determinações físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Água do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). Nas amostras coletadas, foram determinados os índices de coliformes totais e coliformes termotolerantes, pelo método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>o</sup> ed. Washington (2005).

As análises das águas tratadas e residuárias utilizadas no experimento foram realizadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) e efetuada a análise dos resultados conforme as Resoluções CONAMA n<sup>o</sup> 357, de 17 de março de 2005 e n<sup>o</sup> 430, de 13 de maio de 2011. Em relação a água tratada foram realizadas duas análises, uma antes da semeadura dos girassóis e a segunda na colheita. Em relação a águas residuárias, foram efetuadas sete análises ao longo de todo o experimento, a primeira análise antes da semeadura e as demais distribuídas ao longo dos meses intensificando no final do experimento.

## 3.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA CULTURA

### 3.6.1 Preparação das amostras

Para a preparação de amostras para as análises microbiológicas, foi tomado por base orientações contidas na American Public Health Association (APHA), descritas na 4ª edição do Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods (DOWNES & ITO, 2001). A preparação das amostras foi compreendida por três etapas, que são a homogeneização do conteúdo e retirada da unidade analítica, a preparação da primeira diluição da unidade analítica e a preparação de diluições decimais seriadas, para inoculação nos meios de cultura (SILVA et al., 2010). Todo o procedimento desde a preparação até a obtenção dos resultados foram realizados pelo ITPS, órgão devidamente credenciado pelo INMETRO.

Na primeira etapa, foi realizada a homogeneização das amostras e retirada as unidades analíticas, no montante de 25 gramas cada, atendendo a ISO 6887-1 (1999) e ao Compendium, foram realizadas 04 amostras de cada um dos cinco tratamentos, totalizando 20 amostras. Contra amostras foram guardadas, ou seja, após a retirada das unidades analíticas o material remanescente foi estocado nas mesmas condições utilizadas antes das análises (SILVA et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2010), na segunda etapa da preparação das amostras, a unidade analítica foi diluída e homogeneizada com diluente para a permissão da inoculação nos meios de cultura específicos para cada análise, no experimento utilizou-se a água peptonada 0,1%, como diluente, recomendado pelo próprio Compendium. A diluição inicial foi a cada 25 g de amostra, 225 ml de diluente, a ISO 6887-1 (1999) recomenda que a temperatura do diluente seja a mesma do ambiente, para evitar injúrias aos microrganismos por choque térmico.

As diluições seriadas das amostras objetivam a redução do número de microrganismos por unidade de volume, permitindo a contagem no final do processo, geralmente são decimais para gerar a simplificação nos cálculos. Conforme a ISO 6887-1 (1999), o procedimento completo não pode ultrapassar 45 minutos e o intervalo entre o fim do preparo da primeira diluição e início da segunda e subsequentes não devem ultrapassar 30 minutos. O processo da segunda e subsequentes diluições constaram da transferência asséptica de 1 ml da primeira diluição ( $10^{-1}$ ) para 9 ml de diluente, atentando-se para antes de

cada transferência, agitar com inversões de 25 vezes em arco de 30 cm por cerca de 7 segundos.

### **3.6.2 Contagem de Bolores e Leveduras**

A análise foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade (pour plate). Foram inicialmente preparadas as amostras e as diluições seriadas, para a inoculação, foi selecionadas três diluições e inoculado 0,1 ml de cada diluição em placas de Petri separadas, estéreis e vazias.

Para a adição do meio de cultura, foi vertido nas placas inoculadas, 12 a 15 ml de Ágar Padrão para Contagem (Ágar batata), previamente fundido e resfriado a 44-46°C. Misturou-se o inóculo como meio de cultura movimentando suavemente as placas em superfície plana, em movimentos no formato de oito ou em movimentos circulares, de oito a dez vezes no sentido horário e anti-horário, as placas foram distribuídas em bancada para a solidificação do meio sem empilhamento e incubadas a 35°C por 48 horas.

Para a contagem das colônias, foram selecionadas as placas com 25 a 250 colônias e devidamente contadas com o auxílio de uma lupa, em um contador de colônias. Foi calculado o número de unidade formadoras de colônias (UFC) por grama da amostra multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada ( $\text{UFC.g}^{-1}$ ) (MORTON, 2001).

### **3.6.3 Contagem de Coliformes Termotolerantes e Escherichia coli**

Foi utilizado o método American Public Health Association (APHA) do número mais provável. Após preparadas as amostras e diluições seriadas, foram selecionadas três diluições da amostra e inoculadas uma serie de três tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) por diluição, adicionando 1 ml da diluição por tubos com 10 ml de LST. A incubação dos tubos de LST foram a 35°C de 24 a 48 horas, até apresentar a produção de gás. Ao produzir o gás, foi transferido uma alçada bem carregada de cada cultura para os tubos de Caldo E. Coli (EC) e incubado por 24 horas em banho-maria a 45°C até observar crescimento do gás (leitura positiva) (SILVA et al., 2010 apud KORNACKI e JOHNSON, 2001). Foram anotados os números de tubos de EC com produção de gás e determinado o Número Mais Provável (NMP)/g conforme tabelas (SWANSON et al., 1992).

Para a contagem de *E. coli*, cada tubo de EC com produção de gás em 48 h, foi estriado cada alçada da cultura em placas de Ágar Levine Eosina Azul de Metileno (L-BEM) e incubado a 35°C por 24 horas e observado se houve desenvolvimento de colônias típicas de *E. coli*, nucleadas com centro preto, com ou sem brilho metálico.

Nas colônias típicas foram transferidas duas sob forma isolada de cada placa para tubos de PCA inclinados e incubados a 35°C por 24 horas. Foram realizadas as colorações de Gram e inoculadas em meio teste e anotados as quantidades de tubos de caldo EC que foram confirmados a presença de *E. Coli* e determinado o NMP/g conforme tabelas.

#### **3.6.4 Método AOAC (Association of Official Analytical Chemists)**

Foi realizada pela forma de composição úmida, sendo pré enriquecida cada unidade analítica separadamente e compostos os caldos de pré enriquecimento obtidos, o volume de caldo de enriquecimento seletivo (Caldo Rappaport-Vassiliadis – RV ou RVS) foi feito na proporção 0,1ml de pré enriquecimento para 10ml de RV ou RVS, portanto foram necessários 200ml de RV ou RVS.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CLIMA

Segundo Ungaro et al. (2009), diversos estudos são realizados objetivando a quantificação dos efeitos do ambiente sobre o crescimento, desenvolvimento e rendimento das cultivares. Os autores destacam três variáveis consideradas de maior importância do ambiente que são a luz (radiação solar), a disponibilidade hídrica e a temperatura, portanto as exigências bioclimáticas das espécies associadas às variáveis descritas, adicionadas às características físicas definem a capacidade de armazenamento de água no solo e apontam as épocas e as zonas que cada espécie vegetal pode ser cultivada resultando um rendimento físico maximizado e diminuindo os riscos. Cabe também salientar que, nos riscos climáticos relacionados à cultura do girassol é importante caracterizar e considerar também as limitações impostas pelas condições atmosféricas sobre a ocorrência das principais doenças.

Ao longo de todo o experimento pode ser observado que as temperaturas apresentaram valor máximo de 30,53°C e mínimo de 20,99°C, e temperaturas médias atingindo cerca de 25°C (Tabela 4.1), portanto valores aceitáveis para um bom desenvolvimento da cultura em questão conforme apresentada na Figura 4.1.

Tabela 4.1: Médias mensais de temperaturas, umidade relativa do ar e radiação dentro da casa de vegetação.

