

## Qualidade da água de irrigação na cultura do tomate de mesa no município de Goianópolis-GO

Sandriane Araújo Borges<sup>2</sup>, Ananda Helena Nunes Cunha<sup>1</sup>, Sandra Máscimo Da Costa e Silva<sup>2</sup>, Jonas Alves Vieira<sup>2</sup>, Abadia Dos Reis Nascimento<sup>1</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar as variáveis físico-químicas da qualidade da água para a irrigação na cultura do tomate de mesa no município de Goianópolis – GO. Foram georreferenciados cinco pontos para coleta de água, feitas nos meses de janeiro, março e maio de 2012. As análises químicas foram conduzidas na Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas – UnUCET da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, sendo avaliadas sob os seguintes aspectos: oxigênio dissolvido, pH, ferro, turbidez, cálcio, magnésio, condutividade elétrica e sódio. Concluiu-se que a qualidade da água dos pontos avaliados foram classificadas como água de Classe 2. O nível de oxigênio apresentou diferenças entre a época chuvosa e estiagem. O pH sofreu pequena variação, porém os valores encontrados permaneceram dentro dos limites estabelecidos para fins de irrigação (6,33 a 6,82). Os teores de ferro (0,08 a 0,10 mg L<sup>-1</sup>) atendem aos padrões permitidos e, o risco de entupimento dos emissores pela irrigação nas propriedades avaliadas é reduzido. A turbidez da água foi alta no começo das chuvas (193 NTU), e diminuiu com a estabilidade do período chuvoso (7,35 NTU). A avaliação de condutividade elétrica (0,07 a 0,08 dS m<sup>-1</sup>), cálcio (13,64 a 18,28 mg L<sup>-1</sup>) e magnésio (2,56 a 8,19 mg L<sup>-1</sup>) demonstraram que alguns valores ficaram acima do permitido, mas não prejudicou a produção de tomate de mesa. Valores de sódio estão dentro dos limites, não ocorrendo problemas de salinidade no solo. Os resultados demonstram que é viável à irrigação de tomate de mesa utilizando as águas avaliadas

**Palavras-chave:** qualidade da água; sistemas de irrigação; tomate de mesa.

## Irrigation water quality in the culture of tomato table county in Goianópolis-GO

### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the physico-chemical variables of water quality for irrigation in the cultivation of tomato in the city of Goianópolis - GO. Five points were georeferenced to collect water, made in January, March and May 2012. Chemical analysis was conducted at the University Unit for Science and Technology - UnUCET State University of Goiás - UEG, Anápolis - GO and evaluated under the following aspects: dissolved oxygen, pH, iron, turbidity, calcium, magnesium, electrical conductivity and sodium. It was concluded that the water quality of the measured points are classified as Class 2 water. The oxygen level was different in the rainy season to dry. The pH had a small variation, but the values found were within the limits set for irrigation purposes (6,33 to 6,82). The iron concentration (0.08 to 0.10 mgL<sup>-1</sup>) meet the Standards allowed, the risk of clogging irrigation emitters by the evaluated properties is reduced. The water turbidity was high at the beginning of the rains (193 NTU), most of the collections over the water was cleaner (7,35 NTU). The evaluation of electrical conductivity (0,07 to 0,08 dS. m<sup>-1</sup>), calcium (13,64 to 18,28 mg L<sup>-1</sup>) and magnesium (2,56 to 8,19 mg L<sup>-1</sup>) demonstrated that some values were higher than allowed, but not hurt production in tomato. Sodium values are within the limits, no problems occurring in soil salinity. The results demonstrate that it is feasible to irrigation in tomato using water assessed.

**Keywords:** water quality; irrigation systems; tomato.

**Autor para correspondência:** Ananda Helena Nunes Cunha

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos / UFG - Campus Samambaia - Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0 - CEP 74001-970 - Cx. Postal 131, Goiânia, Goiás.

Email: analena23@gmail.com

**Recebido em:** 06abr. 2015

**Aceito em:** 28 mai. 2015

**Editor responsável:** Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, GO, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Goiás, GO, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A colheita nacional foi estimada em 3,769 milhões de toneladas no ano de 2013, 2,88% a mais do que em 2012, segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Os estados com maior participação na safra nacional são Goiás, São Paulo e Minas Gerais com 33,4, 16,0 e 11,4%, no ano de 2010 (Faostat, 2011; IBGE, 2011).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. No entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido a que no passado, as fontes de água eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Essa situação, todavia, está se alterando em muitos lugares, pois o uso intensivo de águas de boa qualidade implica que, tanto para os projetos de irrigação novos como antigos que requerem águas adicionais, tem-se que recorrer às águas de qualidade inferior. Para evitar problemas consequentes, deve existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível de acordo com a sua qualidade (Ayres & Westcot, 1991).

