



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CRICARÉ PARA UTILIZAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS

João Victor Martins Antunes¹, Bruna Carminate², Robson Bonomo³, Marcelo Antônio de Oliveira⁴

1. Graduando em Farmácia da Universidade Federal do Espírito Santo (Centro Universitário Norte do Espírito Santo) CEUNES/UFES (jvictorma12@hotmail.com)
2. Pós-Graduada em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo (Centro Universitário Norte do Espírito Santo) CEUNES/UFES
3. Professor Doutor do Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo (Centro Universitário Norte do Espírito Santo) CEUNES/UFES
4. Professor Doutor do Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (Centro Universitário Norte do Espírito Santo) CEUNES/UFES

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

Desde a antiguidade as grandes cidades e civilizações se desenvolveram às margens dos rios. Neste sentido, a água assume caráter imprescindível para a sobrevivência dos povos, devendo estar presente no ambiente em qualidade e quantidades apropriadas. Dentre suas utilizações, uma das mais importantes é na produção agrícola, sendo a mesma essencial para o abastecimento alimentício. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo monitorar a água do rio Cricaré, no município de São Mateus – ES, para avaliar a qualidade de sua água visando a utilização na irrigação de hortaliças. Foram selecionados 6 pontos ao longo do curso do rio Cricaré e foram analisados os parâmetros: temperatura, condutividade, Cloreto ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}^-$), Dureza Total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$), Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$), Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N-NH}_3$), Ferro total ($\text{mg.L}^{-1} \text{Fe}$), Fosfato / Ortofosfato ($\text{mg.L}^{-1} \text{PO}_4^{3-}$), Turbidez (NTU) e Acidez ($\text{mg.L}^{-1} \text{CO}_2$). Verificou-se que apenas o Ponto 1 pode ser considerado apto para ser usado na irrigação de hortaliças. Ficou evidente a necessidade do monitoramento da qualidade da água utilizada na irrigação, pois a mesma reflete na produtividade e na saúde de quem consome.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Ferro Total, Agricultura, Saúde.

PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF WATER QUALITY OF CRICARÉ RIVER FOR USE IN IRRIGATION VEGETABLE

ABSTRACT

Since antiquity the great cities and civilizations developed along the riverbanks. In this sense, the water takes character essential to the survival of the people and must be present in the environment in appropriate quantities and quality. Among its uses, the most important is in agricultural production, with the same essential to the food supply. Accordingly, this study aims to monitor the Cricaré river water, in São Mateus - ES, to assess the quality of their water use in order to irrigate vegetables. We

selected 6 points along the river course and Cricaré parameters were analyzed: temperature, conductivity, chloride ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}^-$), Total Hardness ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$), dissolved oxygen ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$), Nitrogen ammonia ($\text{mg.L}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$), total iron ($\text{mg.L}^{-1} \text{Fe}$), phosphate / orthophosphate ($\text{mg.L}^{-1} \text{PO}_4^{-3}$), Turbidity (NTU) and acidity ($\text{mg.L}^{-1} \text{CO}_2$). It was found that only the point 1 can be considered suitable for use in irrigation of vegetables. It was evident the necessity of monitoring the quality of water used for irrigation, because it reflects the productivity and health of those who consume.

KEYWORDS: Water Quality, Total Iron, Agriculture, Health.

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade as grandes cidades e civilizações se desenvolveram às margens dos rios. Neste sentido, a água assume caráter imprescindível para a sobrevivência dos povos. Entretanto, da mesma forma que a sua presença cria condições para a vida, a qualidade da água, pode também representar sérios riscos à saúde (SILVEIRA, 2007). De acordo com a lei nº 9433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico, sendo essencial à vida humana, ao desenvolvimento econômico e à preservação do meio ambiente (COSTA, 2007). Dentre suas utilizações, uma das mais importantes é na produção agrícola, sendo essencial para a sobrevivência de famílias que dependem de pequenos cultivos. Desta forma, a utilização de uma água de boa qualidade para a irrigação contribui sumariamente na qualidade da produção e na sua rentabilidade.