Mês	T. máxima °C	T. média °C	T. mínima °C	Umidade Relativa (%)	Radiação (W/m <sup>2</sup> )
Julho	28,95	24,50	21,17	81,30	153,06
Agosto	29,34	24,49	20,99	78,95	159,58
Setembro	30,53	25,43	21,49	76,05	151,73

Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2013)

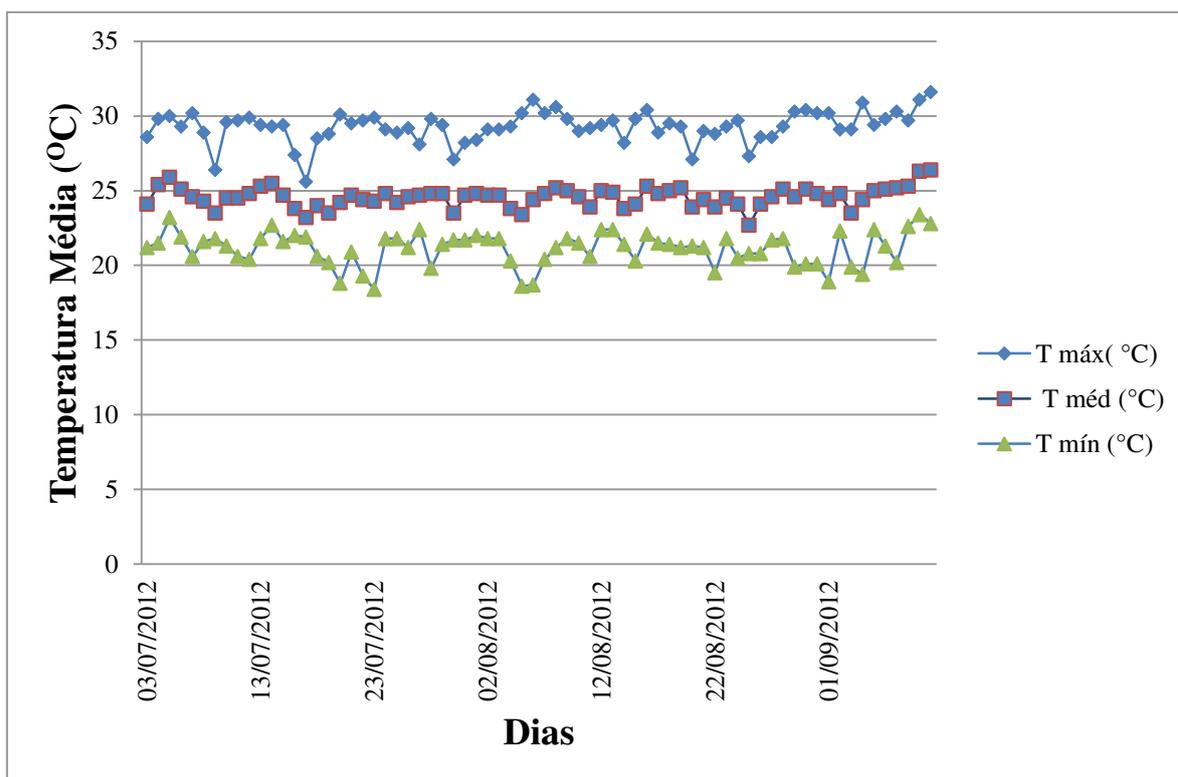


Figura 4.1: Médias mensais de temperaturas no interior da casa de vegetação.  
Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2013)

Ungaro et al. (2009) em seus estudos, apontam que a velocidade de germinação e emergência das plantas aumentam, sob forma exponencial, com a temperatura aumentando de 3 para 30°C. Contudo temperaturas com valores entre 37 a 40°C (acima de 35°C) prejudicam a germinação da cultura do girassol e ao atingir 45°C as sementes não alcançam a germinação. O girassol apresenta bom desenvolvimento em temperaturas que variam entre 20°C a 25°C, embora existam estudos que apontam que em condições controladas, as temperaturas entre 27°C a 28°C são denominadas de ótimas (UNGARO et al., 2009). Já Connor & Hall (1997) apontam que temperatura ótima situa-se em torno de 26°C e a máxima próximo a 40°C. Entretanto, Castro e Farias (2005) observam que não há redução significativa de produção na faixa de 8°C a 34°C, o que demonstra uma elevada tolerância da cultura, suportando regiões de dias quentes e noites frias.

Conforme Barni (1994), temperaturas baixas resultam em aumento do ciclo da cultura, atraso na floração e na maturação e quando ocorrem após o início da floração podem afetar diretamente no rendimento da cultura. Castro e Farias (2005) corroboram apontando que durante o desenvolvimento inicial, temperaturas baixas podem causar deformidades nas folhas

e danificar o ápice da planta, os autores ressaltam que temperaturas abaixo de 4°C a 5°C não há atividade fisiológica. Ungaro et al. (2009) ressaltam que inúmeros trabalhos determinam o efeito da temperatura sobre o ciclo do girassol, portanto cabe salientar a sua importância para o presente estudo.

Conforme se pode observar na Tabela 4.1 e Figura 4.2, a radiação solar apresentada durante o experimento obteve médias de 153,06, 159,58 e 151,73 W/m<sup>2</sup> para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente, com um pico somente no início do mês de agosto por alguns dias. Já a umidade relativa do ar (Figura 4.3) apresentou-se de 81,30, 78,95 e 76,05% para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente, ou seja, apresentando um decréscimo médio ao longo do experimento, contudo tanto a radiação solar quanto a umidade podem enquadrar-se em valores aceitáveis para a cultura do girassol.

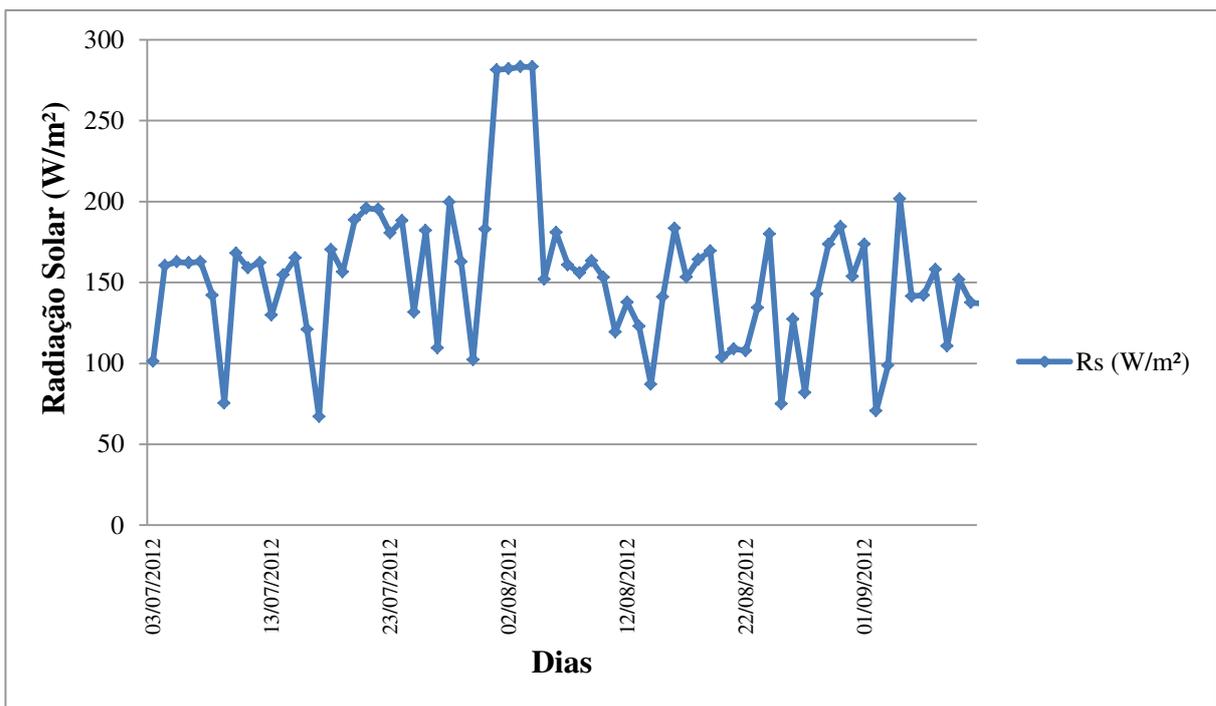


Figura 4.2 – Radiação Solar diária no interior da casa de vegetação

Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2013)

