



Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas

doi:10.4136/ambi-agua.1798

Received: 06 Nov. 2015; Accepted: 11 Mar. 2016

Ákylla Fernanda Souza Silva^{1*}; Camila Ananias de Lima²;
José Jeyvson Florencio Queiroz²; Paula Regina Luna de Araújo Jácome³;
Agenor Tavares Jácome Júnior²

¹Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico (ASCES), Caruaru, PE, Brasil

²Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico (ASCES), Caruaru, PE, Brasil

³Universidade Federal de Pernambuco(UFPE), Caruaru, PE, Brasil

*Autor correspondente: e-mail: akyllafernanda@yahoo.com,

camila1.0@hotmail.com, jeyvson.q@gmail.com,

paulajacome@ibest.com.br, agenorjacome@asc.es.edu.br

RESUMO

Este estudo envolveu a análise da qualidade das águas utilizadas na irrigação de cinco horticulturas por meio de microrganismos indicadores de contaminação fecal (Grupo coliformes) e de contaminação por material orgânico (*Pseudomonas aeruginosa*) tanto na água como nos alimentos irrigados. Foi verificada também a atividade de três sanitizantes na diminuição desses microrganismos por meio da contagem de bactérias heterotróficas antes e após o tratamento. Observou-se a presença do grupo coliformes (NMP > 1600) e da bactéria *Pseudomonas aeruginosa* tanto na água de irrigação como nos alimentos irrigados, de acordo com a análise dos coeficientes de variação (R^2), pode-se perceber uma forte correlação entre o índice de contaminação da água e dos alimentos. Todos os sanitizantes testados foram capazes de reduzir a carga bacteriana dos alimentos, com destaque a sanitização com Vinagre a 200 ppm, que além de ter reduzido consideravelmente o índice de contaminação dos alimentos, pode ser indicado para este fim, haja vista ser considerado um produto de baixo custo e seguro, do ponto de vista toxicológico. Desse modo, o uso de uma água de má qualidade na irrigação de hortaliças pode influenciar diretamente a contaminação dos alimentos podendo trazer sérias implicações à saúde dos consumidores.

Palavras-chave: agricultura, coliformes, hortaliças, *Pseudomonas aeruginosa*, sanitizantes.

Bacteriological analysis of horticultural irrigation water

ABSTRACT

This study analyzed the quality of water used for the irrigation of five crops based upon microorganism indicators of fecal contamination (group coliforms) and contamination by organic material (*Pseudomonas aeruginosa*) in both the water and in the irrigated food. The study also verified the decrease in the activity of these microorganisms by heterotrophic bacterial count before and after treatment with three different sanitizers. The presence of coliform (NMP > 1600) and *Pseudomonas aeruginosa* was observed in both the irrigation water and in the irrigated food, and the coefficient of variation (R^2) revealed a strong correlation between the rates of contamination of the water and food. All of the sanitizers

evaluated reduced the bacterial load of the food, especially sanitization with vinegar at 200 ppm, which, in addition to greatly reducing food contamination, is also considered a low-cost and toxicologically safe product, and therefore may be indicated for this purpose. Thus, the use of poor quality water in the irrigation of vegetables may directly contribute to food contamination, with serious implications for the health of consumers.

Keywords: agriculture, coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, sanitizers, vegetables.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a agricultura por ser um nutriente essencial ao desenvolvimento de frutas e hortaliças. Sendo assim, a sua disponibilidade está diretamente relacionada com o aumento da produtividade nas áreas agrícolas (Falloon e Betts, 2010). Sabe-se que, a nível mundial, a irrigação é a maior consumidora de água derivada das fontes como rios, lagos e aquíferos subterrâneos (Dantas et al., 2014). Entretanto, uma das principais dificuldades do setor agrícola tem sido a disponibilidade desse recurso (Falloon e Betts, 2010).

