



Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal

doi: 10.4136/ambi-agua.1116

**Roseanne Santos de Carvalho^{1*}; José Sebastião dos Santos Filho²;
Larissa Oliveira Gama de Santana²; Danielle Almeida Gomes²;
Luciana Coêlho Mendonça²; Gregório Guirado Faccioli²**

¹Instituto Federal de Sergipe (IFS) – Aracaju, SE, Brasil

²Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE, Brasil

*Autor correspondente: e-mail: roseanne.carvalho@uol.com.br,
tiaofilho@hotmail.com, larissa.ogs@gmail.com, daniagro.almeida@gmail.com,
lumendon@uol.com.br, gregorioufs@gmail.com

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. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica da parte aérea da cultura do girassol. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe, *Campus* de 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. A irrigação foi realizada utilizando-se diferentes proporções entre água potável e água residuária tratada. A lâmina de irrigação foi obtida utilizando-se o método da FAO 56. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições por parcela útil. Os dados obtidos foram submetidos à análise, conforme os parâmetros recomendados pela Resolução nº. 12 de 02/01/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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 encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, contudo fazem-se necessários estudos que investiguem o efeito da variação do solo.

Palavras-chave: reuso, águas residuárias, qualidade microbiológica, cultura do girassol.

Influence of wastewater reuse on the microbiological quality of sunflowers for animal feed

ABSTRACT

The use of treated wastewater for agricultural purposes can be an alternative to maintaining the quality of water bodies and the biota of natural systems. It can also reduce the demand for water and preserve water supplies for more important uses. This study aimed to evaluate the effects of wastewater reuse in the microbiological quality of above ground parts of sunflower crops. The experiment was conducted from July to September 2012 in the greenhouse of the Department of Agricultural Engineering (DEA) at the Federal University of Sergipe, São Cristóvão *Campus*. Treated wastewater was collected at the Sewage Treatment

Plant (WWTP) Rosa Elze, located in the municipality of São Cristóvão, SE. Irrigation was performed using different ratios of water and treated wastewater. The irrigation followed the FAO 56 method. We used a completely randomized design (CRD) with five treatments and four replicates per plot. The data were analyzed according to the parameters recommended by Resolution n°. 12, 02/01/2001 of the Brazilian National Agency for Sanitary Vigilance. Coliforms, *E. coli*, yeast and mold, and Salmonella were counted. Results have shown that the microbiological quality of the superficial area of sunflower crops analyzed met the standards of Brazilian law. However, further studies should be conducted to investigate the effects of soil.

Keywords: reuse, wastewater, microbiological quality, sunflower crops.

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. 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 e, em decorrência, à 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.

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. Paganini (2003) corrobora com o autor, ressaltando que a utilização de efluentes tratados em solos deve ser constantemente monitorada, para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta. Vale salientar que o PROSAB (Programa de Pesquisas em Saneamento Básico) atua no desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias voltadas às águas residuárias no Brasil, com foco principal em todos os parâmetros citados anteriormente, acrescentando a visão da melhoria das condições de vida da população menos favorecida, esta mais necessitada de ações na área.

As recomendações apontadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) destacam a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, evitando diversas enfermidades. 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).

Segundo Bastos e Mara (1993), as águas residuárias podem conter em sua composição os 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 existência de inúmeros microrganismos presentes nas águas residuárias, dificulta o isolamento e a identificação dos microrganismos patogênicos, visto que a maioria não 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. Alguns autores sugerem a utilização da bactéria *Escherichia coli*, visto que nem todos os coliformes termotolerantes são de origem exclusivamente fecal (Paganini, 1997).

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, sendo as leveduras são mais exigentes que os bolores. A temperatura ótima da maioria dos fungos está entre 25 a 28°C, não se desenvolvendo nas temperaturas mesófilas (35-37°C) e raramente nas temperaturas termotolerantes (45°C).

A *Salmonella* é o principal agente de doenças de origem alimentar em várias partes do mundo (WHO, 2006) 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, mas também por vegetais contaminados com esterco que podem acarretar na transmissão.