A qualidade da água é um aspecto fundamental para o êxito da utilização de sistemas irrigados, no entanto, a avaliação da sua qualidade é, muitas vezes, negligenciada no momento da elaboração de projetos. Como consequência, a irrigação poderá produzir efeitos indesejáveis na condução de uma cultura comercial ou servir como veículo para contaminação da população, no momento em que ocorre a ingestão dos alimentos que receberam a água contaminada (MANTOVANI *et al.*, 2006).

Desta forma, é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos (BRAGA, 2003). Tendo em vista a importância da água em condições aceitáveis para uso na irrigação o presente trabalho analisou a qualidade da água do Rio Cricaré, município de São Mateus – ES, buscando avaliar condições atuais para o uso na irrigação de hortaliças.

METODOLOGIA

Foram selecionados seis pontos (Quadro 1) ao longo do curso do rio Cricaré, no município de São Mateus, ES, para coleta das amostras, que foram analisadas no laboratório de Química Farmacêutica do CEUNES/UFES. A seqüência dos pontos de amostragem seguiram de montante para jusante, com o primeiro ponto antes da localidade do “Jambeiro” e o último na localidade da “Meleira”.

QUADRO 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de água.

Ponto de coleta		Coordenadas geográficas	
Jambeiro (montante)	P1	18°41' 35,87" S	39°52' 150 6" W
Jambeiro (jusante)	P2	18°41' 43,38" S	39°52' 01,7 6" W
Porto Histórico	P3	18°42' 45,15" S	39°51' 19,12" W
Pedra D'água	P4	18°43' 13,57" S	39°48' 51,23" W
Mariricu	P5	18°43' 44,23" S	39°46' 30,30" W
Meleira	P6	18°40' 03,74" S	39°45' 48,15" W

As amostragens foram realizadas nas datas 04/04/11; 15/04/11; 30/04/11; 14/05/11; 28/05/11; 11/06/11; 06/08/11; 24/09/11; 30/09/11 e 07/10/11, sendo que todas as coletas foram feitas no intervalo das 08:00 às 10:30 horas da manhã. Com o auxílio de um coletor manual, foram coletados dois litros de água em garrafas plásticas (previamente higienizadas e identificadas) em cada ponto de amostragem nas margens do rio, em que as coletas foram efetuadas aproximadamente a 1,5 metros da margem e a 1,0 metro de profundidade. No momento da coleta foram analisadas a temperatura por meio de termômetro de coluna de mercúrio e condutividade utilizando um condutivímetro portátil. As amostras coletadas nas garrafas foram colocadas em caixa de isopor com gelo reciclável e imediatamente transportadas para o laboratório de Química Farmacêutica do CEUNES/UFES para que as demais análises fossem efetuadas no máximo três horas após a coleta da primeira amostra.

Os testes realizados foram: Cloreto ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}^-$), Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$), Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$), Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N-NH}_3$), Ferro total ($\text{mg.L}^{-1} \text{Fe}$), Fosfato/Ortofosfato ($\text{mg.L}^{-1} \text{PO}_4^{-3}$), Turbidez (NTU) e Acidez ($\text{mg.L}^{-1} \text{CO}_2$), sendo que os mesmos, exceto ferro total, foram efetuados por método colorimétrico com os reagentes específicos e comparação do resultado com a cor da cartela do manual de instruções do Ecolit[®] do fabricante ALFAKIT LTDA.

Para a quantificação de ferro total foi utilizado o método espectrofotométrico com leitura na região do visível, onde o ferro reage com a 1,10-fenantrolina para formar um complexo vermelho alaranjado. A amostra complexada é submetida à leitura no espectrofotômetro em 510 nm, e com a absorbância obtida, foi quantificada a concentração de ferro.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pela forma clássica, considerando-se média, variância e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a avaliação física de temperatura da água das amostras coletadas no rio Cricaré estão apresentados na Tabela 1.