Entre as atividades agrícolas desenvolvidas na cidade de Caruaru-PE, destacam-se a produção de frutas e hortaliças nas áreas de brejos de altitude. No entanto, tratando-se de uma região de clima semiárido, o município possui severos regimes pluviométricos que vem apresentando um forte entrave no desenvolvimento dessas atividades (Oliveira et al., 2014). O que pode ser explicado através de dados descritos pela Agência Pernambucana de Águas e Clima que afirmam que a precipitação pluviométrica média no período 2013-2014 em Caruaru foi de apenas 45,9 mm ano⁻¹ (Pernambuco, 2015).

O impacto de possíveis mudanças climáticas pode interferir negativamente em processos produtivos, na saúde e na qualidade de vida da região. Com a baixa pluviosidade, o agricultor de pequenas propriedades rurais fica à mercê de um curto período de chuvas para plantar a sua cultura de subsistência (Sadiq et al., 2014). Desse modo, ele se vê compelido a utilizar águas de poços artesianos, açudes e barragens para suprir as necessidades dos cultivos. No entanto, a prática da irrigação deve respeitar os critérios sanitários que garantam o uso de água de boa qualidade e em quantidade adequada (Andrade, 2009).

A qualidade microbiológica da água e dos alimentos pode ser estabelecida, utilizando-se, como parâmetro, microrganismos indicadores de contaminação fecal, como o grupo Coliforme, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, que avalia suas condições higiênicas evidenciando sua relação com o histórico da amostra. Além do grupo coliforme, a pesquisa quanto a presença de *Pseudomonas aeruginosa* na água e nos alimentos tem se mostrado de grande importância, tendo em vista que é classificado como um dos microrganismos mais versáteis e oportunistas, e sua presença encontra-se cada vez mais difundida no meio ambiente (Almeida et al., 2009; Allydice-Francis e Brown, 2012).

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 e Brown, 2012). As mais consumidas são o coentro (*Coriandrum sativum* L.), que é rico em vitaminas A, B1 e B2 (Fiorotti et al., 2011) e a alface (*Lactuca sativa* L.) que se destaca como fonte de vitaminas e sais minerais, sendo assim constituída na mais popular hortaliça folhosa (Silva et al., 2011). De acordo com os dados de produção e valor de produção do coentro e alface, segundo as variáveis selecionadas no Brasil, a quantidade vendida para o consumo humano foi de 18.056 toneladas de coentro, resultando em um valor de produção de R\$ 24.742.000 e de 41.156 toneladas de alface, com valor de produção de R\$ 56.466.000, sendo, por exemplo, o consumo desses alimentos ainda

maior que hortaliças como a couve (IBGE, 2006).

Entretanto, diversos estudos tem comprovado uma relação clara entre o aumento dos surtos de doenças ligadas à alimentação, com o maior consumo de produtos frescos como frutas e hortaliças (Allydice-Francis e Brown, 2012; Olaimat e Holley, 2012). Nesse sentido, Assis e Uchida (2014) caracterizam as hortaliças como sendo, muitas vezes, inseguras para o consumo humano, tratando-se de alimentos consumidos *in natura* e passíveis de contaminação microbiológica, sobretudo nas fases de pré-preparo. Logo, é imprescindível que a etapa de lavagem desses vegetais seja realizada com água de boa qualidade adicionada de soluções sanitizantes, obtendo-se produtos microbiologicamente mais seguros (Adami e Dutra, 2011).

Tendo em vista que o consumo da água e alimentos contaminados traz severas implicações para a saúde humana, o presente estudo tem por objetivo analisar a qualidade bacteriológica das águas utilizadas para irrigação, assim como dos alimentos por ela irrigados, destacando o coentro e a alface, além de avaliar a atividade de três sanitizantes (Água Sanitária, Vinagre e Ácido Peracético) na diminuição da carga bacteriana desses alimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Tratou-se de um estudo laboratorial (experimental) que ocorreu de Janeiro de 2014 a Junho de 2015, sendo a coleta realizada na zona rural, em uma área de brejo de altitude, do município de Caruaru, situado no Agreste Pernambucano. A escolha das propriedades se deu pelos seguintes critérios: serem fornecedores de grandes redes de supermercados e feiras livres, utilização de água para irrigação de açudes ou poços artesianos, e produção dos dois tipos de cultura (alface e coentro). Dentro desses critérios de elegibilidade, foram selecionadas cinco propriedades da zona rural de Caruaru. A obtenção das amostras de água foi realizada tanto nos períodos de estiagem (geralmente no mês de Abril e Maio, e de Agosto a Dezembro) quanto nos períodos chuvosos (de Janeiro a Março, e nos meses de Junho e Julho). A coleta das culturas irrigadas foi realizada em períodos próximos à colheita, o que podia variar entre cada propriedade.