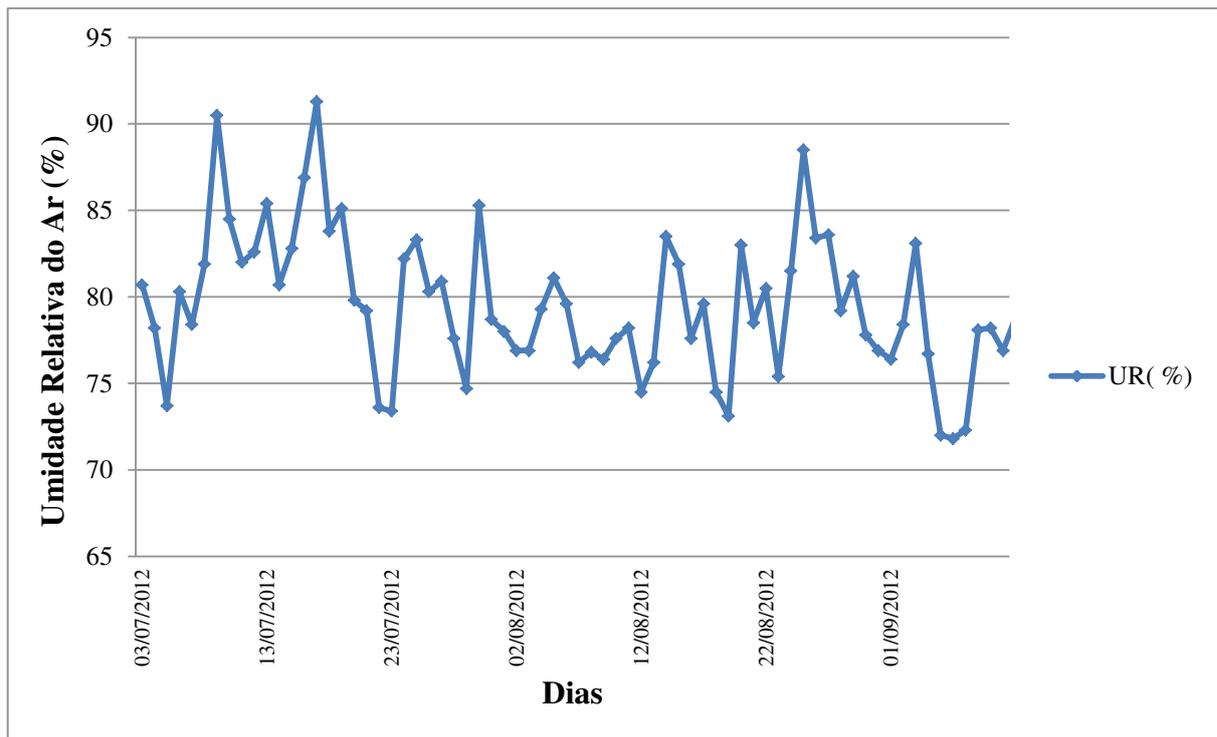


Figura 4.3 – Umidade relativa do ar diária no interior da casa de vegetação  
 Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2013)

Heldwein et al. (2012) apresentam em seus estudos que todas as culturas, inclusive o girassol, a radiação solar global ( $R_g$ ) apresenta elevada influência na produtividade, pelo fato de estar diretamente relacionado com a quantidade de carboidratos oriundos da fotossíntese. Os autores ainda salientam que outros processos relativos à planta e ao ambiente dependem da radiação, como a transferência de água da superfície para a atmosfera, o resfriamento e aquecimento do solo e do ar e o processo de evapotranspiração, este sendo melhor detalhado mais adiante no presente trabalho. A radiação global interage na superfície terrestre conforme diversos fatores, tais como a latitude, altitude, época do ano, disponibilidade hídrica do solo e temperatura da superfície, entre outros, originando a energia radiante disponível à superfície vegetada ou o saldo de radiação. Essa energia é fator determinante para a estimativa de perdas de água da cultura através do processo de evapotranspiração (MONTEITH & UNSWORTH, 1990).

Monteith (1977b) em artigo estabeleceu as bases para a comparação da relação empírica entre a acumulação de matéria seca e a acumulação de radiação solar interceptada por uma cultura. Através da compilação de resultados experimentais obtidos em condições ambientais diferentes, o mesmo autor conclui que a maioria das culturas acumula cerca de 1,4

g de matéria seca por MJ de radiação solar interceptada, o artigo foi particularmente importante na medida em que apresenta a eficiência de utilização da radiação como um parâmetro independente e adequado para descrever o desempenho das culturas e destacar limitações na produtividade (FERREIRA, 2007).

## 4.2 IRRIGAÇÃO

De acordo com a FAO 33 (2004), a cultura do girassol é tolerante ao déficit hídrico e recupera-se parcialmente a partir de estresse, exibindo menos reduções proporcionais no rendimento com o uso de água reduzida. As variáveis coletadas da Estação meteorológica automática foram utilizadas na equação de Penman-Monteith com a finalidade de obter os valores do  $ET_0$  e do  $ET_{pc}$  que estão representados na Figura 4.4. Pode-se observar o comportamento da figura relativa à radiação solar e da evapotranspiração da cultura, ambos apresentam-se sob forma similar, portanto pode-se concluir que a evapotranspiração de referência está intimamente ligada à radiação solar incidente na cultura, ou seja, é um fator preponderante para a obtenção do  $ET_0$ .

Ainda em relação à Figura 4.4, ao relacionar a evapotranspiração de referência e da cultura, pode-se observar que no experimento ambas apresentam-se crescente, devido ao fato do desenvolvimento da cultura, visto que as condições climáticas por fase fenológica apresentaram-se praticamente constantes, portanto a cultura ao desenvolver sua área foliar, conseqüentemente transpira em maiores quantidades, necessitando de maiores reposições. O fato do final do experimento ter sido materializado no momento do ponto de colheita, a figura não visualiza a fase da senescência da cultura, ou seja, a evapotranspiração sofrendo um decréscimo.