A temperatura é um parâmetro de grande importância, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

TABELA 1 - Temperatura da água do rio Cricaré (°C).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	---- °C ----					
4/4/11	30	30	30	29	29	27
15/4/11	25	25	28	29	29	27
30/4/11	27	26	27	28	29	27
14/5/11	25	25	22	27	26	26
28/5/11	24	24	24	26	26	26
11/6/11	25	25	25	24	24	24
6/8/11	24	24	24	26	26	26
24/9/11	25	25	25	25	25	25
30/9/11	25	25	23	24	24	25
7/10/11	24	25	25	25	24	25
<i>Média</i>	<i>25,4 ± 1,84</i>	<i>25,4 ± 1,71</i>	<i>25,3 ± 2,41</i>	<i>26,3 ± 1,89</i>	<i>26,2 ± 2,10</i>	<i>25,8 ± 1,03</i>

Quanto a temperatura, verificou-se uma pequena variação existente entre os pontos observados, e uma tendência de queda das temperaturas das avaliações feitas no início do outono para aquelas feitas no início da primavera, comportamento este que acompanha a variação da temperatura do ar nesta região. O trabalho desenvolvido por PINHO (2001) corrobora com os resultados relacionados à variação sazonal de temperatura, sendo maior nos primeiros meses do ano. Segundo BRANCO (1986), a principal consequência da elevação da temperatura da água de um manancial relaciona-se com a perda de oxigênio. Desta forma, a variação da solubilidade dos gases e da maioria dos sais é inversamente proporcional à variação da temperatura (RUSSELL, 1992). Pode-se verificar que nos meses de maior temperatura a concentração de oxigênio dissolvido foi menor como pode-se observar na Tabela 2.

A Resolução do CONAMA de Nº 357/2005 determina que os valores de oxigênio dissolvido (O.D.) para as águas de Classe 1, não podem ser inferior a 6 mg.L⁻¹, respectivamente. A medição da concentração de oxigênio dissolvido detecta os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica. Os valores encontrados estão relacionados na Tabela 3.

TABELA 2 – Oxigênio Dissolvido na água do rio Cricaré (mg.L⁻¹ O₂).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- mg.L ⁻¹ O ₂ ---					
4/4/11	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	5,0
15/4/11	3,0	3,0	0,5	1,0	7,0	1,0
30/4/11	8,0	8,0	7,0	8,0	7,0	7,0
14/5/11	8,0	8,0	9,0	6,0	6,0	7,0
28/5/11	8,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0
11/6/11	7,0	8,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6/8/11	9,0	8,0	7,3	6,0	6,0	5,0
24/9/11	6,0	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
30/9/11	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
7/10/11	5,0	8,0	8,0	7,0	5,0	5,0
<i>Média</i>	<i>6,3 ± 2,58</i>	<i>5,8 ± 3,09</i>	<i>5,1 ± 3,26</i>	<i>5,2 ± 2</i>	<i>5,6 ± 1,92</i>	<i>5,3 ± 1,77</i>

Ao analisar o parâmetro de Oxigênio Dissolvido (O.D.) (Tabela 2), pode-se observar certa oscilação quanto ao parâmetro de O.D. nas primeiras duas coletas e também nos pontos P2 e P3 nas amostras coletadas no dia 24/08/2011, que

também pontualmente expressaram níveis discrepantes das demais, sendo que tais diferenças podem estar associadas a algum problema durante a coleta/análise ou pontualmente ser relacionado à elevada poluição local na ocasião que foram coletadas sendo dessa forma apenas o ponto P1 considerado propício para uso em hortaliças se for analisado a média simples, mas levando em conta o desvio padrão, pode-se observar que as amostras coletadas estão em conformidade com o que o CONAMA (BRASIL, 2005) .

Com relação à turbidez (presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas), neste trabalho representada pelas Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), os valores observados para todos os pontos de amostragem, para as diferentes datas, estiveram na faixa de 50-100 NTU. A turbidez encontrada nas análises pode ser considerada alta, sendo o rio classificado como da Classe 2, pelos critérios apresentados pela resolução 357/2005 do CONAMA, porém ainda adequadas a irrigação de hortaliças e frutíferas.

No que se refere à condutividade elétrica (CE) foi empregado a classificação proposta por RICHARDS (1954) citada por ALMEIDA (2010), estando os resultados discriminados na Tabela 3.

