

QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA PARA REUSO NA AGRICULTURA IRRIGADA

TAMIRES LIMA DA SILVA¹

¹ Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, CEP 18610-307, Botucatu, SP, Brasil, E-mail: tamireslsilva@gmail.com;

1 RESUMO

A irrigação é uma técnica que visa o aumento da produtividade agrícola. No Brasil, é previsto um acréscimo de 45 % da área irrigada até 2030 (de 6,95 milhões de hectares-Mha para 10 Mha), resultando assim em um aumento da demanda hídrica. Neste contexto, o reuso de águas residuárias pode ser uma alternativa efetiva na prevenção de problemas de disponibilidade hídrica na agricultura irrigada; contudo, é necessário analisar a qualidade da água para melhor determinar os métodos de irrigação a serem empregados. Este trabalho apresenta uma revisão sobre os parâmetros que podem ser analisados para uma adequada interpretação da qualidade da água residuária para reuso agrícola. A literatura revisada revela que os parâmetros analisados para a caracterização da qualidade da água podem estar relacionados com seus efeitos no solo, na cultura, no manejo do sistema de irrigação, e aos potenciais riscos à saúde pública.

Palavras-chave: Reuso agrícola, irrigação, contaminação da água, saúde pública

SILVA, T. L.

WASTEWATER QUALITY FOR REUSE IN IRRIGATED AGRICULTURE

2 ABSTRACT

Irrigation is a technique that aims at increasing agricultural productivity. In Brazil, an increment of 45% of the irrigated area is predicted until 2030 (from 6.95 million hectares - Mha to 10 Mha), resulting in an increase in water demand. In this context, the reuse of wastewater can be an effective alternative to prevent problems of water availability in irrigated agriculture; however, it is necessary to analyze the water quality to better determine the irrigation methods to be used. This paper presents a review about the parameters that could be analyzed for an adequate interpretation of the wastewater quality for agricultural reuse. The revised literature reveals that the parameters analyzed for characterization of water quality could be related to their effects on soil, crop, irrigation system management, and potential risks to public health.

Keywords: Agricultural reuse, irrigation, water contamination, public health

3 INTRODUÇÃO

De acordo com o atlas que caracteriza a irrigação no Brasil,

desenvolvido pela Agência Nacional de Águas-ANA (2017), o Brasil dispõe de uma área irrigada de 6,95 milhões de hectares (Mha) sendo previsto um aumento de 45%

até 2030. Em contrapartida, um volume de 1.065 m³/s de águas residuárias urbanas foi gerado no ano de 2016, podendo este ser equivalente à irrigação de 5 milhões de hectares de áreas agrícolas (ÁGUAS, 2017).

O uso agrícola de Águas Residuárias (AR) pode permitir a reutilização direta de nutrientes, melhorar o rendimento de culturas, diminuir a carga orgânica lançada nos corpos hídricos, e contribuir para redução no uso de fertilizantes químicos (MELI et al., 2002; CORCORAN et al., 2010; LIBUTTI et al., 2018). No entanto, o reuso de AR em áreas irrigadas pode implicar em riscos à saúde pública devido à presença de patógenos (protozoários, bactérias, vírus, nematoides), e ao solo devido à presença de sais (SCHEIERLING et al., 2010; SILVA et al., 2016; JARAMILLO; RESTREPO, 2017). Dessa forma, para o êxito na utilização de águas residuárias em áreas irrigadas é essencial analisar sua qualidade físico química e microbiológica.

Quando se define qualidade da água, entende-se que esta deve estar dentro de um conceito normativo, aprovado para um determinado fim e que seja capaz de satisfazer uma necessidade ou uso. Segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2006), a qualidade da água para irrigação muitas vezes é expressa devido à salinidade, por meio da condutividade elétrica ou em relação à quantidade total de sólidos dissolvidos. Entretanto, uma correta interpretação da qualidade da água em sistemas de irrigação depende dos parâmetros analisados e sua relação com os possíveis efeitos no solo, na cultura, no manejo da irrigação e na saúde do trabalhador.

Este artigo apresenta uma revisão sobre os parâmetros que podem ser analisados para uma adequada interpretação da qualidade da água residuária para reuso na irrigação.