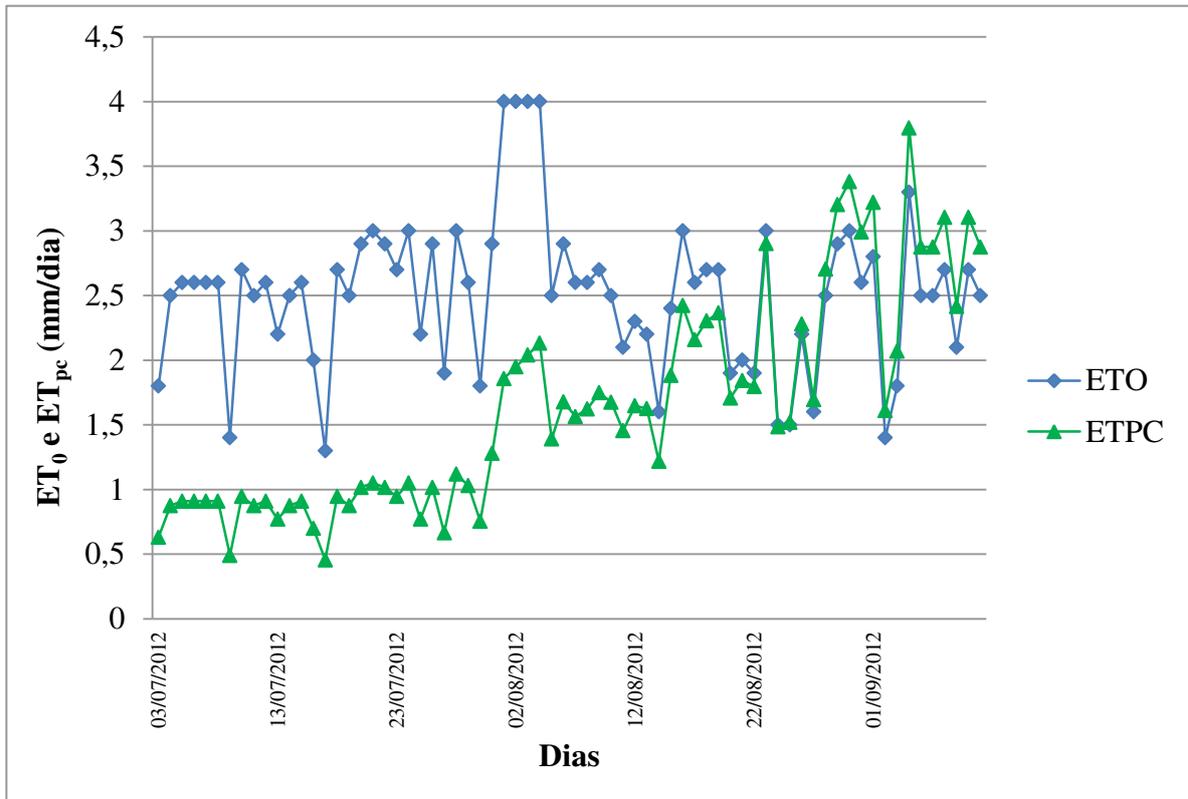


Figura 4.4 - Evapotranspiração de referência ( $Et_0$ ) e Evapotranspiração da cultura ( $Et_{pc}$ ) diários do girassol.

Fonte: Roseanne S. de Carvalho (2013).

A soma total da evapotranspiração de referência ao longo do ciclo de 70 dias foi de 219,30 mm por vaso, já a evapotranspiração da cultura foi de 165,80 mm por vaso, em relação à demanda hídrica, foi no montante de 7,65 litros por vaso.

### 4.3 QUALIDADE QUÍMICA DE EFLUENTE TRATADO E ÁGUA POTÁVEL

As análises químicas das águas tratadas e residuárias utilizadas no experimento foram compreendidas por:  $DBO_5$ , pH, fósforo total e nitrogênio total. Os resultados conferidos apresentam-se conforme as Tabelas 4.2 e 4.3.

Tabela 4.2 – Resultados das análises de água tratada

Amostra	Data da coleta	DBO (Método Respirométrico)	Nitrogênio Total	Fósforo Total (RBLE)	pH
Água tratada 01 (DESO)	27/06/12	91,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	0,3942 mgL <sup>-1</sup>	0,04 mg PL <sup>-1</sup>	7,12
Água tratada 02 (DESO)	10/09/12	97,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	Não detectado	0,02 mg PL <sup>-1</sup>	7,51

Fonte: Adaptado do ITPS (2012)

Tabela 4.3 – Resultados das análises de água residuária tratada (AR)

Amostra	Data da coleta	DBO (Método Respirométrico)	Nitrogênio Total	Fósforo Total (RBLE)	pH
AR 01	27/06/12	102,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	21,62 mgL <sup>-1</sup>	2,30 mg PL <sup>-1</sup>	7,85
AR 02	19/07/12	183,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	22,07 mgL <sup>-1</sup>	2,52 mg PL <sup>-1</sup>	7,12
AR 03	23/08/12	91,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	20,16 mgL <sup>-1</sup>	2,65 mg PL <sup>-1</sup>	7,53
AR 04	03/09/12	173,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	22,58 mgL <sup>-1</sup>	2,62 mg PL <sup>-1</sup>	7,73
AR 05	06/09/12	135,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	23,26 mgL <sup>-1</sup>	2,51 mg PL <sup>-1</sup>	7,61
AR 06	10/09/12	118,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	24,44 mgL <sup>-1</sup>	2,56 mg PL <sup>-1</sup>	7,69
AR 07	20/09/12	162,0 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	21,29 mgL <sup>-1</sup>	2,63 mg PL <sup>-1</sup>	7,65
Média	---	137,7 mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	22,20 mgL <sup>-1</sup>	2,54 mg PL <sup>-1</sup>	---

Fonte: Adaptado do ITPS (2012)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>) apresenta-se como um dos principais parâmetros de determinação da qualidade de uma água. A DBO mensura a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em mg L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub>, que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Portanto, a DBO<sub>5</sub> 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.

Conforme a Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 357/2005, os rios são classificados em classes diferentes, em função de características físico-químicas e microbiológicas, e um dos parâmetros diferenciais é a DBO<sub>5</sub>. Portanto será utilizado a classe 1 para a água tratada DESO e a classe 3 para as águas residuárias tratadas por estar voltada à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. Segundo a norma referenciada os rios classe 1 devem

apresentar  $DBO_5 < 3 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , os resultados apresentados foram de 91 e 97  $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , não atendendo aos parâmetros citados, o fato da água não ter sido coletada diretamente da torneira e sim de um reservatório localizado ao lado da casa de vegetação, reservatório esse que poderia conter algum tipo de incrustações.

Em relação às águas residuárias tratadas, a Resolução CONAMA nº 430/2011 aponta que a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO 5 dias, 20°C máxima pode ser de 120  $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , portanto as amostras AR 01, AR 03 e AR 06 com valores 102,0, 91,0 e 118,0  $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , respectivamente, atendem à referida resolução, 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. Segundo Mendonça et al. (2005) em seus estudos, pontuou a ETE Roza Elze com média de eficiência de 79%, atendendo portanto à média dos resultados obtidos de 137,7  $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$  no experimento.

Segundo Duarte (2006), a concentração do íon hidrogênio constitui um parâmetro importante para a análise da qualidade da água, sendo superficial ou residuária. Os valores de pH que promovem a existência da maior parte dos organismos biológicos estão entre 6 a 9 (CONAMA, 2005). Diante do fato, as águas residuárias que apresentam uma elevada concentração do íon  $\text{H}^+$ , 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).

Duarte (2006) apud Ayres & Westcot (1991) aponta que em relação ao efeito do pH nas águas destinadas à irrigação, é recomendado valores entre 6,5 a 8,4. A concentração de  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  apresentada nas águas de irrigação pode influenciar na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, na estrutura e nas propriedades do solo e nos sistema de irrigação. Portanto, segundo os dados apresentados nas Tabelas 4.2 e 4.3, todos os tipos de águas encontram-se dentro da faixa considerada ideal pelos autores citados e não representam efeitos negativos quanto à prática da irrigação.

