

## TRATAMENTO ELETROQUÍMICO EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE CULTIVO HIDROPÔNICO DE TOMATE

AGATHA DOS SANTOS<sup>1</sup>; KIANE CRISTINA LEAL VISCONCIN<sup>2</sup>; ARIIVALDO  
JOSÉ DA SILVA<sup>3</sup>; THAIS QUEIROZ ZORZETO CÉSAR<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária formada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas), estudante de mestrado na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) – UNICAMP, (19) 991784023, agathasantos@hotmail.com.

<sup>2</sup>Graduada em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) – Campus Inconfidentes, estudante de mestrado na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) – UNICAMP, (35)99855-6652, kivisconcin@gmail.com

<sup>3</sup>Graduado em Tecnologia Sanitária Modalidade Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Engenheiro Civil formado pela Escola de Engenharia de Piracicaba, mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP), doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela USP e pós-doutorado no Departamento de Hidráulica e Saneamento na USP, atualmente professor da UNICAMP, (19)3521-1025, arijs@unicamp.br.

<sup>4</sup>Graduada em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical pelo Instituto Agrônômico (IAC), doutorado em Engenharia Agrícola pela UNICAMP, atualmente professor da UNICAMP, (19) 3521-1030, thaisqz@unicamp.br.

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

### RESUMO

O novo modelo de agricultura é: realizar uma produção com qualidade, em quantidade, usando de forma eficiente os recursos de maneira sustentável que está inserida a fertirrigação. A qualidade da água é um aspecto fundamental para o sucesso da utilização de sistemas irrigados, no entanto, a avaliação da qualidade é, muitas vezes, negligenciada. Um método alternativo de tratamento de água residuária para fertirrigação é a tecnologia de tratamento eletroquímico. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do uso dessa técnica no tratamento de água residuária de fertirrigação do cultivo de tomate, visando a remoção de compostos orgânicos e inorgânicos em suspensão. Foi utilizado um reator simples, em escala laboratorial, montado utilizando uma célula de vidro transparente, uma fonte chaveada estabilizada (30v 5a 120w) de corrente contínua, dois eletrodos metálicos (ânodo e um cátodo). Foi utilizado voltagem de 30 voltz, distância de 7 cm entre os eletrodos e tempo de 40 minutos. A tecnologia de eletroquímica se mostrou eficiente para o tratamento de água residuária de fertirrigação do cultivo de tomate.

**Palavras-chave:** água residuária, fertirrigação, hidroponia.

### ELECTROCHEMICAL TREATMENT IN WASTERWATER HYDROPONIC CULTIVATION TOMATO

### ABSTRACT

The new model of agriculture is: to carry out a production with quality, in quantity, using efficiently the resources in a sustainable way that is inserted the fertirrigation. Water quality is a key aspect for the successful use of irrigated systems, however, quality assessment is often neglected. An alternative method of wastewater treatment for fertigation is electrochemical treatment technology. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the efficiency of the use of this technique in the treatment of wastewater of fertirrigation of the

tomato crop, aiming the removal of organic and inorganic compounds in suspension. A simple, laboratory-scale reactor was used using a transparent glass cell, a stabilized switched source (30v 5a 120w) of direct current, two metal electrodes (anode and a cathode). A voltage of 30 volts was used, distance of 7 cm between the electrodes and time of 40 minutes. The electrochemical technology proved to be efficient for the treatment of fertirrigation waste water from the tomato crop.

**Keywords:** wastewater, fertigation, hydroponics.

## INTRODUÇÃO

A produção em casa de vegetação é mais robusta do que a produção em campo aberto e mais eficiente em uso de água para sistema de produção de alimentos (STANGHELLINI, 2014). A fertirrigação tem sido bastante utilizada sob este sistema de cultivo – ambiente protegido – conseguindo desta forma uma maior redução nos custos de produção, maior produtividade e uma melhor qualidade dos produtos (FAVARO, 2004).

Em média, um quilograma de tomate produzido no campo aberto utilizará aproximadamente de 100 L a 200 L de água, segundo Van Kooten e Heuvelink (2008), sendo que, em Israel, esse valor foi reduzido para 60 L kg<sup>-1</sup> de tomate pela irrigação por gotejamento e a produção em casa de vegetação reduziu a necessidade de uso de água consideravelmente. Em casas de vegetação na Holanda, com sistemas de irrigação abertos, a média de uso da água é de 22 L kg<sup>-1</sup> de tomate; com sistemas fechados, a média é ainda mais reduzida para 15 L kg<sup>-1</sup> do produto. Portanto, a reutilização da água drenada economizou 7 L de água por kg de tomate produzido.

O reuso da água consiste no reaproveitamento de determinada água que foi insumo ao desenvolvimento de uma atividade e ocorre a partir do tratamento da água residuária gerada em determinada atividade (OTENIO, 2015).

Um método alternativo para o tratamento de águas residuárias é a tecnologia de eletrocoagulação (HEIDMANN; CALMANO, 2007). Essa tecnologia utiliza energia elétrica para flocular as partículas solúveis presentes na água fazendo com que elas flutuam e, por conseguinte possam ser retiradas (GALVÃO JUNIOR; PAGANINI, 2009).

A tecnologia de eletrofloculação é um método eletroquímico simples, de baixo custo e eficiente para o tratamento de águas e efluentes. Também, não oferece riscos para o meio ambiente, uma vez que o elétron é o principal reagente, não requerendo a adição de reagentes ou produtos químicos nocivos que geralmente são utilizados nas técnicas convencionais (KOPARAL; OUTVEREN, 2002).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o uso da tecnologia de eletrocoagulação no tratamento de água residuária de cultivo hidropônico, visando o reuso.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Saneamento Ambiental da Faculdade de Engenharia Agrícola na UNICAMP/Campinas.