4 PARÂMETROS BÁSICOS

A água residuária é composta principalmente por partículas, matéria orgânica dissolvida e substâncias inorgânicas (N, Na, P, Ca, K, Mg, B e Cl), podendo também conter microcontaminantes emergentes e microorganismos patogênicos (CHEN et al., 2013; PEDRERO et al., 2010). Sua caracterização físico-química inclui a avaliação de várias propriedades como: turbidez, sólidos suspensos totais, sólidos totais, pH, salinidade, condutividade elétrica, taxa de absorção de sódio, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, nutrientes [N total / ou NO₃⁻ e P na forma de PO₄³⁻ fosfato e potássio mgK⁺/L] (OLIVEIRA; VON SPERLING, 2007; BARRETO et al., 2013). A análise microbiológica da água residuária é focada principalmente na identificação da presença de patógenos e parasitas humanos, e geralmente se baseia na enumeração de indicadores fecais e ovos de nematoides (BECERRA-CASTRO et al., 2015).

Azevedo et al. (2007) conduziu um estudo sobre o efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. Os resultados da análise de fertilidade do solo realizada antes da instalação do experimento demonstraram que o solo apresentava elevada concentração de potássio, e baixos níveis de fósforo, nitrogênio e sódio. As concentrações de nitrogênio, fósforo, sódio, cálcio, potássio e magnésio encontradas na água residuária foram superiores aos resultados obtidos para água de abastecimento, o que denota o potencial do uso desta água para aumento da fertilidade do solo. Com a utilização da água residuária na irrigação a produção de grãos teve um incremento de 144% em relação a irrigação com água de abastecimento. Entretanto, o teor de sódio encontrado na água residuária

foi 93% maior que na água de abastecimento, evidenciando a necessidade de realizar análises periódicas da qualidade da água residuária utilizada na irrigação a fim de prevenir problemas de salinidade e sodicidade no solo.

Barreto et al. (2013) analisou as mudanças nos atributos químicos de um solo irrigado com água residuária. Os resultados encontrados mostraram um aumento significativo dos teores de fósforo, cálcio, potássio e matéria orgânica, principalmente na camada superficial do solo.

Andrade et al. (2012) verificou um maior crescimento da cultura do girassol quando irrigada com água residuária, associando a este resultado, principalmente, o efeito positivo do nitrogênio presente na água residuária (30,28 mg L⁻¹), uma vez que na água de abastecimento este elemento que é importante ao crescimento desta cultura é ausente.

No estudo realizado por Souza et al. (2015), a água residuária urbana foi utilizada de forma complementar a adubação da cultura feijoeiro (25% de adubação química), o uso da água residuária na irrigação da cultura proporcionou alta produtividade (3810 kg ha⁻¹) apesar da utilização de menores doses de adubos químicos. Portanto, a aplicação de AR pode elevar o aporte de nutrientes no solo favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Segundo Von Sperling (2005), para uso na irrigação de hortaliças, produtos ingeridos crus e com casca recomenda-se que a água tenha salinidade não excessiva e seja isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde. Com relação às demais culturas o ideal é que a água não apresente substâncias prejudiciais ao solo, ao desenvolvimento das plantas, e apresente salinidade não excessiva.

A qualidade da água para fins de irrigação poderá ser analisada com relação a parâmetros ligados aos seguintes

aspectos: salinidade, infiltração, toxicidade, risco sanitário, e risco de entupimento de emissores.

5 SALINIDADE E INFILTRAÇÃO

Salinidade é definida como a presença de sais em excesso (na água ou no solo). A principal consequência do aumento da concentração total de sais solúveis no solo é a diminuição do seu potencial osmótico, o que ocasiona prejuízos para o desenvolvimento das culturas, em razão do decréscimo da disponibilidade de água no solo (TELLES; COSTA, 2010). No entanto, as culturas podem responder de forma diferente à salinidade. Culturas submetidas a um mesmo teor de sais em condições ambientais idênticas podem apresentar rendimento proporcional diferentes. De acordo com Ayres e Westcot (1985) culturas como: algodão, soja, sorgo e trigo podem ser mais tolerantes à salinidade do solo. Em geral, culturas de grãos têm sido observadas como mais resistentes à salinidade, apresentando um menor decréscimo nos rendimentos em uma ampla gama de condutividades elétricas em comparação com outras culturas mais sensíveis.

De acordo com estudo realizado por Coelho et al. (2018) a irrigação de genótipos de sorgo forrageiro sob diferentes níveis de salinidade pode ocasionar efeito significativo nas trocas gasosas foliares e nos teores de solutos orgânicos, mas não afeta os teores de clorofila a e b. Isso pode indicar um mecanismo adaptativo dessa espécie para evitar a degradação desses pigmentos causada pelo efeito de íons tóxicos. Estudos anteriores demonstraram que a salinidade reduz o teor de clorofila em plantas suscetíveis ao estresse salino e aumenta o teor de clorofila em plantas tolerantes.