Segundo Feigin et al. (1991), as águas residuárias são uma importante fonte de fósforo e, quando utilizadas na irrigação, restabelecem as fontes desse nutriente no solo. Contudo, quantidades em excesso do referido nutriente podem acarretar na deficiência induzida de cobre, zinco e ferro, sendo necessária a aplicação desses micronutrientes no solo ou nas folhas das plantas. Contudo é importante salientar que é de interesse para o reuso agrícola uma fonte considerável de adubação fosfatada.

Conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, o teor máximo de fósforo total para ambientes lênticos deve ser no máximo de  $0,020 \text{ mg L}^{-1}$ , portanto a primeira amostra de água tratada não apresentou dentro do parâmetro, contudo a segunda amostra foi aceitável. Kouraa et al. (2002) ao reutilizarem águas residuárias tratadas por um conjunto em série de lagoas anaeróbias, aeradas e facultativas para irrigação de batatinha e alface, quantificaram um valor médio de fósforo total correspondente a  $2,77 \text{ mg L}^{-1}$  e, ao final do ciclo, constataram que não houve diferença significativa nos parâmetros físico-químicos do solo após irrigações. A média dos resultados de fósforo total no presente estudo correspondeu a  $2,54 \text{ mg L}^{-1}$ , valor abaixo da média obtida no estudo citado, bem como os resultados de todas as amostras com águas residuárias, cujo maior valor foi o AR 03 de  $2,65 \text{ mg L}^{-1}$ .

Segundo Duarte (2006) as principais fontes de nitrogênio contida nos corpos receptores e nas águas superficiais são provenientes do lançamento de despejos domésticos, industriais, excretas humanos e fertilizantes sintéticos. O nitrogênio é um nutriente importante para o crescimento das plantas e, ao estar presente nas águas destinadas à irrigação, apresentam o efeito do nitrogênio utilizado como fertilizante. Contudo, elevadas quantidades do elemento podem acarretar em um crescimento desordenado e um retardamento na maturação dos frutos, resultando em colheitas de qualidade baixa.

Observa-se, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 4.3 e 4.4, que para a primeira amostra com água tratada apresentando pH menor do que 7,5, o valor máximo possível permissível de nitrogênio amoniacal total para a classe 1 é de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  portanto atende aos parâmetros estabelecidos com o valor de  $0,3942 \text{ mg L}^{-1}$ , na segunda amostra o pH está entre 7,5 e 8,0, portanto com parâmetro de  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  atendendo com o resultado de não ter sido detectado. Duarte (2006) aponta em seus estudos que a irrigação com esse tipo de águas apresentou um valor médio de nitrogênio amoniacal de  $25,41 \text{ mg L}^{-1}$  para o cultivo do pimentão, fato este que contribuiu para a elevação da produção da cultura. Contudo, a autora salienta que deve ser considerado o teor de nitrato no solo, pela representação de riscos de

poluição eminentes nas águas subterrâneas, portanto no caso de águas residuárias foi obtido no presente estudo, uma média de 22,20 mg L<sup>-1</sup>, valor que não ultrapassa os acima citados bem como os resultados obtidos em todas as amostras com águas residuárias, cujo maior valor foi o AR 06 de 24,44 mg L<sup>-1</sup>.

#### **4.4 ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA SECA DO GIRASSOL**

No reuso de águas residuárias na irrigação, os contaminantes de importância para a saúde pública são biológicos. A determinação da quantidade de organismos patogênicos presentes nas águas residuárias é de suma importância devido ao alto risco que sua utilização pode acarretar à saúde pública. A consideração sobre gestão de riscos implica no fato de que diretrizes não são produzidas com o objetivo de serem aplicadas de maneira direta e absoluta em todos os países, na verdade as diretrizes objetivam o estabelecimento de um determinado nível de saúde pública elencando a riscos preestabelecidos, fornecendo assim uma referência comum para o estabelecimento de padrões nacionais ou regionais.

Os resultados microbiológicos obtidos na presente pesquisa foram comparados com padrões legais sob esfera federal estabelecida. Convém salientar a inexistência de legislação relativa à alimentação animal sob forma de silagem, portanto foi utilizada no presente trabalho a legislação voltada à alimentação humana (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA) que de certa forma torna a análise com maior teor de rigor. Pode-se observar que, todos os tratamentos utilizados encontraram-se dentro dos padrões ANVISA, portanto convém recomendar o tratamento cinco (T5), composto na sua totalidade por águas residuárias tratadas.

A menção de contagem < 3,0 para a metodologia convencional indica que nenhum dos tubos inoculados se mostrou positivo, podendo ser encarado como ausência de coliformes fecais por g ou ml de produto. A Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 (ANVISA, 2001) determina como contagem máxima de coliformes fecais (coliformes termotolerantes ou E. coli) para farinhas, massas alimentícias e similares, no subitem de produtos a base de amidos, farinhas semielaborados (processos industrializados) estáveis à temperatura ambiente de 50 NMP.g<sup>-1</sup>. Conforme explicitado anteriormente e apresentado na Tabela 4.4, os resultados encontrados foram de valores < 3,0 NMP.g<sup>-1</sup>, portanto pode-se observar que atendem aos

parâmetros da legislação. Em relação a análise da *Salmonella* sp., os padrões microbiológicos recomendados são ausência de *Salmonella* sp. em 25 gramas, valores estes devidamente atendidos conforme também apresentado na Tabela 4.4 devido ao fato que, para a preparação da silagem, o material foi colocado em estufa a 65°C e essas bactérias à esta temperatura empregada desnaturam-se até a morte.

Tabela 4.4 – Resultados microbiológicos da parte aérea do Girassol moído

Tratamento	Coliformes termotolerantes (NMP g <sup>-1</sup> )	E. coli (UFC g <sup>-1</sup> )	Bolores e Leveduras (UFC g <sup>-1</sup> )	Salmonella sp.(em 25 g)	Proporções
T1R1	<3,0	<3,0	9	Ausência	
T1R2	<3,0	<3,0	9	Ausência	100% água
T1R3	<3,0	<3,0	<10	Ausência	DESO
T1R4	<3,0	<3,0	<10	Ausência	
T2R1	<3,0	<3,0	<10	Ausência	
T2R2	<3,0	<3,0	<10	Ausência	100% água
T2R3	<3,0	<3,0	9	Ausência	residuária
T2R4	<3,0	<3,0	<10	Ausência	
T3R1	<3,0	<3,0	<10	Ausência	
T3R2	<3,0	<3,0	<10	Ausência	50% água
T3R3	<3,0	<3,0	<10	Ausência	DESO/
T3R4	<3,0	<3,0	<10	Ausência	água residuária
T4R1	<3,0	<3,0	9	Ausência	25% água
T4R2	<3,0	<3,0	<10	Ausência	DESO
T4R3	<3,0	<3,0	<10	Ausência	75% água
T4R4	<3,0	<3,0	<10	Ausência	residuária
T5R1	<3,0	<3,0	<100	Ausência	25% água
T5R2	<3,0	<3,0	<10	Ausência	residuária
T5R3	<3,0	<3,0	<10	Ausência	75% água
T5R4	<3,0	<3,0	<10	Ausência	DESO

Fonte: ITPS (2012)

Os resultados obtidos no presente estudo relacionados ao acima abordado, corroboram com as observações realizadas por Al-Nakshabandi et al. (1997) e Emongor (2004), quando esses autores constataram a ausência de Coliformes fecais, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. e *E. coli* em todas as amostras analisadas de berinjela e tomate irrigado com águas residuárias tratadas. Koraa et al. (2002) em seus estudos também observaram que culturas irrigadas com águas residuárias tratadas e com água potável apresentaram concentrações de coliformes fecais menores que 3,0 e de ovos de helmintos menores que 1 ovo.L<sup>-1</sup>.