2.1. Amostras

2.1.1. Água de irrigação

Em cada uma das cinco propriedades foram coletadas duas amostras da principal fonte hídrica utilizada pelos agricultores nos períodos de estiagem, sejam elas açudes ou poços artesianos. As propriedades rurais utilizavam açudes de médio e grande porte como fonte alternativa de captação de água para as práticas agrícolas. A água era drenada até as plantações e, assim, utilizada na irrigação das horticulturas. As amostras de água foram coletadas em sacos estéreis com capacidade para 150 mL, contendo 0,2 mL de solução de tiosulfato de sódio a 10%.

Foram coletados 200 mL (100 mL em cada saco de coleta) nos pontos de captação de cada uma das cinco propriedades agrícolas que estavam dentro dos critérios de inclusão. Os sacos de coleta foram identificados quanto ao tipo de amostra, origem, data e hora e, em seguida, transportadas sob condições de refrigeração utilizando-se uma caixa isotérmica contendo gelo a temperatura de 4°C, estando todo o procedimento de acordo com plano de amostragem descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2005).

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Controle de Qualidade Microbiológico de Alimentos da Faculdade Ascens. Foi preenchida uma ficha de registro de coleta contendo informações de procedência, número da amostra, data e horário da coleta.

2.1.2. Hortaliças

Além das amostras de água, foram coletadas amostras de alface e coentro de acordo com o plano de amostragem descrito no Codex Alimentarius (Jay, 2005). Desse modo, o universo da amostra foi constituído de acordo com a quantidade de hortaliças produzidas em cada propriedade (200 unidades/dia) e, deste, foram coletadas de 5-10% (10 a 20 unidades) da quantidade total produzida para a obtenção da amostra bruta. Essas unidades foram selecionadas das parcelas cultivadas, de preferência as mais irrigadas (centrais), independente do tamanho ou peso.

O transporte das hortaliças para o Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos da Faculdade Asces se deu acondicionando as mesmas em sacos plásticos estéreis devidamente fechados e etiquetados (tipo de análise, procedência, data e hora da coleta) e preservadas em caixa isotérmica contendo baterias de gelo a temperatura de 4°C.

A redução da amostra bruta se deu pelo processamento em liquidificador industrial (METVISA LOL6) com copo esterilizado. As amostras foram trituradas e quarteadas desprezando-se 2/4 do peso total, gerando com isso a amostra de laboratório. Todos os procedimentos foram feitos em condições estéreis dentro de uma capela de fluxo laminar. A partir da amostra de laboratório, foram retiradas alíquotas para as análises bacteriológicas.

Quanto ao processamento, uma parte da amostra de laboratório foi destinada a análise do alimento sem tratamento sanitizante, e três partes foram submetidas a tratamentos com três tipos de soluções, sendo elas: Água Sanitária 40 ppm, Vinagre 200 ppm e Ácido Peracético 120 ppm. Cada alimento ficou em solução durante 15 minutos. Após à sanitização, 50 g de cada parcela dos alimentos foram liquefeitas em 200 mL de soro fisiológico estéril obtendo-se um caldo para posterior análise bacteriológica.

2.2. Análise bacteriológica

As amostras da água foram homogeneizadas antes da retirada da unidade analítica. As análises seguiram os critérios estipulados pela portaria n. 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) e a RDC n.12 de 2001 da ANVISA (Brasil, 2001). Para as amostras de água e de alimentos processados pesquisou-se a presença de coliformes totais, termotolerantes e *Pseudomonas aeruginosa* utilizando-se a técnica dos tubos múltiplos recomendada pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA et al., 2005), onde os tubos foram incubados em temperatura de 35 a 37°C, sendo na pesquisa de termotolerantes os tubos incubados em temperatura de 44,5°C em banho-maria.