Embora os benefícios da irrigação sejam incontestáveis, é sabido que os projetos de irrigação podem causar impactos diversos ao meio ambiente, à qualidade do solo e da água, entre outros. Entre os impactos negativos, podem ser citados a modificação do meio ambiente, consumo exagerado da disponibilidade hídrica da região, a contaminação dos recursos hídricos, a salinização do solo e a sua degradação que, em graus elevados, pode levar à desertificação (Lima et al., 1999).

A qualidade da água para irrigação é avaliada não apenas pelo seu conteúdo total de sais, mas, também, pela composição individual dos íons presentes. Alguns cátions e ânions, quando em excesso, podem trazer prejuízos ao solo (pelo efeito direto na sodificação) e às plantas cultivadas, dependendo do grau de tolerância destas aos sais (Richards, 1995). Burt et al. (1995) atentam para outros aspectos importantes na avaliação da qualidade da água para a irrigação, como a possibilidade de precipitação de resíduos, principalmente quando a irrigação é praticada em condutos pressurizados e há interação da água com produtos fertilizantes (misturas), aplicados via fertirrigação.

No que se refere à qualidade físico-química, as águas que se destinam à irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos, considerados importantes na determinação da qualidade agrônômica das mesmas, sendo eles: salinidade, sodicidade e toxicidade dos íons (Costa, 2005).

O efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas, principalmente na fase inicial do desenvolvimento destas. A sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (Pizarro, 1985), e o tomateiro sofre severas restrições quanto a níveis altos de condutividade elétrica, para uso em irrigação.

Os parâmetros das qualidades das águas são regidos pela resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 17 de março de 2005, (Brasil, 2005). Esta resolução estabelece as classes de águas e os teores máximos permitidos de substâncias químicas potencialmente prejudiciais, além de valores relativos a parâmetros físico-químicos e biológicos.

Segundo Doorenbos & Kassam (1994) o tomateiro é considerado uma cultura moderadamente sensível à salinidade do solo, particularmente na fase do desenvolvimento inicial, cuja característica é atribuída ao grupo de culturas que apresentam 100% do rendimento potencial, em condições de salinidade do extrato de saturação do solo entre 1,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> (Ayres & Westcot, 1991). De acordo com Maas (1990), a tolerância aos sais por determinada cultura, é afetada por diversos fatores, como o estágio de desenvolvimento no momento da exposição aos sais, duração da exposição aos sais, condições ambientais, propriedades físicas e químicas do solo e do tipo e intensidade do manejo.

No presente trabalho, objetivou-se avaliar as características físico-químicas da água de irrigação na cultura do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cinco pontos no município de Goianápolis-GO.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Goianápolis-GO, localizado entre as coordenadas descritas na Tabela 1. A altitude do município é de 1030 m e o clima regional é classificado como Cwa-Mesotérmico Úmido (KOPPEN), com precipitação anual de 1750 mm e a temperatura média de 25°C.

As amostras de água foram coletadas em três etapas, nos meses de janeiro, março e maio de 2012. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com três repetições como tratamento, sendo realizadas a coleta de água em cinco pontos georreferenciados, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Localização geográfica dos pontos de coleta em Goianápolis.

Pontos de coleta	Latitude	Longitude
PONTO 1	16 29 54,6" S	048 58 11,9" O
PONTO 2	16 30 01" S	048 58 27,1" O
PONTO 3	16 30 01,6" S	048 58 23,2" O
PONTO 4	16 30 27,5" S	048 58 18,8" O
PONTO 5	16 30 30,22" S	048 58 10,46" O

De acordo com os procedimentos básicos, foram realizadas as seguintes etapas para coletar as amostras de água no experimento (Agrolab, 2015): foram utilizadas garrafas plásticas de água mineral para a coleta da água nos diferentes pontos de coleta; as garrafas foram etiquetadas e identificadas conforme o ponto de coleta e acondicionadas logo em seguida numa caixa de isopor com gelo.

As análises de água foram realizadas nos Laboratórios de Química Inorgânica e Química Analítica na Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, localizado no município de Anápolis – GO. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH (representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$ ), condutividade elétrica (mede a quantidade de sais dissolvidos na água), oxigênio dissolvido (quanto de oxigênio está dissolvido na água), turbidez (este parâmetro indica que há materiais em suspensão), ferro (quantidade de ferro<sup>2+</sup> e ferro<sup>3+</sup>, sódio (quantidade de sódio dissolvido na água), cálcio (quantidade de cálcio dissolvido na água) e magnésio (quantidade de magnésio dissolvido na água).