A concentração total de sais na água para irrigação pode ser expressa

indiretamente pela sua condutividade elétrica (CE) ou em partes por milhão (ppm), devido a rapidez e da facilidade de determinação, a condutividade elétrica é geralmente o procedimento padrão escolhido para expressar a concentração total de sais no diagnóstico e classificação da qualidade das águas destinadas à irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). De acordo com Ribeiro, Maia e Medeiros (2005), ao avaliar o nível de salinidade, ou a concentração de sais solúveis nas águas de irrigação a CE é a variável mais amplamente utilizada. Esta medida tende a crescer proporcionalmente à medida em que a concentração de sais aumenta, podendo ser empregadas

$$RASc = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, RASc é a razão de adsorção de sódio corrigida em mmolc. L⁻¹, Na⁺ a concentração de sódio na água em mmolc.L⁻¹, Cac a concentração de cálcio corrigida na água em mmolc .L⁻¹, Mg²⁺ a concentração de magnésio na água de irrigação em mmolc .L⁻¹.

A capacidade de infiltração de água no solo pode aumentar devido ao acréscimo de salinidade e diminuir devido ao aumento da razão de adsorção de sódio (RAS) e, ou

equações lineares ajustadas para a condutividade elétrica em função de concentrações iônicas individuais.

O decréscimo na capacidade de infiltração de um solo dificulta a distribuição da lâmina de irrigação, comprometendo a disponibilidade hídrica para a cultura. Os teores totais de sais e o teor de sódio em relação aos teores de cálcio e magnésio podem comprometer a infiltração da água no solo (TELLES; COSTA, 2010). A proporção relativa de sódio, em relação a outros sais, pode ser expressa em termos da razão de adsorção de sódio (RAS), podendo ser calculada através da equação (BLANCO, 2008):

com decréscimo da salinidade. Dessa forma, os parâmetros RAS e salinidade, devem ser observados conjuntamente na avaliação dos impactos do reuso agrícola da água residuária na capacidade de infiltração do solo.

A tabela 1 apresenta as diretrizes para interpretar a qualidade da água residuária para irrigação de acordo com os parâmetros RAS e CEa (condutividade elétrica aparente do solo).

Tabela 1. Graus de restrição de uso da água residuária em relação a capacidade de infiltração de água no solo

Parâmetro	Restrição de uso		
	Nenhuma	Ligeira-Moderada	Severa
RAS (mmolc. L ⁻¹)		CEa (dS m ⁻¹)	
0-3	> 0,7	0,7-0,2	< 0,2
3-6	> 1,2	1,2-0,3	< 0,3
6-12	> 1,9	1,9-0,5	< 0,5
12-20	> 2,9	2,9-1,3	< 1,3
20-40	> 5,0	5,0-2,9	< 2,9

Fonte: Adaptado Ayres e Westcot. (1985)

Onde: CEa = Condutividade Elétrica aparente do solo; RAS = razão de adsorção de sódio

6 TOXICIDADE

Toxicidade devido a um íon específico ocorre quando esse íon é absorvido pela planta e se acumula em quantidades que resultam em danos ou produtividade reduzida. Os íons comumente presentes em águas residuárias são sódio, cloreto e boro (tabela 2). A fonte

de boro é geralmente proveniente de detergentes domésticos ou descargas industriais. O cloreto e o sódio também aumentam durante o uso doméstico, especialmente com o uso de amaciantes. Para culturas sensíveis, a toxicidade é difícil de ser corrigida sem alterar o fornecimento de água para a planta (PEDRERO et al., 2010).

Tabela 2. Graus de restrição de uso da água residuária avaliada segundo a toxicidade do sódio, cloreto, boro e bicarbonato.