2.3. Bactérias Heterotróficas

A quantificação de colônias de bactérias heterotróficas foi feita por meio da técnica de *pour-plate* como recomendado pelo “Standards Methods for the examination of water and wastewater” (APHA et al., 2005). Foram realizadas diluições de 10^{-3} . Os resultados foram expressos em UFC mL⁻¹ (Unidades Formadoras de Colônias por mililitro) de água.

2.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software excel (v. 14.07). Os percentuais médios de redução microbiana após o uso dos sanitizantes foram feitos por meios de média com intervalo de confiança de 95% (IC95%) e a pesquisa de correlação entre o nível de contaminação da água de irrigação e o nível de contaminação da alface e do coentro foi realizada por meio de regressão linear e cálculo do coeficiente de determinação (R²).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as amostras das águas de irrigação (10 amostras) e de hortaliças coletadas (50 amostras) nas cinco propriedades rurais revelaram a presença do grupo coliforme. A

legislação brasileira (Brasil, 2001) por meio da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, estabelece limites microbiológicos para coliformes fecais (termotolerantes) em hortaliças *in natura* podendo apresentar até 10^2 NMP g^{-1} . Desse modo, as amostras de alface das propriedades C e E, e as amostras de coentro das propriedades C e D, apresentaram contagens de coliformes de origem fecal acima do que é permitido pela legislação brasileira (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados de análises de amostras de água de irrigação, alface e coentro de cinco propriedades rurais, em relação ao número de coliforme totais e termotolerantes (fecais).

Propriedades	Amostras	Coliformes Totais*	Coliformes Termotolerantes*
A	Água	≥ 1600	2
	Alface	≥ 1600	12
	Coentro	≥ 1600	26
B	Água	≥ 1600	21
	Alface	≥ 1600	27
	Coentro	≥ 1600	33
C	Água	≥ 1600	26
	Alface	≥ 1600	110
	Coentro	≥ 1600	280
D	Água	≥ 1600	12
	Alface	≥ 1600	26
	Coentro	≥ 1600	170
E	Água	≥ 1600	17
	Alface	≥ 1600	900
	Coentro	500	4

* Nas amostras de água, o resultado é expresso em NPM 100 mL^{-1} (Número mais provável por 100 mililitro de amostra). Já nas amostras de alimentos (alface e coentro), o resultado é expresso em NMP g^{-1} .

Em um estudo realizado por Santos et al. (2010) também foram encontrados índices elevados de contaminação por coliformes a 45°C ; dentre as hortaliças analisadas, a alface e o coentro foram os que apresentaram maior incidência de contaminação; e nas amostras de água de irrigação, 89% foram positivas para coliformes totais e 87% apresentaram coliformes termotolerantes. Assis e Uchida (2014) afirmam que contagens elevadas de coliformes podem indicar condições higiênico-sanitárias insatisfatórias no processamento ou pós-processamento dos alimentos.

A contagem de coliformes totais revelou um NMP altamente elevado (de 500 a ≥ 1600). Apesar da legislação brasileira não possuir um padrão para coliformes totais em hortaliças, o monitoramento desses microrganismos faz-se necessário, tendo em vista que são deteriorantes potenciais pertencendo ao grupo dos bioindicadores de higiene dos alimentos (Srebernich, 2007; Arbos et al., 2010). Além disso, Cabral (2010) afirma que, de acordo com a legislação norte-americana, os coliformes totais são um parâmetro de rotina a ser determinado e que embora não sejam necessariamente bactérias fecais, a lógica por trás desse sistema é correta, uma vez que um teste positivo em coliformes fecais é necessariamente positivo no processo de coliformes totais.