As metodologias das análises seguiram as recomendações de American Public Health Association (APHA, 2012). A leitura do OD ( $mgL^{-1}$ ) e da temperatura, foi feita após a calibração do oxímetro. O pH foi medido com pHmetro portátil microprocessado Marte com compensação automática de temperatura, com faixa de leitura de 0,0 a 14,0, resolução de 0,1 e precisão de  $\pm 0,1$ . O Ferro total,  $Fe^{2+} + Fe^{3+}$  são analisados, seguindo o procedimento descrito em The Testing of Water, das indústrias MERCK, Alemanha, Método do Tiocianato. Os reagentes utilizados são peróxido de hidrogênio, ácido clorídrico e tiocianato de potássio. A concentração em  $mg L^{-1}$  obtida por determinação espectrofotométrica molecular. A turbidez foi lida em turbidímetro digital com escala de 0 a 100 NTU (unidade nefelométrica de turbidez). A concentração de cálcio foi obtida através da determinação isolada de cálcio na amostra feita através do indicador NaOH (hidróxido de sódio, concentração de 3 mol.  $L^{-1}$ ) e indicador azul de eriocromo para titular com EDTA 0,002 mol.  $L^{-1}$ . A concentração de magnésio foi

obtida através da determinação conjunta de cálcio e magnésio na amostra feita através da adição da solução tampão  $NH_4OH$  (hidróxido de amônio,  $pH=10$ ) e indicador negro de eriocromo T para titular com EDTA 0,002 mol.  $L^{-1}$ . A condutividade elétrica foi obtida com condutivímetro digital portátil tipo caneta com compensação automática de temperatura e escala de medição entre 0,00 e 19,99  $dS m^{-1}$ , resolução de 0,01  $dS m^{-1}$  e precisão  $\pm 2\%$ . A análise de sódio foi feita, utilizando fotometria de emissão em chama a um comprimento de 589 nm, o qual a amostra é lida, emitindo intensidade de chama, assim como as concentrações padrões, fazendo curva de calibração para encontrar a concentração de sódio na amostra de água (Silva et al., 2014).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH variaram entre 5,86 e 7,34, conforme pode ser verificado na Tabela 2. Segundo Ayres & Westcot (1991) a faixa normal de pH da água para irrigação é de 6,5 a 8,4, segundo esta indicação, alguns pontos ficaram abaixo do limite estabelecido, os pontos 1 e 3 do mês de janeiro, os pontos 1, 3, e 5 no mês de março e o ponto 1 do mês de maio.

Para o mês de janeiro não houve efeito estatisticamente significativo entre os pontos avaliados. Verifica-se que a média foi 6,82 e coeficiente de variação dos tratamentos 8,81%. Para o mês de março foi observado diferença estatisticamente significativa entre os locais de captação, sendo que os pontos 1 e 2 se diferiram de todos os outros pontos avaliados, os pontos 3 e 5 não se diferenciaram estatisticamente entre si, e o ponto 4 não diferenciou dos pontos 2, 3 e 5. O coeficiente de variação foi de 1,28% e a média apresentada foi de 6,34, abaixo do índice estabelecido pela FAO (1974). Para o mês de maio não houve diferença significativa entre os pontos avaliados. Verificou-se que a média foi de 6,77 e o coeficiente de variação 6,65%.

Pode se observar, na Tabela 3, no que diz respeito à condutividade elétrica, os pontos 1, 2 e 4 não se diferenciam estatisticamente entre si, enquanto os pontos 3 e 5 apresentaram o mesmo

valor no mês de janeiro. Para o mês de março, os pontos 1 e 5 não se diferenciam entre si, os pontos 2, 3 e 4 estatisticamente não diferem entre si pelo

teste de Tukey. Para o mês de maio, os pontos 1 e 4 e os pontos 2, 3 e 5 não se diferem entre si.

**Tabela 2.** Valores médios de pH em diferentes pontos de coleta de água de irrigação em Goianópolis – GO.

Tratamentos	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	6,44 a	5,86 c	6,40 a
Ponto 2	7,22 a	6,63 a	7,34 a
Ponto 3	6,42 a	6,30 b	6,66 a
Ponto 4	7,17 a	6,46 ab	6,75 a
Ponto 5	6,85 a	6,42 b	6,70 a
Média <sup>1</sup>	6,82 <sup>ns</sup>	6,33**	6,77 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	8,81	1,28	6,65

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

**Tabela 3.** Valores médios condutividade elétrica (dS m<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação em Goianópolis – GO.