Parâmetro	Restrição de uso		
	Nenhuma	Ligeira-Moderada	Severa
Sódio (Na)			
Irrigação Superficial (RAS)	< 3	3-9	> 9
Irrigação por Aspersão (mg L ⁻¹)	< 70	> 70	
Cloreto (Cl ⁻) (mg L ⁻¹)			
Irrigação Superficial	< 140	140-350	>350
Irrigação por Aspersão	< 100	> 100	
Boro (B) (mg L ⁻¹)	< 0,7	0,7-3	> 3
Bicarbonato (HCO ₃) (mg L ⁻¹)			
Irrigação por Aspersão	< 90	90-500	> 500

Fonte: Adaptado de Ayres e Westcot. (1985)

A alta concentração destes íons de sódio, boro e cloreto nas folhas das plantas pode ocasionar problemas de queima dos tecidos e clorose, ocasionando uma diminuição na produção vegetal. Culturas perenes, como as árvores frutíferas, de modo geral costumam ser mais sensíveis que as culturas de ciclo curto. Teores elevados de bicarbonatos e ferro também podem ser prejudiciais à produção vegetal podendo resultar em manchas nas folhas e nos frutos (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Em sistemas de irrigação por aspersão, é comum a ocorrência de danos às plantas (queimaduras nas folhas) devido a irrigação com águas que apresentem alta concentração de Na e Cl (BLANCO, 2008).

7 RISCO SANITÁRIO

Águas residuárias (AR) podem conter uma alta concentração de patógenos, como vírus, bactérias e parasitas. Além disso, altas concentrações de metais pesados nas águas de reuso pode ser muito perigoso para a saúde humana. Também, tem crescido a preocupação com micropoluentes emergentes (especialmente fármacos). O uso da água residuária na agricultura cria riscos para população que vive dentro e fora da área irrigada com AR (UN, 2013).

Culturas que são consumidas cruas ou que são cultivadas nas camadas superficiais do solo, como alface, couve, rabanete, cebola ou beterraba irrigadas com água residuária representam os maiores riscos para a saúde pública. Nematoides intestinais, incluindo *Ascaris lumbricoides*, *Ancliyostoma duodenale* ou *Necator*

americanus, e o *Trichuris*, representam o maior risco devido ao longo tempo de sobrevivência de seus ovos (vários anos na água e no solo) (SHUVAL; LAMPERT; FATTAL, 1997).

Na Etiópia, Woldetsadik et al. (2017) realizaram um estudo sobre a qualidade sanitária da cultura alface (*Lactuca sativa*) irrigada com água residuária. O valor médio de coliformes fecais encontrados na AR variou entre 4,29-

5,61 log 10 NPM.100 mL⁻¹, enquanto na cultura a concentração variou entre 3,46-5,03 log 10 NPM.100 mL⁻¹. Os valores médios para ovos de helmintos variaram de 0,9-3,1 ovos 1000 mL⁻¹ e 0,8-3,7 ovos 100g⁻¹ para amostras de água residuária e alface, respectivamente. Os resultados obtidos, tanto para a água residuária como para a cultura, ficaram acima dos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para reuso agrícola (tabela 3).

Tabela 3. Diretrizes de qualidade microbiológicas recomendadas para reuso agrícola

Categoria	Condições de Reuso	Grupo de Exposição	Nematoides^a intestinais (Nº médio aritmético de ovos por litro)	CF (Média geométrica – NMP 100 mL⁻¹)
A	Irrigação de culturas consumidas cruas, campos de esporte (gramado), parques.	Trabalhadores, consumidores, Público.	≤ 1	≤ 1000
B	Irrigação de culturas de cereais, industriais, forragem, pastagens ou árvores ^b .	Trabalhadores	≤ 1	Nenhum padrão recomendado
C	Irrigação localizada de culturas da categoria B se não ocorrer exposição aos trabalhadores e público.	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável

Fonte: Ayres & Mara (1996, p.5)

Onde: CF = Coliformes Fecais; NMP= Número mais provável

^a *Ascaris*, *Trichuris* e *Ancylostoma* espécies.

^b No caso das árvores frutíferas, a irrigação deve cessar duas semanas antes da colheita da fruta e nenhuma fruta deve ser retirada do chão. A irrigação por aspersão Sprinkler não deve ser utilizada.

No Brasil, Juchen, Suszek e Boas (2013) analisaram a qualidade sanitária da cultura alface (*Lactuca sativa* L) fertirrigada com água residuária agroindustrial. O valor médio de coliformes

fecais encontrados na AR variou de 50-750 NPM.100 mL⁻¹ e para a cultura os valores foram < 3 NPM.100g⁻¹. Também, analisando a qualidade sanitária do cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L)

com água de reuso proveniente de uma estação de tratamento de esgoto, Cuba (2015) teve como resultado a ausência de coliformes fecais na análise microbiológica das folhas das plantas de alface, e o valor médio de 150 NPM.100 mL⁻¹ na análise de coliformes fecais.