Em relação aos bolores e leveduras também foram utilizados os padrões microbiológicos recomendados para grupos populacionais específicos, com valores de 50 UFC.g<sup>-1</sup>, que ao realizar o comparativo com a Tabela 4.5, observa-se que os valores obtidos foram menores que 10, excetuando uma repetição no tratamento de 25% de água residuária e 75% de água DESO que apresentou um resultado menor de 100, não implicando o não atendimento aos padrões estabelecidos.

Bastos & Mara (1993), apontam que além da contaminação via irrigação, a contaminação das culturas pelo contato com solo acontece porque as bactérias tendem a sobreviver por mais tempo no solo do que nas culturas, uma vez que o solo apresenta condições, como matéria orgânica, umidade, temperatura e exposição solar, as quais são mais favoráveis para a sobrevivência e crescimento desses organismos. Além do contato com o solo através da colheita ou de respingos por ocasião da irrigação, o manejo da irrigação e o transporte também podem ocasionar a contaminação dos produtos irrigados.

Segundo Feachen et al. (1983), vírus e bactérias não podem penetrar no tecido vegetal exceto se o mesmo se encontrar danificado. Entretanto, alguns tipos de microrganismos patogênicos podem estar presentes na superfície das culturas quando estas são irrigadas ou fertilizadas com produtos de origem orgânica. Ainda os autores ressaltam que o tempo de sobrevivência dos microrganismos patogênicos nas culturas é bem menor do que em outros tipos de ambientes, como por exemplo, os vírus, bactérias e helmintos que sobrevivem um pouco mais do que 15 a 60 dias, dependendo do meio.

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 residuárias 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.

Diante do exposto, as águas residuárias tratadas poderão ser empregadas na irrigação de culturas de girassol. É importante salientar também que, deve-se promover sempre um tratamento eficiente do efluente a ser utilizado, 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, como é levantado em estudos realizados no México e Paquistão, por Alvarez (1997) e Van der Hoek et al. (2002), respectivamente.

Cabe salientar que o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura depende de ações conjuntas dos governos federal, estaduais e municipais, no que se refere ao planejamento adequado para uso e ocupação do solo, implantação de infraestrutura para coleta e tratamento dos esgotos gerados e desenvolvimento de programas que incentivem o uso de esgotos tratados para irrigação. Uma política criteriosa de reuso, transforma a problemática poluidora e agressiva dos esgotos, em um recurso econômico, além de que, com os seus devidos cuidados e vencidas as resistências de natureza cultural apresentar-se-á como uma solução sanitariamente segura, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Os padrões de qualidade microbiológica de águas residuárias tratadas destinadas à irrigação somente estarão encorpadas definitivamente após inúmeras demonstrações de sua suficiência como medida de proteção da saúde. Far-se-á valer através de testes sob diferentes condições, tais como pode-se citar: clima, culturas irrigadas, métodos de irrigação e qualidade de efluentes. Evidências conclusivas de transmissão de doenças (riscos reais de saúde) apenas podem ser obtidas por meio de complexos estudos epidemiológicos e, assim sendo, a avaliação de riscos potenciais não deixa de representar uma ferramenta valiosa. É importante salientar a necessidade de estudos voltados à análise da qualidade microbiológica do solo utilizado na cultura, para assegurar o sistema solo-água-planta.

A realização do plantio em campo a fim de avaliar o comportamento do desenvolvimento da cultura é uma recomendação do presente estudo, visto que o seu desenvolvimento em vasos pode ter ficado comprometido em virtude do confinamento, bem como avaliar os índices de contaminação obtidos no solo, e que os governos estaduais e federais iniciem processos de gestão para estabelecer bases políticas, legais e institucionais para o reuso, tanto ao uso de efluentes, como aos planos nacionais ou estaduais de recursos hídricos (PNRH e PERH).

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados da presente pesquisa, foi possível concluir que:

1. O clima da região estudada se adequou ao requerido pela cultura do girassol em termos de radiação solar, umidade relativa do ar, temperaturas máxima, mínima e médias, estas encontradas na região semiárida do Estado, portanto em termos climáticos, é possível obter-se bons resultados em toda região.
2. A matéria seca da parte aérea do girassol moído sob as condições estudadas poderá ser utilizada para a alimentação animal, visto que os resultados se encontraram dentro dos padrões sanitários aceitáveis inclusive para a alimentação humana, visto que não existe legislação voltada à alimentação animal, e que a influência apresentada pela irrigação com águas residuárias apresentou-se sob forma positiva em diversos trabalhos relativo à temática, aumentando inclusive a produtividade das culturas estudadas.
3. Como não houve diferenciação substancial relativa entre os diferenciados tipos de tratamento utilizados na pesquisa, poderá ser utilizado o tratamento com 100% das águas residuárias tratadas, otimizando a destinação desse material.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Campanha “Água é vida e vida não se desperdiça”**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/aguavida/aguavida.asp>>. Acesso em: 22 ago. 2012.
- 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.
- AL-NAKSHABANDI, G. A.; SAQQAR, M. M.; SHATANAWI, M. R.; FAYYAD, M.; AL-HORANI, H. **Some environmental problems associated with the use treated wastewater for irrigation in Jordan**. Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 34, 0.81-94, 1997.
- ALVAREZ, H. R. **El Valle de Mezquital**, México: Estudio de caso VII. Disponível em: <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/repindex/rep066/vallemez.html> Acesso em 09 jan. 2013.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. & CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p. 187-203 (Boletim Técnico, 100).
- BARNI, N. A. **Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica**. 1994. 249 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia-Agrometeorologia)- Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1994.
- BARTONE, C. R.; ARLOSOROFF, S. **Reuse of pond effluent in developing countries**. Watersci. Technol.19(12): 1987. p. 289-297.
- BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; KELLER, R. **Organismos patogênicos e efeitos na saúde humana**. In: Desinfecção de efluentes sanitários. PROSAB 3. Rio de Janeiro: ABES. p. 27-88, 2003.
- BASTOS, R. K. X.; MARA, D. D. **Avaliação dos critérios e padrões de qualidade microbiológica de esgotos sanitários tendo em vista sua utilização na agricultura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Natal, RN. Anais... Natal: UFRN, 1993.
- BERGAMASCHI, H. **Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas**. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1992. P. 25-32.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2009.
- BLUM, J. R. C. **Critérios e Padrões de Qualidade da Água**. In: MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. (Ed). Reuso de água. Barueri, SP: Malone, 2003. p. 125 - 126.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e Dá Outras**

**Providências.** Diário Oficial da União, 09/01/1997. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 16 de junho de 2012.

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](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm). Acesso em: 03 de outubro de 2012.

BRASIL. Projeto de Lei Nº 5296 de 23 de maio de 2005. **Institui as diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico - PNS.** Congresso Nacional, Brasília, 23/05/2005. Disponível em:

<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=286716>. Acesso em: 16 de junho de 2012.

\_\_\_\_\_. 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.cnrhshr.gov.br/>. Acesso em: 16 de junho de 2012.

BROWN, L. R. **Eco-Economia: construindo uma economia para Terra** . Salvador: UMA, 2003.