Tratamento	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	0,070 b	0,079 b	0,079 b
Ponto 2	0,070 b	0,090 a	0,090 a
Ponto 3	0,080 a	0,090 a	0,090 a
Ponto 4	0,072 b	0,090 a	0,080 b
Ponto 5	0,080 a	0,080 b	0,090 a
Média <sup>1</sup>	0,074**	0,085**	0,085**
C. V. (%)	3,000	0,260	0,260

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

O valor mínimo de condutividade elétrica foi encontrado na propriedade 4, durante o mês de março, cujo valor foi de 0,072 dS m<sup>-1</sup> e, o valor máximo, foi de 0,090 dS m<sup>-1</sup>. Segundo Ayres & Westcot (1991), valores compreendidos entre 0 e 0,70 dS m<sup>-1</sup> a 25°C não causam nenhum problema de salinidade, sendo assim, pontos com médias acima deste valor não pode ser utilizada para irrigar a maioria das culturas, na maioria dos solos, sendo que existe a probabilidade de gerar problemas de salinidade.

Observou-se, ainda, que houve uma pequena variação nos valores de CE nas fases, ou seja, a variação nos valores do período chuvoso para o período de estiagem foi mínima. Entretanto, neste ano ocorreram chuvas durante o período considerado de estiagem, mas, a falta de precipitação pluviométrica, associado ao aumento da evapotranspiração, pode ser uma das causas de aumento dos valores de condutividade (Franco, 2008).

Segundo a FAO (1974), valores entre 0 e 3 dS m<sup>-1</sup> estão enquadrados aos valores normais da água utilizada em irrigação, devendo-se observar se a cultura é moderadamente tolerante aos valores citados anteriormente, a cultura do tomate de mesa é uma cultura relativamente tolerante a

salinidade, para ter bom rendimento na produção são sugeridos valores de até 2,5 dS m<sup>-1</sup>.

Além disso, outros fatores podem ter contribuído como as características observadas nestes pontos avaliados e em outras bacias do estado (Souza et al., 2009), o uso e ocupação da terra com a remoção da cobertura vegetal, a implantação de uma agricultura sem controle da erosão, que podem favorecer o aumento do escoamento superficial, carreando solos (íons e poluentes por exemplo) que, ao longo do tempo, promovem o assoreamento dos rios e conseqüentemente pode elevar os valores de condutividade elétrica.

Para Ayres & Westcot (1991), águas com condutividade elétrica superiores a 3,0 dS m<sup>-1</sup> sofrem severas restrições para uso em irrigação. Por outro lado, Blanco (2004) não observou efeito significativo dos tratamentos de nitrogênio e potássio em ambiente com água de irrigação com condutividade elétrica de 9,5 dS m<sup>-1</sup>.

Sendo assim, a água nestes pontos pode ser utilizada para irrigar a maioria das culturas, na maioria dos solos, com pouca probabilidade de gerar problemas de salinidade, exceto em solos de baixíssima permeabilidade (Vasconcelos et al., 2009).

Na Tabela 4, observa-se que, no mês de janeiro, para o oxigênio dissolvido houve diferenças estatisticamente significativas entre os pontos avaliados. No ponto 1, a concentração média 5,84 mg L<sup>-1</sup> foi inferior a todas as outras médias apresentadas. Entre os pontos 2 e 3 não

ocorreu diferença estatisticamente significativa entre eles, mas se diferenciam dos outros pontos, o mesmo ocorreu com os pontos 4 e 5. A média dos valores obtidos no mês de janeiro foi de 7,18 e o coeficiente de variação foi 5,56%.

**Tabela 4.** Valores médios de oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta da água de irrigação em Goianápolis – GO em 2012.

Tratamento	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	5,83c	7,72 a	5,42 e
Ponto 2	6,97 b	8,72 a	6,32 d
Ponto 3	6,93 b	7,35 a	7,98 a
Ponto 4	7,91 a	8,15 a	7,50 b
Ponto 5	8,26 a	8,60 a	6,50 c
Média <sup>1</sup>	7,18**	8,11 <sup>ns</sup>	6,74**
C. V. (%)	5,56	8,36	7,23

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

A Resolução do CONAMA nº 357/2005 determina que, em qualquer amostra coletada, os valores de oxigênio dissolvido em águas Classe 2 não podem ser inferiores a 5mg L<sup>-1</sup>. As análises em todos os pontos alcançaram a média aceitável.