O nível de concentração de organismos patogênicos nas águas residuárias varia de acordo com a localidade, em virtude das condições socioeconômicas e sanitárias da população residente (HANJRA et al., 2012).

Doenças de veiculação hídrica como cólera e febre tifóide podem ser transmitidas devido à irrigação de culturas hortícolas com água residuária, caso estes sejam consumidos crus (SHUVAL;LAMPERT; FATTAL, 1997).

Estudos demonstram que bactérias, vírus e protozoários, normalmente, têm tempos de sobrevivência de 10 a 70 dias. Os fatores que podem afetar a sobrevivência desses patógenos no ambiente incluem umidade, temperatura, teor de solo, pH, níveis de radiação ultravioleta, tipo de planta e folhagem (UN, 2013).

8 RISCO DE ENTUPIMENTO DE EMISSORES

A qualidade da água residuária poderá afetar ou danificar o equipamento usado no sistema de irrigação sob forma de agressão, corrosão e incrustação, dessa forma uma análise das propriedades da água antes do uso na irrigação de culturas é extremamente importante para que o material mais adequado ao sistema seja selecionado, garantindo assim sua maior vida útil (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Na irrigação localizada deve-se considerar o risco de entupimento dos emissores. O entupimento de emissores pode resultar de causas físicas-areia, silte e argila, biológicas-bactéria e alga ou química-deposição mineral (PITTS, HAMAN, SMAJSTRLA, 1990).

A tabela 4 mostra a classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores, com base em fatores físico-químicos e biológicos.

Tabela 4. Classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores

Fator de entupimento	Risco de entupimento		
	Baixo	Moderado	Severo
Físico			
Sólidos em suspensão (mg L ⁻¹)	< 50	50-100	> 100
Sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹)	< 500	500-2000	> 2000
Químico			
pH	< 7	7-8	> 8,0
Manganês (mg L ⁻¹)	< 0,1	0,1-1,0	> 1,0
Ferro Total (mg L ⁻¹)	< 0,2	0,2-1,5	> 1,5
Ácido sulfúrico (mg L ⁻¹)	< 0,5	0,5-20	> 2,0
Sulfeto de hidrogênio (mg L ⁻¹)	< 0,2	0,2-2,0	> 2,0
Biológico			
Bactérias Heterotróficas (nº bactérias. L ⁻¹)	< 10.000	10.000-20.000	> 50.000

Fonte: Adaptado de Gilbert e Ford (1986)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da água, em muitos casos não é levada em consideração na elaboração de projetos de sistemas de irrigação. Como resultado, a irrigação poderá produzir efeitos adversos à cultura, ao solo, à vida útil do sistema, ou ainda servir como veículo para contaminação da população. Portanto, analisar os aspectos relacionados à qualidade da água residuária para reuso agrícola é importante a fim de

garantir o aumento da produtividade da cultura, a conservação do solo, a diminuição de danos aos equipamentos de irrigação e para evitar riscos sanitários.

10 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP pela concessão da bolsa de estudos (Processo Nº 2017/14729-3).

11 REFERÊNCIAS

ÁGUAS, Agência Nacional de (ANA). **Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas - Ana, 2017. Disponível em: <<http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>>. Access on: 18 abr. 2018.

ANDRADE, L. O. et al. Crescimento de Girassóis Ornamental em Sistema de Produção Orgânica e Irrigada com Água Residuária Tratada. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 01, p.69-82, 29 maio 2012. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p69>.

AZEVEDO, A. Q. R. M et al. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 63-68, janeiro-março, 2007.

AYRES, R.M.; MARA, D.D. **Analysis of Wastewater for Use in Agriculture: A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques**. Geneva: World Health Organization (WHO), 1996.

AYRES, R.S; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture** (Revised). Rome. FAO: Irrigation and Drainage Paper nº 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985.174p.

BARRETO, A. N. et al. Changes in chemical attributes of a Fluvent cultivated with castor bean and irrigated with wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p.480-486, maio 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013000500003>.

BECERRA-CASTRO, C. et al. Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. **Environment International**, [S.l.], v. 75, p.117-135, fev. 2015. Elsevier BV.