CÂMARA, J. B. D.; SANTOS, T. C. C. (Orgs). **GEO Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil.** Brasília: IBAMA, 2002.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento Sustentável: dimensões e desafios.** Papirus. Campinas, SP: 2003.

CARDOSO, M. R. A. Epidemiologia Ambiental. In: PHILLIPI JR (ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Baurueri: Malone, 2005. p. 87-116.

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2005 p. 163-218.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 357 de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.** Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2006. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506). Acesso em: 03 de dezembro de 2012.

CONAMA - 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 a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.** Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2006. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646). Acesso em: 14 de janeiro de 2013.

CONNOR, D. J. & Hall, A. J. (1997). Sunflower physiology. In: A.A. Schneiter. **Sunflower technology and production** (pp. 113-183). Agron. Monogr. 35. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.

- CONWAY, G. **Produção de alimentos no século XXI: biotecnologia e meio ambiente.** Trad. Celso Mauro Paciornik. - São Paulo: Estação Liberdade, 2003.
- CROOK, J. Water reclamation and reuse criteria. In: ASANO, T. **Wastewater reclamation and reuse.** Lancaster: Technomic Publishing, 1998. p. 627-704.
- DALTRO FILHO, **Situação Atual das Lagoas de Estabilização no estado de Sergipe – Brasil,** 1997.
- DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: Editora Rima, 2002.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA -COORDENAÇÃO GERAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Mapa de Disponibilidade hídrica do Brasil.** Brasília, 1992.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. , **Necessidades Hídricas das Culturas.** 5 ed., Rome: FAO, 1977. 204 p. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 24).
- DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** Washington: Apha, 2001.
- DUARTE, A. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão.** 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- EIGER, S. Autodepuração dos cursos d'água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS H. F. (Eds). **Reuso de água.** Barueri, SP: Malone, 2003. p 233 – 259.
- EMBRAPA. **A Cultura do Girassol.** In.: CASTRO, César de. Circular Técnica nº 13, 1997.
- EMONGOR, V. E.; RAMOLEMANA, G. M. **Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana.** Physics and chemistry of the earth, Oxford, v.29, p.1101-1108, 2004.
- ENNES, M. A. Identidade, natureza e sustentabilidade. In.: SANTOS, Antônio Carlos dos Santos. **Filosofia & Natureza.** São Cristóvão, SE: EdUFS, 2008.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Utilização de silagem de girassol na alimentação animal.** Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas / Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá : UEM/CCA/DZO, p. 177-217, 2001.
- FACCIOLI, G. G. et al. **Manejo básico da irrigação na produção de hortaliças.** Coleção Tecnologia fácil nº 18. 1ª edição. LK. Brasília: 2006.
- FAO, ONU, **Relatório Anual,** 2007.
- FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA, D. D. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management.** Chichester: John Wiley, 1983a.
- FEIGIN, A.; RAVINA, I; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection.** Berlin: Springer-Verlag, 1991.
- FERREIRA, A. M. D. R. P. **Microclima e Desenvolvimento do girassol em condições semi-áridas mediterrâneas.** 2007. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Superior de Agronomia. Lisboa: 2007.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Roma. **Wastewater treatment and use in agricultura**. Estudio FAO: Riego y drenaje N° 47, 1992.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.
- GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, Í. H. L.; RIBEIRO, A. G.; BECKMANN-Cavalcante, M. Z. **Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alfaca**. Scientia Agraria, v.8, n.2, p.185-192, 2007.
- HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; RADONS, S. Z.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; HINNAH, F. D. **Estimativa do saldo de radiação em girassol como função da radiação solar global**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2012.
- HESPANHOL, 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.
- HESPANHOL, I. **Saúde pública e reuso agrícola de esgotos e biossólidos**. In: Mancuso, P. C. S.; Santos, H. F. dos (ed.). Reuso de águas. Barueri: Manole, 2003. p.97-124.
- HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. Estudos Avançados, v.22, n.63, p.131-158, 2008.
- HESPANHOL, I.; PROST, A. **Who guidelines and national standards for reuse and water quality**. Water Research, 28 (1). London, 1994.
- HIRATA, R. Recursos Hídricos. In: TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- ISO 6887-1. **Microbiology of food and animal feeding stuffs – Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination – Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions**, 1<sup>st</sup> ed. The International Organization for Standardization, 1999.
- JAY, J. M. **Modern food microbiology**. 5 ed. Gaithersburg. Aspen Publishers, 1998.
- KORAA, A.; FETHI, F.; LAHLOU, A.; OUAZZANI N. **Reuse of urban wastewater by combined stabilization pond system en Benslimane (Marocco)**. Urban Water, Amsterdam, v.4, p.373-378, 2002.
- LEEuwEN, J. Van. **Reclaimed water – an untapped resource**. Desalination, n. 106. 1995.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005.
- LUCAS FILHO, M.; ANDRADE NETO, C. O.; MELO, H. N. S.; PEREIRA, M. G. **Evolução do processo de disposição de esgoto tratado através do escoamento sub-superficial em solo preparado com cobertura vegetal**. In: Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Coletânea de trabalhos técnicos – Volume 2. Projeto PROSAB/FINEP – Rio de Janeiro, 2001.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos S. (eds). **Reuso de Águas**. Barueri: Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informação em Saúde Ambiental, 2003.
- MANTOVANI, E. C; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. P. **Irrigação – princípios e métodos**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2009.

- MARQUES, M. O. et al. Uso de esgotos tratados em irrigação: Aspectos agrônômicos e ambientais. In: BASTOS, R. K. X. (coord.). **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. p. 61-116
- MARTINEZ, H. E. P.; FILHO, J. B. da S. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: UFV, 1997.
- MASTNY, L.; CINCOTTA, R. P. Analisando ligações entre população e segurança. In: LOPES, C (Apresentação); MULLETT, H.; MULLETT C. (Trad.). Estado do Mundo, 2005: **Estado do consumo e o consumo sustentável**. Wordlwatch Institute. Salvador: UMA, 2005.
- MENDONÇA, J.C. et al. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência ( $E_t$ ) na região norte fluminense, RJ**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.275-279, 2003 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- 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.
- METCALF; EDDY. **Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse**. New York: McGraw-Hill, 2003.
- MONTEITH, J. L. **The heat balance of soil beneath crops**. In: CLIMATOLOGY and Microclimatology. Paris: UNESCO, 1958.
- 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.
- MORUZZI, R. B. **Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios**. Rio Claro, SP, 2008.
- MOTA, S.; BEZERRA, F. C.; TOMÉ, L. M. **Avaliação do desempenho de culturas irrigadas com esgoto tratado**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES. Fortaleza-CE, 2000.
- ONU – Disponível em: <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/print/>. Acesso em: 10 jun. 2012.
- ONU – Organização das Nações Unidas. **Fatos sobre água e saneamento**. Departamento de Informação Pública das Nações Unidas, junho de 2012. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/agua.pdf>. Acesso em: 16 de jun. de 2012.
- PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo (escoamento à superfície)**. São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP, 1997.
- PAGANINI, W. S. Reuso de água na agricultura. In: MANCUSO P. C. S., SANTOS H. F. (Eds). **Reuso de água**. Baureri, SP: Manole, 2003.
- PELCZAR, JR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1997. V.2. cap. 30, p. 372-397: Microbiologia de Alimentos.
- PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome, 1992. 125p. (FAO irrigation and drainage paper, 47).