No mês de março foi observado que, para o oxigênio dissolvido, não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras dos pontos avaliados, o coeficiente de variação foi de 8,36% e a média dos tratamentos foi de 8,11 mg L<sup>-1</sup>. No mês de maio para as análises de oxigênio dissolvido, em todos os pontos, os resultados foram diferentes estatisticamente.

O oxigênio dissolvido tem sido utilizado tradicionalmente para a determinação do grau de poluição e de autodepuração em cursos d'água, sendo seu teor expresso em concentrações, quantificáveis e passíveis de modelagem matemática (von Sperling, 2007).

Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg L<sup>-1</sup>, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação (Piveli, 2000).

O oxigênio dissolvido não é um parâmetro muito influenciável na escolha do sistema de irrigação, porém é um indicativo de poluição dos corpos d'água (Moraes, 2001).

A legislação em vigor estabelece um limite máximo de até 100 NTU para a turbidez, para águas Classe 2, assim conforme pode ser observado na Tabela 5, os valores do ponto 2 e 3 no mês de janeiro apresentaram valores superiores àqueles permitidos. Valores elevados de turbidez na água são esperados em razão de técnicas envolvidas no preparo do solo (De Datta, 1981), onde o solo fica desprotegido e susceptível às intempéries, sendo carregado para os cursos d'água quando ocorre o escoamento superficial.

Para a turbidez, os pontos 1, 4 e 5, avaliados no mês de janeiro, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, mas diferiram de todos os outros pontos. Já os pontos 2 e 3 diferiram entre si e de todos os pontos avaliados. O nível de coeficiente de variação mais elevado foi de 537,40 NTU no ponto 2 e o nível mínimo foi de 43,93 NTU no ponto 1.

Avaliando os valores obtidos no mês de março, os pontos 2 e 4 diferem estatisticamente de todos os outros pontos. Os pontos 1 e 3 não diferem estatisticamente entre si, mas ao mesmo tempo tem valores próximos ao ponto 5. Observa-se que o coeficiente de variação foi de 17,42% com uma média de 7,35.

Para o mês de maio, observou-se o menor valor para a turbidez com 1,86 NTU, e os pontos 1, 2, 3 e 4 apresentaram valores médios que diferem estatisticamente entre si. O coeficiente de variação foi de 12,56% e a média foi de 7,55.

Quando é avaliado os períodos estiagem e chuvoso, os valores de turbidez são maiores durante o período chuvoso e atingindo valores extremos de 537,40 NTU no ponto 2. Segundo Libânio (2005), a turbidez natural de águas

superficiais está, geralmente, compreendida entre 3 a 500 NTU.

**Tabela 5.** Valores médios de turbidez (NTU) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação de Goianápolis – GO.

Tratamento	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	43,93c	7,43 ab	1,86 d
Ponto 2	537,40 a	4,17 c	9,00 b
Ponto 3	229,99 b	8,54 ab	11,34 a
Ponto 4	70,14 c	10,22 a	5,19 c
Ponto 5	84,63 c	6,38 bc	10,35 ab
Média <sup>1</sup>	193,22**	7,35**	7,55**
C. V. (%)	12,60	17,42	12,56

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

Para o ferro (Tabela 6), verificou-se que no mês de janeiro houve diferença estatística entre as amostras de água avaliadas e, nos pontos 1 e 4, as médias não se diferenciam significativa entre si. Vale destacar que o ponto 2 se difere de todos os outros pontos e, os pontos 3 e 5 não se diferenciaram estatisticamente entre si e outros pontos. Para o mês de março, os pontos 1 e 4 não

se diferiram estatisticamente entre si, enquanto os pontos 3 e 5 apresentaram semelhanças entre as médias apresentadas e, o ponto 2 se difere de todos os outros avaliados. Para o mês de maio, o ponto 1 é semelhante estatisticamente de todos os outros pontos, enquanto os pontos 2, 3 e 4 não diferiram entre si. O coeficiente de variação foi de 12,19% e a média observada foi de 0,082mg L<sup>-1</sup>.

**Tabela 6.** Valores médios de ferro (mg L<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação de Goianápolis – GO.

Tratamento	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	0,062 b	0,072 c	0,082 ab
Ponto 2	0,190 a	0,080 a	0,080 b
Ponto 3	0,088 ab	0,081 cb	0,078 b
Ponto 4	0,062 b	0,073 c	0,068 b
Ponto 5	0,118 ab	0,119 ab	0,103 a
Média <sup>1</sup>	0,104**	0,096**	0,082**
C. V. (%)	50,620	20,300	12,190

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

Nakayama & Bucks (1986) relataram que ferro total em concentrações superiores a 0,2 mg L<sup>-1</sup> na água de irrigação pode resultar em precipitação e obstrução de tubulações e emissores, ocasionando danos moderados ao sistema. Para os valores encontrados neste trabalho, o sistema de irrigação não sofreu danos oriundos da quantidade de ferro dissolvido na água, já que os valores de ferro total ficaram todos abaixo do limite estabelecido.