Segundo Ungaro et al. (2009), no Brasil, apesar de apresentar pouca expressão, a cultura do girassol vem sendo praticada nos estados do centro-oeste, sul, sudeste e nordeste. 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.

Ainda de acordo com Ungaro et al. (2009), 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 e Lima (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 devido aos períodos de déficit hídrico que entravam a produção de alimentos volumosos de boa qualidade e, conseqüentemente, a manutenção da produção animal todo o ano.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. 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. MATERIAL E MÉTODOS

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. O experimento foi conduzido em 3 bancadas metálicas com 0,45 m de altura e dimensões de 2,06 x 1,25 m. Foi realizada a preparação do local antes da semeadura, 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 semeadura foi realizada no dia 03/07/2012, sendo as sementes dispostas sob fileira em sulcos de solo, em número de cinco unidades. O primeiro desbaste das plântulas ocorreu após dez dias da semeadura, removendo-se 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 com volume de 22,08 dm³, 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 semeadura.

O efluente tratado utilizado no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Rosa Elze, localizada no 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⁻¹, composta por cinco lagoas de estabilização dispostas em série, sendo duas facultativas e três de maturação perfazendo uma área total de 29.650m². A ETE Rosa Elze foi construída na década de 80 e mantida e operada pela DESO e suas características físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das lagoas da ETE Rosa Elze.

Lagoa	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Facultativa primária	2,00	8.735	17.470
Facultativa secundária	1,98	6.962	13.785
Maturação 1	1,96	4.712	9.236
Maturação 2	1,94	4.618	8.959
Maturação 3	1,92	4.623	8.876

Fonte: Planta baixa do projeto do sistema de lagoas de estabilização Rosa Elze.

Segundo Mendonça et al. (2005), estudos realizados na ETE Rosa Elze apontaram a inexistência de protozoários e helmintos no efluente, patógenos denominados de alto risco 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 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.

As fontes de irrigação utilizadas no experimento foram duas: água potável da DESO coletada em reservatório de 500 litros, situado anexo à casa de vegetação, e águas residuárias tratadas (efluente), 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 (Allen et al., 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. O delineamento experimental realizado foi inteiramente casualizados (DIC), constituído por cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas proporções descritas na Tabela 2.

Tabela 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: Carvalho (2013).

O efluente e a água foram distribuídos sobre os tratamentos por meio de sistema de irrigação, sendo contabilizada a carga de N e P do efluente como aporte de nutrientes, contudo não calculada pelo fato do objetivo do estudo ser o microbiológico. A irrigação foi realizada diariamente e reposta 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 e do coeficiente de cultura (Kc), este sendo multiplicado pelo ET₀, resultando na evapotranspiração da cultura (ET_{pc}).

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

O solo utilizado no experimento foi coletado na localidade de Umbaúba, situada no Estado de Sergipe, em propriedade da EMBRAPA. O procedimento de coleta consistiu basicamente na não-descaracterização do material, sendo removido em camadas com espessuras de 20 cm (0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm) e sendo dispostas com as mesmas sequências nos vasos plásticos. Após a disposição final dos vasos em casa de vegetação, o solo foi devidamente umidificado por 48 horas. Os vasos foram então identificados e o solo caracterizado.

Conforme os resultados da realização da análise química do solo, foi realizada a recomendação para a adubação de plantio, com quantitativos de 0,4416 g de potássio (K) e 1,104 g de fósforo (sob forma de P₂O₅) por vaso, realizados 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, de acordo com as recomendações do Boletim Técnico 100 (Ambrosano et al., 1996).

No dia anterior à semeadura foi realizada uma irrigação de preparação, no montante de cerca de 1 litro de água potável DESO e após a semeadura, por duas vezes diárias (500 mL) durante uma semana. Como foi observada elevada quantidade de água percolada pelo vaso, foi realizada a irrigação de saturação, composta cada uma por 335 mL de água potável DESO. Este 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 semeadura foi realizada no dia 03/07/2012 com cinco sementes híbridas cedidas e recomendadas pela EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. 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.

Acerca de três dias após o plantio, observou-se a germinação das primeiras sementes. Com dez dias, foi feito o primeiro desbaste, removendo três plântulas de cada vaso com eventual presença de fungos e menos vigorosas. Após trinta dias da semeadura, foi realizado o desbaste final do experimento, restando uma única plântula em cada vaso.

Após 15 e 36 dias após a semeadura, foram realizadas respectivamente, a primeira e a segunda adubação de cobertura compostas por uma solução de 2,45 g de ureia e 500 mL de água DESO por vaso.

Aos 56 dias da semeadura, deu-se início à emissão do botão floral das plantas (Figura 1) e, aos 70 dias, com a floração superior a 50 %, 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*, colhido quando a cultura apresentava-se no início da fase reprodutiva. O material foi devidamente acondicionado em sacos de papel 10 kg e identificados, e colocados em estufa por 48 horas à temperatura de 65°C, procedimento este de preparo para uma silagem de volumosos destinados à alimentação animal. O material permaneceu na estufa até a constância de peso (desidratação), onde então as plantas secas foram devidamente moídas e acondicionadas em sacos plásticos estéreis.



Figura 1. Início do botão floral.

Fonte: Carvalho (2013).

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* 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. Após a aplicação do fungicida, a irrigação foi realizada com tratamento de 335 mL de água potável por duas vezes diárias. Após a irrigação de adubação de cobertura, todas as folhas com sintomas de mosca minadora foram removidas para combater a proliferação. Ao longo de todo o experimento foram observadas lagartas, sendo devidamente removidas assim que detectadas.

Para a preparação de amostras para as análises microbiológicas, foram tomadas por base orientações contidas na *American Public Health Association (APHA)*, descritas na 4ª edição

do *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods* (Downes e 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 foi realizado pelo ITPS (Instituto Tecnológico de Pesquisa de Sergipe), órgão devidamente credenciado pelo INMETRO.

A análise da contagem de bolores e leveduras foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade (*pour plate*). Para a contagem de coliformes termotolerantes e *E. coli* foi utilizado o método *American Public Health Association* (APHA) do número mais provável e para a determinação da presença/ausência da bactéria *Salmonella* foi utilizado o método AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 mais rigorosa. Pode-se observar que, todos os tratamentos utilizados encontraram-se dentro dos padrões ANVISA, portanto podem-se recomendar todos os tratamentos utilizados no experimento, incluindo o tratamento cinco (T5), composto na sua totalidade por águas residuárias tratadas.

A menção de contagem $< 3,0 \text{ NMP g}^{-1}$ para a metodologia convencional indica que nenhum dos tubos inoculados se mostrou positivo, podendo ser encarado como ausência de coliformes fecais por g de produto. A Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 (Brasil, 2001) determina 50 NMP g^{-1} como contagem máxima de 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. Conforme explicitado anteriormente e apresentado na Tabela 3, os resultados de coliformes termotolerantes encontrados foram valores menores que $3,0 \text{ NMP g}^{-1}$, portanto pode-se observar que atendem aos parâmetros da legislação. Em relação a análise da *Salmonella sp.*, os padrões microbiológicos recomendados são ausência em 25 gramas, valores estes devidamente atendidos conforme também apresentado na Tabela 3 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.

Os resultados obtidos corroboram com as observações realizadas por Al-Nakshabandi et al. (1997) e Emongor e Rmolemana (2004), quando esses autores constataram a ausência de coliformes fecais, *Salmonella sp.*, *Shigela sp.* e *E. coli* em todas as amostras analisadas de berinjela e tomate irrigado com águas residuárias tratadas. Koraa et al. (2002) também observaram que culturas irrigadas com águas residuárias tratadas e com água potável apresentaram concentrações de coliformes fecais menores que $3,0 \text{ NMP g}^{-1}$ e de ovos de helmintos menores que 1 ovo L^{-1} .

Em relação aos bolores e leveduras também foram utilizados os padrões microbiológicos recomendados para grupos populacionais específicos, com valores de 50 UFC g^{-1} . Ao realizar o comparativo com a Tabela 3, observa-se que os valores obtidos foram menores que 10 UFC g^{-1} , excetuando uma repetição no tratamento de 25% de água residuária e 75% de água DESO que apresentou um resultado menor de 100 UFC g^{-1} , valor este que não acarreta ao não

atendimento aos padrões estabelecidos tanto pelo fato do grupo ser mais restrito bem como o valor estar enquadrado no parâmetro deste grupo.

Tabela 3. Resultados microbiológicos da parte aérea do Girassol moído.

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

Fonte: Carvalho (2013).

Kouraa et al. (2002) ao reutilizarem águas residuárias tratadas para irrigação de batatinha e alface, quantificaram um valor médio de fósforo total de 2,77 mg L⁻¹ e, ao final do ciclo, constataram que não houve diferença significativa nos parâmetros físico-químicos do solo após irrigações. A média de fósforo total no presente estudo correspondeu a 2,54 mg L⁻¹, valor abaixo da média obtida no estudo citado. Duarte (2006) aponta em seus estudos com o pimentão que a irrigação com esse tipo de águas apresentou um valor médio de nitrogênio de 25,41 mg L⁻¹, que contribuiu para a elevação da produção da cultura. Foi obtido nesta pesquisa uma média de 22,20 mg L⁻¹, valor que não ultrapassa o acima citado.

Bastos e 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 à 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 Feachem et al. (1983), vírus e bactérias não podem penetrar no tecido vegetal exceto se o mesmo se encontrar danificado. Entretanto, alguns tipos de microrganismos

patógenos podem estar presentes na superfície das culturas quando estas são irrigadas ou fertilizadas com produtos de origem orgânica. Os autores ainda ressaltam que o tempo de sobrevivência dos microrganismos patógenos nas culturas é bem menor do que em outros tipos de ambientes.

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. É importante ressaltar a necessidade de estudos voltados à análise da qualidade microbiológica do solo utilizado na cultura, para assegurar o sistema solo-água-planta.

4. CONCLUSÕES

A matéria seca da parte aérea do girassol irrigado com efluentes de lagoas de estabilização poderá ser utilizada para a alimentação animal sob as condições estudadas, uma vez que os resultados se encontraram dentro dos padrões sanitários aceitáveis inclusive para a alimentação humana e não existe legislação voltada à alimentação animal. Ademais a influência da irrigação com águas residuárias apresentou-se de forma positiva em diversos trabalhos relativos à temática, aumentando inclusive a produtividade das culturas estudadas.

Como não houve diferenciação substancial relativa entre os tratamentos utilizados na pesquisa, poder-se-á irrigar culturas de girassol com 100% das águas residuárias tratadas, otimizando a destinação desse material.

5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- 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, p.81-94, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3774\(96\)01287-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3774(96)01287-5)

- CARVALHO, R. S.; SANTOS FILHO, J. S.; SANTANA, L. O. G. ; GOMES, D. A.; MENDONÇA, L. C.; FACCIOLI, G. G. Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal). *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 157-167, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1116>
- ALVAREZ, H. R. **El Valle de Mezquital, México**: estudio de caso VII. 1997. Disponível em: <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/repindex/ repi066/ 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 Agrônômico de Campinas, 1996. p. 187-203. (Boletim Técnico, 100).
- 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. **Anais...** Natal: UFRN, 1993.
- BRASIL. Ministério da Saúde. 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.
- CARVALHO, R. S. **Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento em Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.
- 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.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2004.08.003>
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. (Eds.). **Anais do simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 177-217.
- FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA, D. D. **Sanitation and disease**: health aspects of excreta and wastewater management. Chichester: Jonh Wiley, 1983.
- HESPAHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S. SANTOS, H. F. (Eds.). **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003. p. 37-95.
- KORAA, A.; FETHI, F.; LAHLOU, A.; OUZZANI N. Reuse of urban wastewater treated by combined stabilization pond system en Benslimane (Marocco). **Urban Water**, Amsterdam, v. 4, p. 373-378, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00067-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00067-X)

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

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.

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: Manole, 2003.

RIJSBERMAN, F. R. Water scarcity: fact or fiction? **Agricultural Water Management**, v. 80, p. 5-22, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>

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**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. **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. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture: a case study from Haroonabad, Pakistan**. 2002. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/health/wastew/index.htm>. Acesso em: 09 de jan. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Wastewater use in agriculture. In: _____. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Genebra, 2006. Vol. 2.