A presença da espécie *P.aeruginosa* foi encontrada nas amostras de água de irrigação e hortaliças das cinco propriedades apresentando valores elevados de NMP (Tabela 2). Quando comparado o uso das três soluções sanitizantes foi observado que o percentual médio de redução microbiana, relativo à espécie, variou entre -91,8% e -99,5%, no entanto, a

comparação do intervalo de confiança de 95% revelou que não há diferença estatisticamente significativa dos percentuais médios de redução microbiana entre os sanitizantes (Tabela 2).

A contaminação de hortaliças por *P.aeruginosa* tem sido prevalente em diversos locais, sobretudo em alimentos folhosos como a alface (Allydice-Francis e Brown, 2012). Na falta de uma legislação que estabeleça limites à presença de *P.aeruginosa* nesse tipo de amostra, o presente estudo considerou a água de irrigação e os alimentos irrigados, como sendo impróprios para o consumo, tendo em vista que, além de se tratar de um patógeno oportunista, a presença deste microrganismo é indicativo da poluição da água por material orgânico (Almeida et al., 2009).

Tabela 2: Resultado da análise do número mais provável (NMP) de *Pseudomonas aeruginosa* nas amostras de água de irrigação, alface e coentro, com e sem tratamento sanitizante, e percentual de redução microbiana após o uso dos sanitizantes. O resultados do NMP nas amostras de água estão expressos em NPM 100mL⁻¹ e o das amostras de alface e coentro, expressos em NMP g⁻¹.

Amostra	Propriedades Rurais										Total	
	A		B		C		D		E			
	NMP	% R*	NMP	% R*	NMP	% R*	NMP	% R*	NMP	% R*	%MRB**	IC _{95%} ***
Água de Irrigação	≥1600	-	500	-	1600	-	500	-	900	-		
Alface sem Tratamento	≥1600	-	900	-	≥1600	-	110	-	1600	-		
Alface com Água Sanitária	50	-96,9	2	-99,8	11	-99,3	4	-96,4	13	-99,2	-98,3	(-96,7%) - (-99,9%)
Alface com Vinagre	34	-97,9	2	-99,8	4	-99,8	2	-98,2	14	-99,1	-98,9	(-98,1%) - (-99,8%)
Alface com Ácido Peracético	2	-99,9	2	-99,8	4	-99,8	4	-96,4	<2	-99,9	-99,1	(-97,6%) - (-100,7%)
Coentro sem Tratamento	≥1600	-	110	-	900	-	≥1600	-	≥1600	-		
Coentro com Água Sanitária	90	-94,4	33	-70,0	26	-97,1	11	-99,3	30	-98,1	-91,8	(-79,5%) - (-104,1%)
Coentro com Vinagre	33	-97,9	14	-87,3	14	-98,4	4	-99,8	17	-98,9	-96,5	(-91,3%) - (-101,7%)
Coentro com Ácido Peracético	2	-99,9	2	-98,2	4	-99,6	2	-99,9	<2	-99,9	-99,5	(-98,7%) - (-100,2%)

* %R = Percentual de redução microbiana após o uso dos sanitizantes.

** %MRB = Percentual médio de redução microbiana após o uso dos sanitizantes.

*** IC_{95%} = Intervalo de confiança de 95%.

Quanto à contagem de bactérias heterotróficas, essas apresentaram números elevados tanto nas amostras de água quanto nas amostras de alimentos, variando principalmente entre 1,0x10³ e 1,75x10⁶ UFC mL⁻¹ para as amostras de água e variação de 2,4x10⁴ a 2,19x10⁶ UFC g⁻¹ nas amostras de hortaliças (Tabela 3). Essas contagens foram ainda maiores quando comparadas as de um estudo realizado por Coutinho et al. (2015), onde a enumeração das bactérias heterotróficas mesófilas tiveram variação de 4,5x10⁴ a 7,7x10⁵ UFC g⁻¹ em amostras de alface, demonstrando o alto grau de contaminação desse alimento.