As amostras para realização dos ensaios foram coletadas em janeiro de 2019 no sistema hidropônico da Fazenda Monte D Este, localizada na cidade de Campinas (SP). A produção abrange quatro variedades de tomate (coquetel, grape, longa vida e italiano).

As amostras foram armazenadas em recipientes de vidro dentro de uma caixa de isopor, mantidos em lugar fresco e arejado e examinadas no Laboratório de Saneamento Ambiental. O equipamento utilizado para a realização da eletrocoagulação foi um reator simples, em escala laboratorial, montado utilizando duas células eletrolíticas, uma fonte chaveada estabilizada (30V 5A 120W) de corrente contínua, dois pares de eletrodos de alumínio (ânodo e um cátodo). O eletrodo foi arranjado dentro de uma célula eletrolítica de forma monopolar em paralelo e fios condutores.

Para a realização da pesquisa foi utilizada uma célula eletrolítica de vidro transparente, constituída de um recipiente retangular, com capacidade de 2,5 L. As dimensões da célula foram 15 centímetros (cm) de comprimento, 11 cm de largura e 16 cm de altura.

Também foram utilizadas duas placas retangulares de alumínio para atuarem como eletrodos, sendo um ânodo e um cátodo, com as seguintes características: 7,5 cm de comprimento, 15,5 cm de altura e 0,5 cm de espessura.

Para a realização do experimento utilizou-se a tensão de 30 voltz, a distância entre eletrodos de 3 cm e o tempo de 40 minutos.

Foram coletadas amostras antes e depois de cada ensaio experimental (amostra bruta e tratada) para medição dos parâmetros, tais como, pH, oxigênio dissolvido (OD), turbidez, cor, fósforo total, nitrato, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST) e coliformes termotolerantes (CT). As análises foram realizadas em triplicata e com base nos procedimentos descritos no Standard Methods for Water and Wastewater 21th ed (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o tratamento eletroquímico foram obtidos os seguintes resultados para os parâmetros analisados (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados obtidos após realizado o tratamento eletroquímico.

Parâmetros analisados	Água residuária antes do tratamento	Água residuária após tratamento	CONAMA n° 357
pH	4,89	7,97	6-9
OD (mg/L)	7,42	4,58 mg/L	Mínimo 6
Cor (PtCo)	63	19	Até 75
Turbidez (NTU)	0,722	0,455	Até 40
Nitrato (mg/L)	4,5	3	Até 10 mg/L
DQO (mg/L)	9,91	0	-
Fósforo Total (mg/L)	1,23	0,00195	Até 0,020
ST (mg/L)	3037	2136	Até 500
CT (NMP/100mL)	156,5	0	Até 200

Durante o tratamento eletroquímico os eletrodos ânodo e cátodo, realizam reações formando  $Al(OH)_3$  que fizeram com que os elementos dissolvidos na água residuária fossem coagulados e assim flotassem.

Neste estudo o tempo foi fixado em 40 minutos obtendo máxima remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio), também se obteve uma remoção de fósforo acima de 95%, desta forma após o tratamento, houve enquadramento de tais parâmetros nas exigências do CONAMA n.º 357. O parâmetro pH se elevou após o tratamento, devido as reações de hidrólise que ocorreram no reator, desta forma também entrando em conformidade com os parâmetros do CONAMA n.º 357.

## CONCLUSÕES

Após a aplicação do tratamento eletroquímico conclui-se que ainda não é possível a reutilização da água residuária do cultivo hidropônico de tomates, pois não atende todos os limites máximos dos parâmetros descritos no CONAMA n.º. 357 Classe 1. Recomenda-se testar outros valores para os parâmetros voltagem, distância e tempo, para verificar a obtenção de maiores remoções.

## REFERÊNCIAS

- FAVARO, F. B. **Tolerância do tomateiro a salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba. 2004.
- GALVÃO JUNIOR, A.C.; PAGANINI, W.S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**. Fortaleza, Ceará, v.14, n.1, p.79-88, jan./mar., 2009.
- HEIDMANN, I.; CALMANO, W. Removal of Zn(II), Cu(II), Ni(II), Ag(I) and Cr(VI) present in aqueous solutions by aluminium electrocoagulation. **Journal of Hazardous Materials**, v. 84, n.1, p. 83-94, 2007.
- OTENIO, M.H. Capítulo 7 – Reaproveitamento de água residuária em sistemas de produção de leite. In: MARTINS, P.C.; PICCININI, G. A.; KRUG, E. E. B.; MARTINS, C. E.; LOPES, F. C. F. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas**. Embrapa Gado de Leite, 2015.
- KOPARAL A. S.; OUTVEREN, U. B. Removal of nitrate from water by electroreduction and electrocoagulation. **Journal of Hazardous Materials**, v. 89 n. 1, p. 83-94, 2002. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389401003016>>. Acesso em: 22 set. 2018.
- STANGHELLINI, C. Horticultural production in greenhouses: efficient use of water. **Acta Horticulturae**, 1034, p. 25-31, 2014.
- VAN KOOTEN, O.; HEUVELINK, E. New developments in greenhouse technology can mitigate the Waters hortage problem of the 21st century. **Acta Horticulturae**, v.767, p.45-51, 2008.