- BEDBABIS, S. et al. Effects of irrigation with treated wastewater on olive tree growth, yield and leaf mineral elements at short term. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 126, n. 3, p.345-350, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.020>.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. Ch. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ufv, 2006. 625 p.
- BLANCO, F. F. **Qualidade da Água para Irrigação**. Teresina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-norte, 2008. 2 p.
- CHEN, W. et al. Reclaimed water: A safe irrigation water source?. **Environmental Development**, [s.l.], v. 8, p.74-83, out. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2013.04.003>.
- COELHO, D. S. et al. Gas exchange and organic solutes in forage sorghum genotypes grown under different salinity levels. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 231-236, Apr. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n4p231-236>.
- CORCORAN, E. et al. **Sick Water?: The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development**. Arendal, Norway: Birkeland Trykkeri As, 2010. 88 p. (Rapid Response Assessment). United Nations Environment Programme, UN-HABITAT.
- CUBA, R. S. **Cultivo Hidropônico de Alface com Água de Reuso**. 2015. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2015.
- GILBERT, R.; FORD, H.W. Operational Principles/Emitter Clogging. In: NAKAYAMA, F.S; BUCKS, D.A; **Trickle irrigation of crop production**. [S.l.]: Elsevier Science Publishers, 1986.383p.
- HANJRA, M. A. et al. Wastewater irrigation and environmental health: Implications for water governance and public policy. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, [S.l.], v. 215, n. 3, p.255-269, abr. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.10.003>.
- JARAMILLO, M. F.; RESTREPO, I. Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. **Sustainability**, [s.l.], v. 9, n. 10, p.1734-1753, 11 out. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su9101734>.
- JUCHEN, C. R.; SUSZEK, F. L.; BOAS, M. A. V. Irrigação por Gotejamento para Produção de Alface Fertirrigada com Águas Residuárias Agroindustriais. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 18, p.243-256, jun. 2013. Trimestral.
- LIBUTTI, A. et al. Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v. 196, p.1-14, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.015>.

MELLI, S. et al. Influence of irrigation with lagooned urban wastewater on chemical and microbiological soil parameters in a citrus orchard under Mediterranean condition. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 285, n. 1-3, p.69-77, fev. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697\(01\)00896-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697(01)00896-8).

OLIVEIRA, S. C.; VON SPERLING, M. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 389-398, Dec. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000400005&lng=en&nrm=iso>. Access on 20 Aug. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522007000400005>.

PEDRERO, F. et al. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v. 97, n. 9, p.1233-1241, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.03.003>.

PITTS, D.J; HAMAN, D.Z; SMAJSTRLA, A.G. **Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems**. Florida: Cooperative Extension Service, 1990. 12p. Bulletin 258.

RIBEIRO, G. M.; MAIA, C. E.; MEDEIROS, J. F. de. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 15-22, Mar. 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100003&lng=en&nrm=iso>. access on 20 Aug. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000100003>.

SCHEIERLING, S. M., et al. **Improving Wastewater Use in Agriculture: An Emerging Priority**. Washington, DC: Banco Mundial, 2010. (Policy Research Working Paper 5412).

SHUVAL H.; LAMPERT Y.; FATTAL B. Development of a risk assessment approach for evaluating wastewater reuse standards for agriculture. **Water Science and Technology**, [S.l.], v. 35, n. 11-12, p.15-20, 1997. IWA Publishing. [http://dx.doi.org/10.1016/s0273-1223\(97\)00228-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0273-1223(97)00228-x).

SILVA, Á. F. S. et al. Bacteriological analysis of horticultural irrigation water. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.428-437, 15 abr. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1798>.

SOUZA, D. P. de et al. Influência da Fertirrigação por Sulco utilizando Água Residuária e Diferentes Níveis de Adubação na Produtividade do Feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 2, n. 20, p.348-362, jun. 2015. Trimestral.

TELLES, D. D' A.; COSTA, R. P. (Coord.). **Reuso da Água: Conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. Sao Paulo: Blucher, 2010. 408 p.

UN-Water Decade Programme on Capacity Development (UNW-DPC). **Safe Use of Wastewater in Agriculture**. Bonn, Germany: Un-water Decade Programme On Capacity Development (unw-dpc), 2013. 82 p

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, 2005. 452 p. Universidade Federal de Minas Gerais.

WOLDETSADIK, D. et al. Microbiological quality of lettuce (*Lactuca sativa*) irrigated with wastewater in Addis Ababa, Ethiopia and effect of green salads washing methods. **International Journal Of Food Contamination**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.1-9, 18 jan. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/s40550-017-0048-8>.