Assim como no percentual médio de redução microbiana relativo à *Pseudomonas aeruginosa*, também não houve diferença estatisticamente significativa dos percentuais médios de redução microbiana entre os sanitizantes pela contagem de bactérias heterotróficas (IC_{95%}), tendo ocorrido variação de redução entre -91,9% e -98,4% (Tabela 3).

De acordo com Abreu et al. (2010), a lavagem das hortaliças é a prática mais comum para se obter um produto mais seguro. No entanto, a seleção dos sanitizantes a serem empregados deve ser realizada cuidadosamente, baseando-se não apenas na eficácia do produto, mas também na sua segurança do ponto de vista toxicológico, uma vez que, para evitar riscos de contaminação, é recomendável que os alimentos sejam mantidos e consumidos sem enxágue subsequente (Adami e Dutra, 2011).

Tabela 3. Resultado da análise da contagem de bactérias heterotróficas (UFC mL⁻¹ x 10³) nas amostras de água de irrigação, alface e coentro, com e sem tratamento sanitizante, e percentual de redução microbiana após o uso dos sanitizantes.

Propriedades Rurais												
Amostra	A		B		C		D		E		Total	
	n*	%R**	n*	%R**	n*	%R**	n*	%R**	n*	%R**	%MRB***	IC _{95%} ****
Água de Irrigação	1		89,7		76,2		119		1750			
Alface sem Tratamento	801		679		740		1730		4940			
Alface com Água Sanitária	14,6	-98,2	156	-77,0	26,5	-96,4	7,5	-99,6	480	-90,3	-92,3	(-83,1%)–(-101,5%)
Alface com Vinagre	241	-69,9	45,3	-93,3	10,5	-98,6	3,5	-99,8	117	-97,6	-91,9	(-79,3%)–(-104,4%)
Alface com Ácido Peracético	4,15	-99,5	31,5	-95,4	1,5	-99,8	10,6	-99,4	104	-97,9	-98,4	(-96,5%)–(-100,2%)
Coentro sem Tratamento	680		2190		1210		2400		9040			
Coentro com Água Sanitária	52	-92,4	114	-94,8	160	-86,8	6	-99,8	134	-98,5	-94,4	(-89,2%)–(-99,6%)
Coentro com Vinagre	197	-71,0	29,5	-98,7	52	-95,7	8,66	-99,6	232	-97,4	-92,5	(-80,4%)–(-104,6%)
Coentro com Ácido Peracético	58	-91,5	176	-92,0	33,5	-97,2	0	-100,0	55	-99,4	-96,0	(-92,0%)–(-100,1%)

UFC mL⁻¹ x 10³ = Unidade formadora de colônias por mililitro vezes dez ao cubo.

* n = número de bactérias heterotróficas.

** %R = Percentual de redução microbiana após o uso dos sanitizantes.

*** %MRB = Percentual médio de redução microbiana após o uso dos sanitizantes.

**** IC_{95%} = Intervalo de confiança de 95%.

Nesse sentido, observando a semelhante redução da carga microbiana dos alimentos, nas análises estatísticas, quanto ao uso da Água Sanitária 40ppm, Vinagre 200ppm e Ácido Peracético 120ppm, o Vinagre foi considerado o produto de melhor escolha, pois, sendo ele comumente utilizado como condimento, além de ser um produto facilmente encontrado, torna-se acessível à população por ter um baixo custo, podendo ser utilizado como sanitizante sem produção de resíduo tóxico.

Quanto a análise da água e sua relação com os vegetais, observou-se que o nível de contaminação da água de irrigação e o nível de contaminação da alface e do coentro apresentam forte correlação. Isto é, segundo análise dos coeficientes de determinação (R²), 95,6% do nível de contaminação da alface e 97,5% do nível de contaminação do coentro podem ser explicados pelo nível de contaminação da água (Figura 1).

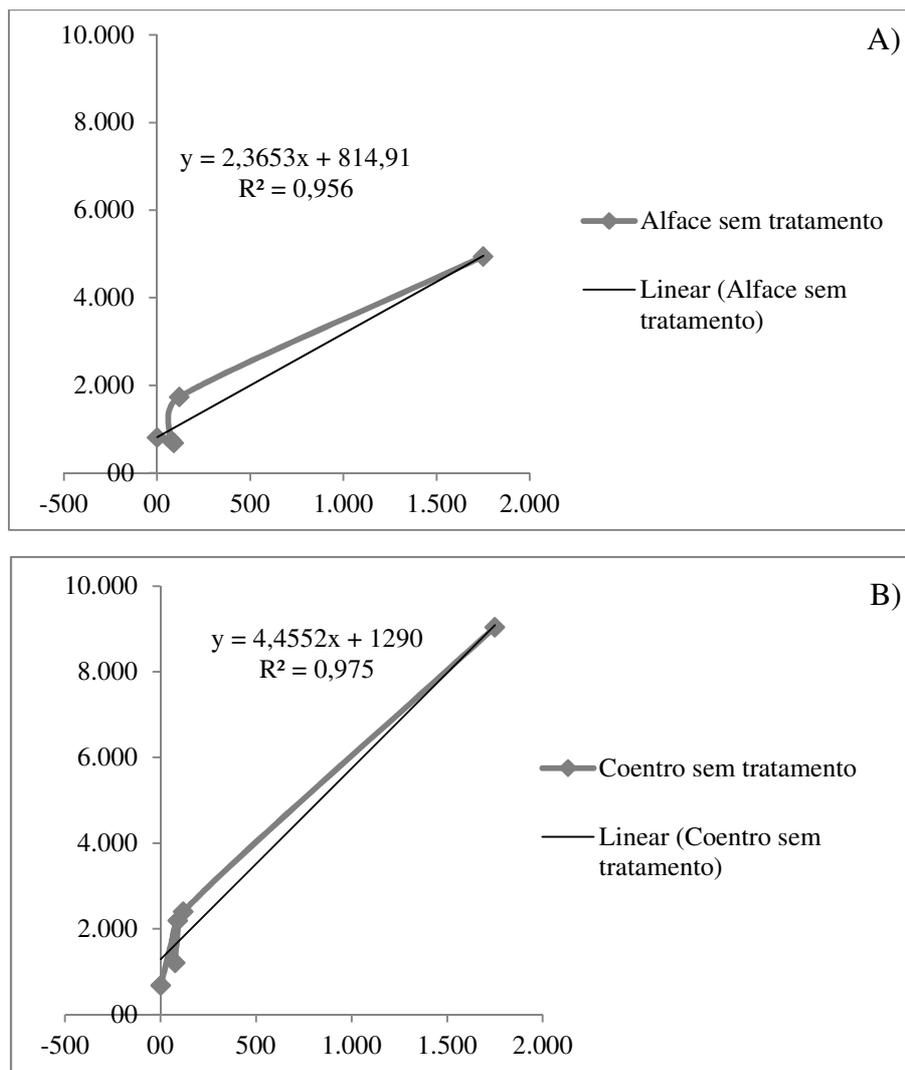


Figura 1. Correlação entre o nível de contaminação da água de irrigação e o nível de contaminação da alface (A) e do coentro (B).

Em um estudo realizado no Reino Unido sobre a qualidade microbiológica da água utilizada para irrigação de saladas, também demonstrou uma relação clara entre o uso de uma água de má qualidade com a contaminação dos alimentos irrigados, representando um sério risco de doenças (Tyrrel et al., 2006). De acordo com Cavalcante (2014) na região semiárida, os problemas relacionados à qualidade das fontes de água são ainda maiores devido à necessidade de fontes alternativas que complementem o abastecimento nos períodos de seca.

4. CONCLUSÃO

Como base neste estudo, pôde-se perceber que as águas destinadas à irrigação das hortaliças não possuíam qualidade do ponto de vista microbiológico e o índice de contaminação da água e dos vegetais apresentou uma forte correlação, segundo a análise dos coeficientes de determinação (R^2).

Com relação ao uso dos sanitizantes, foi observado que, apesar dos índices de contaminação das hortaliças terem sido elevados, as sanitizações com a Água Sanitária, Vinagre e Ácido Peracético, reduziram significativamente a carga bacteriana presente nos alimentos. No entanto, entre os três sanitizantes, o Vinagre foi considerado como sendo ideal para realização de etapas de sanitização das hortaliças, haja vista ser um produto com um baixo custo e considerado seguro, do ponto de vista toxicológico.

Assim, torna-se indispensável um monitoramento adequado das águas destinadas à irrigação, sobretudo quando a mesma é aspergida sobre as partes comestíveis dos produtos consumidos *in natura*, a fim de se evitar a contaminação potencial desses alimentos além das doenças por eles causadas.

5. REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, supl. 1, p. 108-118, 2010.
- ADAMI, A. A. V.; DUTRA, M. B. L. Análise da eficácia do vinagre como sanitizante na alface (*Lactuca sativa*, L.). **REAS, Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 3, p. 134-144, 2011.
- 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, 2012. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/426241>
- ALMEIDA, V. F. S.; OLIVEIRA, S. R.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME-JÚNIOR, A. T. Avaliação de indicadores higiênico-sanitários e das características físico-químicas em águas utilizadas em escolas públicas de nível fundamental. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 334-40, 2009.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT ASSOCIATION- WEF. **Standard methods for the examination of water & wastewater**. 21st edition. Washington, 2005. 1496 p.
- ANDRADE, E. M. A irrigação e suas implicações sobre o capital natural em regiões áridas e semi-áridas: uma revisão. **Revista Ceres**, v. 56, p. 390-398, 2009.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, supl. 1, p. 215-220, 2010.
- ASSIS, L. L. R.; UCHIDA, N. S. Análise da qualidade microbiológica de Hortaliças minimamente processadas comercializadas em campo mourão, PR. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR**, v. 5, n. 3, p. 17-22, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 mar. 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos e seus anexos I e II. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção 1, n. 7-E, p. 45.
- CABRAL, J. P. S. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 7, n. 10, p. 3657-3703, 2010. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph7103657>

- CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 3, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1301>
- COUTINHO, M. G. S.; FERREIRA, C. S.; NEVES, A. M.; ALVES, F. R. L.; SOUZA, F. F. P.; FONTENELLE, R. O. S. Avaliação microbiológica e parasitológica de alfaces (*lactuca sativa* L) comercializadas em feiras livres no município de Sobral – CE. **Revista da Universidade do Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 2, p. 388-397, 2015. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v13i2.2322>
- DANTAS, I. L. A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1220>
- FALLOON, P.; BETTS, R. Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation-The importance of an integrated approach. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 23, p. 5667-5687, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.002>
- FIOROTTI, J. L.; CARVALHO, E. D. S. S.; PIMENTEL, A. F.; SILVA, K. R. D. Horta: a importância no desenvolvimento escolar. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2011, São José dos Campos. **Anais...** São José dos campos: Universidade Vale do Paraíba, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Brasil, grandes regiões e unidades da Federação. **Censo Agropecuário**, p. 1-777, 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf. Acesso em: 26 fev. 2016.
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712 p.
- OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. **Food Microbiology**, v. 32, n. 1, p. 1-19, 2012.
- OLIVEIRA, A. F. M.; FERNANDES, F. G. B. C.; BATISTA, R. O.; SOUZA, L.; GURGEL, M. T. Teores de metais pesados em cambissolo irrigado com água residuária doméstica e água de poço. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 2, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1309>
- PERNAMBUCO. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso: 12 fev. 2015.
- SADIQ, A. A.; AMIN, S. A.; AHMAD, D.; UMARA, B. G. Characteristics of irrigation tube wells on major river flood plains in Bauchi State, Nigeria. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 4, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1314>
- 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.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1083-1098, 2010.

- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000200019>
- SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 744-750, 2007.
- TYRREL, S. F.; KNOX, J. W.; WEATHERHEAD, E. K. Microbiological water quality requirements for salad irrigation in the United Kingdom. **Journal of food protection**, v. 69, n. 8, p. 2029-35, 2006.