Atualmente, o ferro é um dos principais problemas na água de irrigação devido à capacidade de obstruir fisicamente as tubulações e emissores dos sistemas de irrigação localizada. Segundo Hernandez et al. (2001), após a oxidação, de Fe<sup>+2</sup> para Fe<sup>+3</sup>, o ferro fica retido nas paredes do tubo, ocasionando o aumento nas perdas de cargas e comprometendo o sistema de irrigação.

Em relação ao sódio (Tabela 7), para os pontos avaliados no mês de janeiro, pode-se perceber que não houve diferença estatística entre eles. Em nenhum dos pontos avaliados apresentou risco em potencial para o uso na irrigação, pois todas as amostras apresentaram valores normais.

Para o mês de março, observou-se que os pontos 1, 2 e 5 não diferiram estatisticamente entre si enquanto os pontos 3 e 4 diferiram completamente de todos os outros pontos avaliados. A média para este mês foi de 3,43 e o coeficiente de variação foi de 5,65.

Para o mês de maio, observou-se que os pontos 1, 2 e 3 não diferiram estatisticamente entre si, enquanto os pontos 4 e 5 também não diferiram entre si. A média para este mês foi de 3,652 e o coeficiente de variação de 4,160%.

Com base na Tabela 8, a média do cálcio, no mês de janeiro, foi de 18,29 mg L<sup>-1</sup> com um coeficiente de variação de 33,72 %. Os pontos 2 e 5 se diferenciaram estatisticamente de todos os

outros pontos, já os pontos 1, 3 e 4 não diferiram entre si, e nem dos outros pontos ao mesmo tempo.

**Tabela 7.** Valores médios de sódio (mg L<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação de Goianápolis – GO.

Tratamento	Janeiro/2012	Março/2012	Maió/2012
Ponto 1	5,20 a	2,37 c	2,46 b
Ponto 2	5,18 a	2,75 c	2,56 b
Ponto 3	4,67 a	3,23 b	2,56 b
Ponto 4	5,32 a	6,30 a	5,34 a
Ponto 5	3,72 a	2,49 c	5,33 a
Média <sup>1</sup>	4,82 <sup>ns</sup>	3,43**	3,65**
C. V. (%)	34,51	5,65	4,16

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

**Tabela 8.** Valores médios de cálcio (mg L<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação de Goianápolis – GO.

Tratamento	Janeiro	Março	Maió
Ponto 1	20,20 ab	11,00 a	15,40 a
Ponto 2	11,20 a	13,80 a	14,20 a
Ponto 3	14,80 ab	14,00 a	14,00 a
Ponto 4	18,80 ab	15,60 a	14,40 a
Ponto 5	26,40 b	13,80 a	20,20 a
Média <sup>1</sup>	18,29	13,64	15,64
C. V. (%)	33,72	27,77	40,78
Teste F	3,48 **	0,77 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

A média do mês de março foi de 13,64, com coeficiente de variação de 27,77%, sendo que os valores apresentados não se diferenciaram estatisticamente entre si. Para o mês de maio, as amostras avaliadas não se diferenciaram entre si, apresentando valor médio de 15,64 e coeficiente de variação de 40, 78%. O valor máximo de cálcio foi observado no ponto 5 com 26,40 mg L<sup>-1</sup> e o valor mínimo foi de 11,0 mg L<sup>-1</sup> no ponto 1.

O magnésio (Mg<sup>+2</sup>) para o ambiente se deve a sua participação na formação da molécula de clorofila das plantas (Esteves, 1998). O magnésio associado ao cálcio determina a dureza da água e a origem natural desses dois elementos ocorre através da dissolução de minerais, solos e rochas (Esteves, 1998; Allan, 1995).

Em relação à distribuição dos valores de magnésio (Tabela 9) nos meses avaliados, não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Para o magnésio no mês de janeiro, o coeficiente de variação ficou em torno dos 75,70% e a média de

8,20 mg L<sup>-1</sup>. Para o mês de março, o coeficiente de variação foi de 74, 65% e a média foi de 2,568 mg L<sup>-1</sup>, valor bem inferior ao encontrado na avaliação passada. Para o mês de maio, o coeficiente de variação foi de 64, 64% e a média foi de 5,04 mg L<sup>-1</sup>.