- PESCOD, M. B.; ALKA, U. **Guidelines for wastewater reuse in agricultural. In: Regional seminar on the treatment and use of sewage, effluent for irrigation, Food And Agriculture.** Roma: Organization of United Nations. Nicosia, 1985.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE. **Perspectiva para o meio ambiente mundial – 2002: Geo 3, passado presente e futuro.** OSTORINO, R. (coord.); SHELLARD, S.; CORREA, N. B (Trads). Brasília: IBAMA/UMA: 2004.
- PRUITT, W. O.; von OETTINGEN, S.; MORGAN, D. L. **Central California evapotranspiration frequencies.** Journal of the Irrigation and Drainage Division, New York, v. 98, n. IR- 2, 1972.
- RAWSON, H. M.; CONSTABLE, G. A.; HOWE, G. N. **Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments. II. Leaf growth.** Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v.7, p. 575-586, 1980.
- RIJSBERMAN, F. R. **Water scarcity: Fact or fiction?** Agricultural Water Management, v. 80, p.5-22, 2006.
- RODRIGUES, R. S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável e sustentado.** Garamond. Rio de Janeiro: 2008.
- SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo: Vértice, 1986.
- SEMENTES CONTIBRASIL. Girassol: manual do produtor. Campinas-SP, 1981.
- SHUVAL, H. I., ADIN, A., FATTAL, B., RAWITZ, E. e YEKUTIEL, P. **Wastewater Irrigation in Developing Countries: Health Effects and Technological Solutions.** World Bank Technical Paper Number 51. The World Bank, Washington, DC. 1986
- SIEBE, C. **Heavy metal availability to plants in soil irrigated with wastewater from México city.** Wat. Sci.Tech. Elsevier, vol.32, n. 12, p. 29, 1996.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** 4ª edição. São Paulo. Editora Varela, 2010.
- SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos.** Brasília: EMBRAPA, SPI; Rio de Janeiro EMBRAPA, CTAA, 1995.
- SOUZA, A.; OLIVEIRA. M. F.; CASTIGLIONI. V. B. R. **O boro na cultura do girassol.** Londrina, PR. Artigo 2004.
- SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade da águas e ao tratamento de esgoto.** – 3.ed.- Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Lagoas de Estabilização.** 2. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.
- STRAUSS, M.; HEINSS, U.; MONTANGERO, A. **On-site sanitation: when the pits are full –planning for resource protection in faecal sludge management. In: Proceedings, International Conference on Resolving Conflicts between drinking Water Demand and**

***Pressures from Society's Wastes*** (Chorus et al., editors). Bad Elster, Germany, 24-28 November, 2000.

SWANSON, H. M. J.; BUSTA, F. F.; PETERSON, E. H.; JOHNSON, M. G. Colony count methods. In: VANDERZANT, V.; SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.) **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: American Public Health Association, 1992. Chap. 4, p. 75-95.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY-USGS. **The water cycle**. Disponível em: <<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N. A.; RAMOS, N.P.; SENTELHAS, P. C. Org. MONTEIRO. J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009.

Van der HOEK, W.; HASSAM, M.U.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, D.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALI, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture: a case study from Haroonabad, Pakistan**. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/health/wastew/index.htm>. Acesso em 09 de jan. 2013.

VAZQUEZ-MONTIEL, O.; HORAN, N. J.; MARA, D. D. **Management of domestic wastewater for reuse in irrigation**. Wat. Sci. Tech. Great Britain: Elsevier Science, v. 33, n.10-11, p. 355-362, 1996.

VEIGA, J. E. da. Repensar o desenvolvimento. In: \_\_\_\_\_. **Meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: Senac, 2006. p. 119-180.

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**. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins. Tocantins: 2005.

WHO, **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Technical Report Series, No. 776, 1989.

WHO, **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards**. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization (Technical Report Series Nº. 517), 1973.

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

WOLF, A. T., KRAMER, A.; CARIUS, A.; DABELKO, G. D. Gerindo Disputas e Cooperação Hídricas. In: MULLETT, H.; MULLETT, C. (trads.) **Estado do Mundo, 2005: Estado do consumo e o consumo sustentável**. Wordlwatch Institute. Salvador: UMA, 2005.

## ANEXOS:


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 3483/12**

Revisão 03

Cliente	LUCIANA COELHO MENDONÇA	Telefone	
Endereço	RUA FRANCISCO RABELO LEITE NETO, 990 CASA 8	Contato(s)	8817-9580
e-mail	lumendon@uol.com.br	Fax	
Amostra(s)	Raçoes	Recepção	03/10/12

Amostra	1	Código	3483/12-01	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10 <sup>2</sup>	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	2	Código	3483/12-02	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	3	Código	3483/12-03	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	4	Código	3483/12-04	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	9	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	5	Código	3483/12-05	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	6	Código	3483/12-06	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	7	Código	3483/12-07	Coleta em	
Ensalo	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensalo
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coll	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bolores e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonellas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaio ITPS Nº 3483/12**

Revisão 03

Cliente	LUCIANA COELHO MENDONÇA	Telefone	
Endereço	RUA FRANCISCO RABELO LEITE NETO, 990 CASA 8	Contato(s)	8817-9580
e-mail	lumendon@uol.com.br	Fax	
Amostra(s)	Rações	Recepção	03/10/12

Amostra	8	Código	3453/12-08	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	9	Código	3453/12-09	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	5	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	10	Código	3453/12-10	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	5	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	11	Código	3453/12-11	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	12	Código	3453/12-12	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	13	Código	3453/12-13	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	5	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

Amostra	14	Código	3453/12-14	Coleta em	
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	-	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	-	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	-	AOACC 967.26	03/10/12

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaio ITPS Nº 3483/12**

Revisão 03

<b>Ciente</b>	LUCIANA COELHO MENDONÇA	<b>Telefone</b>	
<b>Endereço</b>	RUA FRANCISCO RABELO LEITE NETO, 990 CASA 8	<b>Contato(s)</b>	8817-9580
<b>e-mail</b>	lumendon@uol.com.br	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Rações	<b>Recepção</b>	03/10/12

Amostra	15	Código	3483/12-15	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

Amostra	16	Código	3483/12-16	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

Amostra	17	Código	3483/12-17	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

Amostra	18	Código	3483/12-18	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

Amostra	19	Código	3483/12-19	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

Amostra	20	Código	3483/12-20	Coleta em	
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>	<b>Data do Ensaio</b>
Coliformes a 45°C	<3,0	NMP/g	--	SMEWW9221B	03/10/12
Escherichia Coli	<3,0	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Bactérias e Leveduras em 25g	<1,0 X 10	UFC/g	--	Cont. em Placas	03/10/12
Salmonelas	Ausência	em 25g	--	AOACC 967 26	03/10/12

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, N°371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS N° 3483/12**

**Revisão 03**

<b>Cliente</b>	LUCIANA COELHO MENDONÇA	<b>Telefone</b>	
<b>Endereço</b>	RUA FRANCISCO RABELO LEITE NETO, 990 CASA 8	<b>Contato(s)</b>	8817-9580
<b>e-mail</b>	lumendon@uol.com.br	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Rações	<b>Recepção</b>	03/10/12

Motivo da revisão 03: retirar a análise de contagem.

**Legenda**

**NMP:** Número Mais Provável.

**SMEWW:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª. ed. Washington, 2005.

**UFC:** Unidade formadora de colônia.

**LQ:** Limite de Quantificação do Método.

**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

\*\*\*\*\*  
PARTE AÉREA MOÍDA DE GIRASSOL  
\*\*\*\*\*

Aracaju, 04 de abril de 2013

*Angela de Menezes Barreto*

Angela de Menezes  
Barreto  
Químico  
CRQ-SE - 07200183  
Lab. Microbiologia

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos