



QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ALFACE IRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA DOMÉSTICA

M. R. A. dos Santos¹; R. R. Gomes Filho²; C. M. de Carvalho³; G. G. Faccioli⁴; T. P. Nunes⁵;
I. R. de C. Gomes⁶

RESUMO: A água é um bem essencial para sobrevivência e desenvolvimento humano, contudo, a água potável está cada vez mais escassa, já que o aumento populacional tem acarretado em um maior consumo desta e conseqüentemente na elevação do volume de efluente doméstico gerado. Sendo assim, ocorre a necessidade da busca por fontes alternativas de recurso hídrico para as situações que não exigem tal potabilidade. O reúso desse efluente na irrigação apresenta-se como uma alternativa, uma vez que o montante requisitado pela agricultura é contemplado sem prejudicar usos prioritários. Este trabalho teve como objetivo o estudo da viabilidade do uso do efluente doméstico tratado na irrigação da alface. O presente estudo foi desenvolvido em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) em um esquema fatorial 3 x 3 com cinco repetições, em casa de vegetação, na Universidade Federal de Sergipe (UFS) com o intuito de avaliar, em dois ciclos, a qualidade microbiológica da Alface Baba de Verão (*Lactuca sativa*) irrigada com diferentes concentrações de efluente (0, 50 e 100%); e três lâminas de irrigação, correspondente a 75, 100 e 125% da umidade na capacidade de campo. Para o controle de irrigação utilizou-se a leitura de tensiômetros instalados aleatoriamente em vasos. Cada tratamento foi constituído com cinco repetições, totalizando 45 vasos. Foi realizada uma análise composta de cada tratamento, sendo retirada de cada repetição de duas a quatro folhas mais próximas ao solo. As variáveis analisadas foram Coliformes e *Salmonella*, parâmetros exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para hortaliças de consumo “*in natura*”. A qualidade microbiológica da cultura se apresentou dentro dos padrões exigidos pela ANVISA. A água de esgoto doméstico tratada pode ser considerada uma possível fonte hídrica para a cultura da Alface variedade Baba de Verão, quando a água é aplicada no solo, nas proximidades do sistema radicular da cultura.

¹Mestre em Recursos Hídricos, UFS, São Cristóvão, Sergipe. reby_andrade@hotmail.com

²Doutor em Engenharia Agrícola, professor da UFS, São Cristóvão, Sergipe. rrgomesfilho@hotmail.com

³Doutor em Engenharia Agrícola, professor do IFBA, Xique Xique, Bahia. cmcarvalho78@gmail.com

⁴Doutor em Engenharia Agrícola, professor da UFS, São Cristóvão, Sergipe. gregorioufs@gmail.com

⁵Doutora em Ciências do Alimentos, professora da UFS, São Cristóvão, Sergipe. tpnunes@uol.com.br

⁶Graduando em Nutrição, Estácio, Aracaju, Sergipe. italorc@hotmai.com

PALAVRAS-CHAVE: Reúso; Coliformes; *Salmonella*.

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF IRRIGATED LETTUCE WITH DOMESTIC WASTEWATER

ABSTRACT: Water is an essential resource for human survival and development. However, drinking water is increasingly scarce, as population growth has led to increased water consumption and consequently higher domestic effluent volume. Therefore, there is a need to search for alternative sources of water resources for situations that do not require such potability. The reuse of this effluent in irrigation is an alternative, since the amount requested by agriculture is contemplated without prejudice to priority uses. This work seeks, therefore, the feasibility study of the use of treated domestic effluent in lettuce irrigation. The present study was developed in a randomized block design (RBD) in a 3 x 3 factorial scheme with five replications, in a greenhouse at the Federal University of Sergipe (UFS) in order to evaluate the microbiological quality of lettuce (*Lactuca sativa*) irrigated with different concentrations of effluents (0, 50 and 100%); and three irrigation depths, corresponding to 75, 100 and 125% of the moisture in the field capacity. It was used the reading of tensiometers installed randomly in pots for the control of irrigation. Each treatment consisted of five replicates, totaling 45 vessels. A composite analysis of each treatment was performed, and two to four leaves closer to the soil were removed from each replicate. The variables analyzed were Coliforms and Salmonella, parameters required by National Health Surveillance Agency (ANVISA) for in natura consumption vegetables. The microbiological quality of the crop was within the standards required by ANVISA. The treated domestic wastewater can be considered a possible water source for the irrigation of lettuce variety Baba de Verão, when the water is applied to the soil, in the vicinity of the root system of the crop.

KEYWORDS: Reuse; Coliformes; *Salmonella*.

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento crescente da população mundial, associado ao sistema econômico capitalista, os recursos hídricos vêm sendo degradados cada vez mais. Embora situado em um país com disponibilidade de água per capita elevada, o nordeste brasileiro, situado em regiões áridas e semiáridas, possui longos períodos de estiagem com forte incidência solar, o que eleva

a evaporação e reduz a quantidade de água acessível. Dessa forma, a água se mostra como um elemento limitante ao desenvolvimento nessa região.

A Agência Nacional de Águas - ANA (2013) cita, como fatores agravantes da degradação dos recursos hídricos, a produção agrícola com uso de agrotóxicos e irrigação; e o lançamento direto de efluente doméstico, responsáveis pela contaminação com coliformes e outras bactérias nas águas.

Campos et al. (2015) declaram que a escassez de água em regiões áridas e semiáridas tem se tornado cada vez mais recorrente, principalmente em países em desenvolvimento e áreas rurais. Silva et al. (2014) afirmam que o uso da água residuária na agricultura se mostra como uma alternativa válida, uma vez que disponibiliza água necessária para o incremento da produção agrícola, além de reduzir as pressões de demanda nos mananciais.

A Resolução nº 121 de 2010, estabeleceu diretrizes e critérios para o reúso na modalidade agrícola e florestal e afirma que o reúso para fins agrícola/florestal não deve colocar o meio ambiente ou a saúde pública em risco (BRASIL, 2010).

De acordo com Organização Mundial de Saúde (2006), nas regiões que possuem condições precárias de saneamento e as águas residuárias não tratadas são amplamente utilizadas na agricultura, ocorre alta incidência de infecções por protozoários e vírus, além disso, vermes intestinais representam riscos de saúde.

Os alimentos irrigados, de modo especial as hortaliças, são caracterizadas por sua importância na alimentação e na saúde humana e o seu consumo tem crescido não só pelo aumento da população, mas sobretudo pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor (ALLYDICE-FRANCIS; BROWN, 2012).

A alface (*Lactuca sativa*) é originária de espécies silvestres, que em tempos atuais ainda são encontradas no sul europeu e Ásia Ocidental. É uma planta anual que pertence à família Asteraceae (Compositae ou Compostas) e é uma herbácea, possuindo, assim, caules flexíveis (não lenhosos); além disso, suas folhas podem ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça” (FILGUEIRA, 2007).

De acordo com Silva et al. (2011), a alface é importante fonte de sais minerais e vitaminas, além de ser a hortaliça folhosa mais consumida pelos brasileiros. Para este autor, ainda, essas características fazem dessa planta um alimento de extrema relevância para saúde humana.

O estado de Sergipe produz alface suficiente para atender o comércio local e o município de Itabaiana se destaca como maior produtor da hortaliça em Sergipe, sendo que sua localização

geográfica central e a grande frota de caminhões da qual dispõe, facilita a distribuição da produção para cidades e até estados vizinhos (SILVA, 2011).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho é observar os efeitos do efluente doméstico tratado na qualidade microbiológica das folhas de alface Baba de Verão (*Lactuca sativa*), verificando, ao final do experimento, a possibilidade da substituição da fonte de água de melhor qualidade por uma inferior sem que haja contaminação do material vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), estabelecida no município de São Cristóvão, Região Nordeste do Brasil e posicionado no setor leste do estado de Sergipe.

Para este trabalho foi utilizada água de abastecimento da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e água residuária da Estação de Tratamento de Efluente da Universidade Federal de Sergipe (ETE-UFS). Foi utilizado o esgoto do reator aeróbio, que é o segundo tanque da ETE-UFS.

Foi utilizada a cultura Alface variedade Baba de Verão (*Lactuca sativa*), pertencente ao grupo das Asteraceae. A semente utilizada foi da marca ISLA, que possui, de acordo com o fabricante, 98% de germinação e 99,8% de pureza. Realizou-se a semeadura em bandeja de 150 células, colocando cerca de 5 sementes em cada uma destas. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, em horários de temperatura mais amena como recomendado pela Embrapa (2007), sendo a primeira às 7h30min e a segunda 16h30min. A germinação ocorreu com aproximadamente quatro a cinco dias após a semeadura.

O transplântio ocorreu por volta de vinte dias após a semeadura, quando as mudas possuíam quatro folhas definitivas, como recomenda a literatura. Foram transplantadas em cada vaso três mudas da Alface Baba de Verão, e após estabilidade da cultura, que ocorreu depois de sete dias do transplântio, procedeu-se com o desbaste, deixando apenas a mais vigorosa por vaso, quando iniciou-se a diferenciação dos tratamentos. Durante os sete primeiros dias após transplântio só foi utilizada água de abastecimento em todas as parcelas.

As parcelas foram constituídas de três diferentes porcentagens de água residuária com água de abastecimento proveniente da DESO, E₀ (100% de água de abastecimento DESO), E₁ (50% de efluente tratado + 50% de água de abastecimento), E₂ (100% de efluente tratado), e três lâminas distintas para irrigação, 100% (L₁), 75% (L₂) e 125% (L₃) da umidade na

capacidade de campo do solo, com cinco repetições, em um delineamento em blocos casualizados (DBC), gerando um fatorial de 3 x 3.

A determinação da lâmina foi relacionada com a umidade na condição de capacidade de campo, totalizando quarenta e cinco vasos e nove tratamentos.

O solo utilizado foi proveniente do Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe, o qual é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, que se caracteriza como profundo a pouco profundo; moderadamente a bem drenado; textura muito variável, mas com predomínio de textura média na superfície, e argilosa, em subsuperfície; e apresenta porosidade total baixa a média (EMBRAPA, 2006). Foi realizada a análise química do solo, sendo constatada a necessidade de correção, realizando-se a calagem com a incorporação do calcário em todo o volume de solo do vaso, efetuando, em seguida, a saturação deste até ser observada a percolação da água. Esperou-se, um período de aproximadamente 90 dias, tempo necessário para que ocorresse a correção do pH e a fertilidade do solo.

Fez-se a adubação no momento de plantio em todos os vasos já a adubação de cobertura, nitrogenada, foi realizada nos vasos que possuíam concentrações de 100% de água de abastecimento. Foram realizados dois ciclos da cultura da Alface, Figura 1, sendo a primeira iniciada em agosto e a segunda em outubro de 2016.



Figura 1. Alface no primeiro (A) e segundo ciclo (B)

A aplicação de água nos vasos foi realizada manualmente por meio de proveta graduada de 100 mL, evitando-se ao máximo o contato da Alface com o efluente.

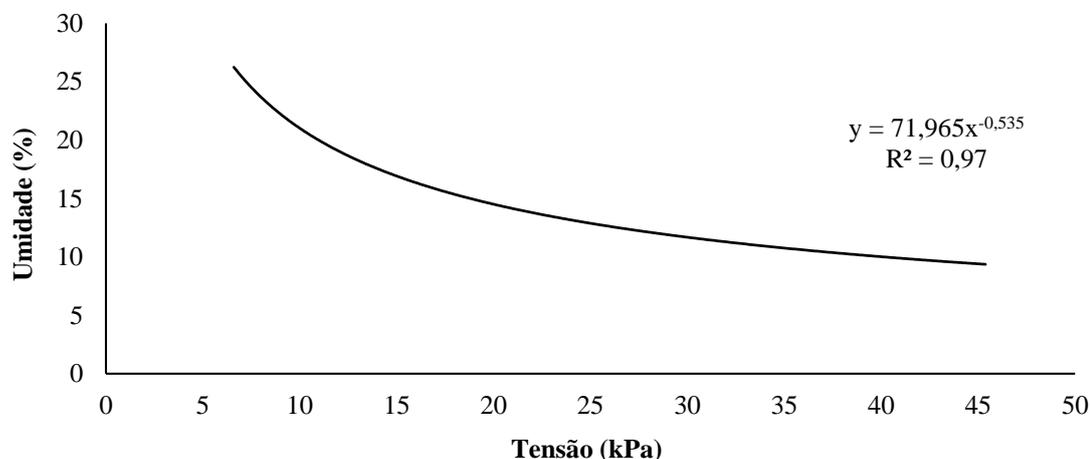
Na Tabela 1 podem ser observadas as siglas e as respectivas descrições dos tratamentos que foram utilizadas.

Tabela 1. Descrição das siglas de cada tratamento

SIGLA	DESCRIÇÃO
E ₀ L ₁	100% de água de abastecimento; 100% da capacidade de campo
E ₀ L ₂	100% de água de abastecimento ;75% da capacidade de campo
E ₀ L ₃	100% de água de abastecimento; 125% da capacidade de campo
E ₁ L ₁	50% água de abastecimento + 50% efluente; 100% da capacidade de campo
E ₁ L ₂	50% água de abastecimento + 50% efluente; 75% da capacidade de campo
E ₁ L ₃	50% água de abastecimento + 50% efluente; 125% da capacidade de campo
E ₂ L ₁	100% de efluente;100% da capacidade de campo
E ₂ L ₂	100% de efluente; 75% da capacidade de campo
E ₂ L ₃	100% de efluente; 125% da capacidade de campo

Para monitoramento da umidade, foram instalados nove tensiômetros, sendo um em cada tratamento, em vasos escolhidos aleatoriamente. A irrigação foi realizada quando a leitura do tensiômetro indicava que a umidade observada estava abaixo da umidade na capacidade de campo. Aplicava-se, então, a lâmina necessária para elevar esta umidade para a condição de umidade na capacidade de campo do tratamento analisado.

Para saber o momento da irrigação a partir do tensiômetros, determinou-se o teor de água no solo sob tensões variadas. A partir dessas informações, a curva de retenção foi elaborada, Figura 2.

**Figura 2.** Curva de retenção de água no solo para determinação da relação entre as umidades e as tensões no solo.

A faixa adotada para 100% da capacidade de campo (CC) foi 15 kPa e 35 kPa (umidade crítica do solo contabilizando a altura da coluna de água dentro do tensiômetro). Realizou-se uma relação para encontrar as faixas para 75 e 125% da CC, sendo adotadas 25,8 - 60,23 kPa e 9,84 - 22,97 kPa, respectivamente. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), hortaliças sob cultivo protegido possuem como tensão crítica -30 kPa.

As folhas foram submetidas à análise microbiológica para observar se houve contaminação destas pela água residuária tratada utilizada para irrigação da cultura. Para isso, foi realizada uma análise composta de cada tratamento, sendo retirada de cada repetição de duas a quatro folhas. Deu-se preferência para as folhas mais próximas ao solo, já que essas são mais susceptíveis a contaminação. As variáveis analisadas foram Coliformes e *Salmonella*, parâmetros exigidos pela ANVISA para hortaliças de consumo “*in natura*”.

Para a análise, foi separada, após pesagem da matéria fresca, uma alíquota de 25 g, quantidade exigida pela RCD número 12/2001 da ANVISA para análise de *Salmonella*. A análise foi realizada no Laboratório do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe - ITPS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 podem ser observados os valores encontrados de coliformes e *Salmonella* presentes na alface para cada tratamento.

Tabela 21. Qualidade microbiológica da alface irrigada com água residuária

	E ₀ L ₁	E ₀ L ₂	E ₀ L ₃	E ₁ L ₁	E ₁ L ₂	E ₁ L ₃	E ₂ L ₁	E ₂ L ₂	E ₂ L ₃
1º Ciclo									
Coliformes (NMP g⁻¹)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	9,3	9,3	9,3	9,3	3,6	9,2
<i>Salmonella</i> (em 25 g)	Ausente								
2º Ciclo									
Coliformes (NMP g⁻¹)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	2,3	3,0	3,5	9,2	< 3,0	< 3,0
<i>Salmonella</i> (em 25 g)	Ausente								

Para verificar a ocorrência, ou não de contaminação, seguiu-se o recomendado pela RDC nº 12/2001 da ANVISA, que permite, em hortaliças consumidas cruas, até 10² NMP g⁻¹ para coliformes a 45°, ou coliformes termotolerantes; e exige ausência de *Salmonella*. De acordo com essa informação, constatou-se que em todos os tratamentos, nos dois ciclos, estão dentro do limite de condições sanitárias satisfatórias.

Urbano (2013) analisou as características sanitárias da alface do tipo Elisa irrigada com água residuária tratada em sistema de gotejamento. De forma semelhante, a autora encontrou valores dentro do permitido pela ANVISA.

Santos et al. (2010) investigaram cinco áreas de vegetação, que produziam para comercialização, com o intuito de verificar se existia contaminação por coliformes termotolerantes e *Salmonella*. Foram coletadas 140 amostras entre coentro, alface, hortelã e couve. Como resultado, observaram ausência de *Salmonella*, porém encontraram valores acima do permitido para coliformes, principalmente para a cultura de alface e coentro.

Carvalho et al. (2013) ao analisarem qualidade microbiológica do girassol, encontraram valores dentro do limite exigido pela legislação para as duas variáveis. Dantas et al (2014) de forma semelhante, também verificaram níveis de coliformes termotolerantes e *Salmonella* dentro do limite estabelecido pela resolução, para a cultura de rabanete.

Juchen et al. (2013) analisaram a qualidade microbiológica da alface irrigada com águas residuárias agroindustriais e verificaram que os níveis de microorganismos nas alfaces ficaram com valores inferiores aos estabelecidos na Legislação Brasileira.

Silva et al. (2016) estudaram a qualidade da alface irrigada com águas provenientes de açudes da zona rural do município de Caruaru, no Agreste Pernambucano, e verificaram que as contagens de coliformes estavam acima do permitido pela legislação brasileira, resultados estes, piores que o obtido neste experimento com águas residuárias de efluentes domésticos tratados.

Varalho et al. (2011) avaliando a qualidade sanitária de alface fertirrigada com água residuária de origem doméstica, via gotejamento, obtiveram ausência de coliformes termotolerantes nas folhas.

Souza et al. (2013) avaliaram a qualidade microbiológica de frutos de pimentão produzidos com água residuária da suinocultura e verificaram que não foram contaminados por coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp., estando de acordo com os padrões microbiológicos sanitários exigidos pela Legislação Brasileira.

CONCLUSÃO

As análises microbiológicas constataram que as alfaces irrigadas com efluente estavam dentro dos limites permitidos pela RDC nº 12/2001 da ANVISA.

A irrigação com água residuária é uma opção válida, uma vez que mostrou suprir as necessidades hídricas e nutricionais da cultura da Alface var. Baba de Verão, além de estar dentro dos padrões exigidos pela legislação.

REFERÊNCIAS

ALLYDICE-FRANCIS, K.; BROWN, P. D. Diversity of antimicrobial resistance and virulence determinants in pseudomonas aeruginosa associated with fresh vegetables. **International Journal of Microbiology**, v. 2012, p. 1 -7. 2012.

ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: 2013. Brasília, DF, 2013.

BRASIL. **Resolução nº 121, de 16 de dezembro de 2010**. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005. Brasília, DF, 16 de dezembro de 2010.

CAMPOS, A. R, F; SZEKUT, F. D.; KLEIN, M. R.; RIBEIRO, M. D. Aplicação de efluente de esgoto tratado aplicado na agricultura. In: Inovagri Internacional Meeting. Fortaleza. **Anais**. 2015.

CARVALHO, R. S. de; SANTOS FILHO, J. S. dos; SANTANA, L. O. G. de; GOMES, D. A.; MENDONÇA, L. C.; FACCIOLI, G. G. Influência do reúso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 2, p. 157-167. 2013

DANTAS, I. L. de A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G de. Viabilidade do uso de água residuárias tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativa* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, p. 109-117, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso**. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/solos.htm#ava>> Acesso em 05 de novembro de 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Pimenta (*Capsicum* spp.). 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html> Acesso em 06 de novembro de 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 421 p. 2007.

JUCHEN, C. R.; SUSZEK, F. L.; VILAS BOAS, M. A. Irrigação por gotejamento para produção de alface fertirrigada com águas residuárias agroindustriais. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 243-256, 2013.

SANTOS, Y. O.; ALMEIDA, R. C. de C.; GUIMARÃES, A. G.; ALMEIDA, P. F. Hygienic-sanitary quality of vegetables and evaluation of treatments for the elimination of indigenous E. coli and E. coli O157:H7 from the surface of leaves of lettuce (*Lactuca sativa L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p.1083-1089, 2010.

SILVA, A. F. S.; LIMA, C. A. de; QUEIROZ, J. J. F.; JÁCOME, P. R. L. de A.; JÁCOME JUNIOR, A. T. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 2, p. 428 – 438, 2016.

SILVA, E. M. N. C. P; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p.242-245, 2011.

SILVA, S. A. **Caracterização da produção de alface e seleção de genótipos adaptados no município de Itabaiana, Sergipe**. 58f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2011.

SILVA, V. F.; NASCIMENTO, E.C.S.; ANDRADE, L.O.; BARACUHY, J.G.V; LIMA, V.L.A. Efeito do substrato bovino na germinação de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) irrigado com água residuária. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 13, n. 5, p. 3865-3871, 2014.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; MARTINS, I. P.; CARVALHO, C. V. M.; CARVALHO, W. B. Sanidade de frutos de pimentão fertirrigados com água residuária da suinocultura. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n.2, p. 124-134, 2013.

URBANO, V. R. **Aplicação de água de reúso tratada no cultivo de alface (*Lactuca sativa L.*)**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos.

VARALLO, A. C. T.; SOUZA, J. M. de; REZENDE, S. S. R.; SOUZA, C. F. Avaliação da qualidade sanitária da alface (*Lactuca sativa, L.*) irrigada com água de reuso comparada com amostras comercializadas. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 2, p. 295-304, 2011.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: Wastewater Use in Agriculture**. v. 2. Genebra/Suíça: WHO, 2006.