Em corpos d'água de reduzida dureza, como é o caso da maioria dos mananciais superficiais, a biota do meio aquático é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água (Libânio, 2005).

A dureza é uma variável importante para qualidade de água para irrigação. Segundo Nakayama & Bucks (1986), a precipitação dos carbonatos de cálcio e magnésio pode ocorrer se a dureza for elevada e valores de pH acima de 7,5. Para Ayres & Westcot (1991), os valores ideais de cálcio e magnésio, na água de irrigação, devem ser de 400 mg L<sup>-1</sup> de Ca<sup>+2</sup> e 60 mg L<sup>-1</sup> de Mg<sup>+2</sup>.

**Tabela 9.** Valores médios de magnésio (mg L<sup>-1</sup>) em diferentes pontos de coleta de água de irrigação de Goianápolis – GO.

Tratamento	Janeiro	Março	Maior
Ponto 1	2,64 a	1,80 a	3,60 a
Ponto 2	13,92 a	3,72 a	5,28 a
Ponto 3	13,08 a	2,64 a	5,28 a
Ponto 4	4,38 a	1,92 a	2,88 a
Ponto 5	6,96 a	2,76 a	8,16 a
Média <sup>1</sup>	8,19 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>	5,04 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	75,70	74,65	64,64

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não há significância estatística.

Os parâmetros que mais interferem em um sistema de irrigação são os parâmetros químicos, pois estes estão diretamente ligados à obstrução física das tubulações e emissores devido a alguns íons sofrerem reações de precipitação ou oxidação, ou mesmo a deposição de partículas minerais, como silte e argila, aumentando, assim, a perda de carga e diminuindo a vida útil do sistema (Hernandez et al., 2001), que estudaram o efeito do íon ferro na tubulação.

A qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores e, dentre eles, estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica. Os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem modificar a sua qualidade (Donadio, 2008).

No uso de sistemas de irrigação localizada é imprescindível projetar sistemas com atenção especial para a filtragem, pois há risco de deposição de ferro e outros componentes químicos na tubulação com comprometimento de todo o cálculo hidráulico, devido à diminuição da área de passagem da água na tubulação, aumento da perda de carga e diminuição da pressão de serviço. Se mal dimensionados o desempenho e vida útil do sistema de irrigação pode ser afetado, sendo os elementos ferro e magnésio as principais causas da perda de qualidade química da água do manancial (Moura, 2007).

## CONCLUSÃO

A qualidade da água dos pontos avaliados foram classificadas como água de Classe 2. Para todos os parâmetros avaliados, todos permaneceram dentro dos limites estabelecidos para fins de irrigação ou demonstraram valores acima do permitido, sem contudo, afetarem a produção de tomate de mesa. Valores de sódio estão dentro dos padrões não ocorrendo problemas de salinidade no solo. Os resultados

demonstram que é viável a irrigação de tomate de mesa utilizando as águas avaliadas.

## REFERÊNCIAS

Agrolab. (2015). *Instrução Técnica*. Como coletar amostras de efluentes e águas não potáveis (rios, lagos, mar, poços, etc.). Disponível em <<http://www.laboratorioagrolab.com.br/downloads/top-it-003%20-%20como%20coletar%20amostras%20de%20efluentes.pdf>>. Acesso em 20/05/2015.

Allan, D. J. (1995). *Streams ecology: structure and function of running waters*. Dordrecht: Springer. Disponível em <[http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao\\_corrego\\_coqueiro\\_renato\\_franco.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao_corrego_coqueiro_renato_franco.pdf)> Acesso em 20/05/2015.

American Public Health Association. (2012). *Standard methods for examination of water and wastewater*. 20ª ed., Washington, D.C. USA: American Public Health Association.

Ayres, R. S. & Westcot, D. A. (1991). *A qualidade da água na agricultura*. (Estudos Food and Agriculture Organization: Irrigação e Drenagem, 29ª ed. Revisado).

Blanco, F. F. (2004). *Tolerância do tomateiro a salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução e na planta*. Piracicaba: ESALQ.

Brasil. (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20/01/2015.

Burt, C., O'Connor, K., Ruehr, K. (1995). *Fertigation*. San Luis Obispo: California Polytechnic State University. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v2n1/017.pdf>>. Acesso em: 08/03/2015.

Costa, C. P. M., Eloi, W. M., Carvalho, C. M., Valmir Júnior, M., Silva, M. A. N. (2005). Caracterização qualitativa da água de irrigação na cultura da videira no município de Brejo Santa, Ceará. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 5(2), 1-15.

- De Datta, S.K. (1981). *Principles and practices of rice production*. New York: J. Wiley.
- Donadio, N. M. M. (2008). *Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico*. São Paulo. Disponível em <[http://www.meteorology.com.br/material/academico/arquivos/trabalho\\_uso\\_solo\\_b.pdf](http://www.meteorology.com.br/material/academico/arquivos/trabalho_uso_solo_b.pdf)>. Acesso em 22/05/2015.
- Doorenbos, J. & Kassam, A. H. (1994). *Efeito da água no rendimento das culturas*. Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33. Campina Grande: UFPB.
- Esteves, F. A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, 2ª ed. Rio de Janeiro.
- Food and Agriculture Organization. (1974). *Development and management of water resources*, Jamaica. Rio Minho. Annex III – Water Quality. FAO Report No. FAO, Rome.
- FAOSTAT. (2010). *Production de produits alimentaires et agricoles*. Top production. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acessado em: 14/03/2015.
- FAOSTAT-FAO. (2011). *Statistics Division*. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 25/03/2015.
- Franco, R. A. M. (2008). *Qualidade da água para irrigação na Microbacia do córrego do coqueiro no Noroeste paulista*. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Brasil.
- Hernandez, F. B. T., Silva, C. R., Sasaki, N., Braga, R. S. (2001). Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In *XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz de Iguaçu, Brasil*, 29 julho a 2 agosto 2001 (cd-rom). Foz do Iguaçu, Brasil: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). *Levantamento sistemático da produção agrícola de 2011*. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201010.pdf)> Acesso em: 11/03/2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2013). *Anuário brasileiro de hortaliças*. Disponível em <[http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario\\_hortaliças\\_2013\\_0.pdf](http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortaliças_2013_0.pdf)> Revista dowscience, pg 80> Acesso em: 10/05/2015.
- Libânio, M. (2005). *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. Campinas: Átomo.
- Lima, J. E. F. W., Ferreira, R. S. A., Christofidis, D. (1999). O uso da irrigação no Brasil. In: *Estado das Águas no Brasil – 1999: Perspectivas de Gestão e Informação de Recursos Hídricos*, SIH/ANEEL/MME; SRH/MMA, 1999, p. 73-82.
- Maas, E. V. (1990). Crop salt tolerance. In: Tanji, K. K. (ed.) *Agricultural salinity assessment and management manual*. New York: ASCE. p. 262-304.
- Moraes, A. J. (2001). *Manual para a avaliação da qualidade da água*. São Carlos: RiMa.
- Moura, R. S., Hernandez, F. B. T., Vanzela, L. S. Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Córrego Três Barras, Marinópolis – SP. In *XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Bonito, Brasil*, 29 julho a 2 agosto 2007 (cd-rom). Bonito, Brasil: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola.
- Nakayama, F. S. & Bucks, D. A. (1986). *Trickle irrigation for crop production*. St. Joseph: ASAE. Disponível em <[http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao\\_corrego\\_coqueiro\\_renato\\_franco.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao_corrego_coqueiro_renato_franco.pdf)>. Acesso em 20/05/2015.
- Piveli, R. P. (2000). *Curso: Qualidade das Águas e poluição: Aspectos físico-químicos*. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAPBcAD/fasciculo-10-oxigenio-dissolvido-materia-organica#>>. Acesso em 21/05/2015.
- Pizarro, F. (1985). *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid: Editorial Agrícola, Española.
- Richards, R. A. (1995). Improving crop production on salt affected soils: by breeding or management? *Experimental Agriculture*, 31(1), 395-408.
- Silva, L. R., Cunha, A. H. N., Silva, S. M. C., Souza, J. M. F. (2014). Avaliação de Parâmetros Físico-Químicos da Água de Irrigação Utilizada em um Pivô Central em Goiânia-GO. *Revista Global Science and Technology*. 7(3), 96-102.
- Souza, J. A. R., Moreira, D. A., Ferreira, P. A., Matos, A. T. (2009). Variação do nitrogênio e fósforo em solo fertirrigado com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. *Revista Ambiente e Água*, 4(3), 111-122.
- Vasconcelos, R. S., Leite, K. N., Carvalho, C. M., Eloi, W. M.; Silva, L. M. F., Feitosa, H. O. (2009). Qualidade da Água Utilizada para Irrigação na Extensão da Microbacia do Baixo Acaraú. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 3(1), 30-38.
- Von Sperling, M. (2007). Estudo e modelagem da qualidade da água de rios. *Engenharia Sanitaria Ambiental*, 13(3), 329-339.