TABELA 3 – Condutividade Elétrica da água do rio Cricaré (dS m^{-1}).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- dS m^{-1} ---					
4/4/11	0,128	0,125	0,126	0,144	0,166	0,186
15/4/11	0,123	0,120	0,128	0,123	0,159	0,140
30/4/11	0,086	0,077	0,130	0,340	0,370	0,372
14/5/11	0,147	0,147	0,150	0,161	0,216	0,170
28/5/11	0,140	0,142	0,152	0,161	0,216	0,170
11/6/11	0,143	0,140	0,152	0,160	0,205	0,165
6/8/11	0,185	0,182	0,192	0,233	1,950	1,875
24/9/11	0,187	0,191	0,195	1,913	1,945	1,945
30/9/11	0,200	0,195	0,231	1,932	1,946	1,946
7/10/11	0,196	0,201	0,195	1,847	1,945	1,945
Média	$0,154 \pm 0,04$	$0,152 \pm 0,04$	$0,165 \pm 0,04$	$0,701 \pm 0,83$	$0,912 \pm 0,89$	$0,891 \pm 0,89$

Em relação à condutividade elétrica verificou-se que para os pontos situados a montante P1, P2 e P3 os valores de CE estiveram sempre abaixo de $0,250 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 3), sendo classificadas, segundo RICHARDS (1954) citado por ALMEIDA, (2010), como água da classe C1 de baixa salinidade podendo ser usada para irrigação na maior parte dos cultivos em quase todos os tipos de solo, com pouca probabilidade de desenvolver problemas de salinidade. Já para os pontos a jusante P4, P5 e P6, em especial a partir da amostragem feita em 06/08/11, foram observados a maioria dos valores na faixa de $0,750$ a $2,25 \text{ dS m}^{-1}$ sendo classificadas como água da classe C3 com alta salinidade que não pode ser usada em solos com drenagem deficiente e mesmo com drenagem adequada, podem ser necessárias práticas especiais para controle de salinidade e só deve ser aplicada para irrigação de plantas tolerantes aos sais. Esta mudança na salinidade da água entre estes pontos analisados deve-se a efeito da maré que sobe o rio e atinge até as proximidades do ponto P4.

Quanto a concentração de cloreto, de acordo com os resultados obtidos os pontos de P1 a P3 apresentaram para todas as datas de coleta de amostras valores abaixo do limite de $3,0 \text{ meq L}^{-1}$ estabelecido por AYRES & WESTCOT (1999), porém

nos pontos P4, P5 e P6, nas amostras coletadas na primavera, que corresponde a época de menor vazão do rio, este limite foi superado, chegando a atingir valores superiores a $3,0 \text{ meq L}^{-1}$, caracterizando água com elevado risco de toxidez aos cultivos. Os valores encontrados relativos à concentração de cloreto tem representado elevado risco de toxidez ao cultivo agrícola e reflete, principalmente, o efeito de maré agravados nos períodos de menor vazão do rio.

A precipitação dos carbonatos de cálcio e magnésio pode ocorrer, principalmente, se a água apresentar elevada dureza e valores de pH acima de 7,5, criando incrustações nas tubulações e emissores (NAKAYAMA & BUCKS, 1986). Os resultados obtidos evidenciaram que, em média, até aproximadamente o final do inverno (06/08/2011) a água do rio Cricaré pôde ser considerada “água mole” (dureza menor que $50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$), sendo assim propícia ao uso na irrigação, mas em especial os pontos P4, P5 e P6 a partir do início da primavera foram observados elevados índices de dureza (maior que $300 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) restringindo a indicação do seu uso para irrigação. Constatou-se que até, aproximadamente o final do inverno (06/08/2011) a água do rio Cricaré pôde ser considerada “água mole” sendo assim propícia ao uso na irrigação, mas os pontos P4, P5 e P6 a partir do início da primavera foram observados elevados índices de dureza (maior que $300 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) restringindo a indicação do seu uso para irrigação. A dureza muito elevada ocasiona, especialmente em irrigação localizada, a formação de cristais no orifício de saída de água (bocal), que poderá obstruir a passagem ou diminuir a vazão do emissor. O cálcio e magnésio são problemas também no caso da fertirrigação, pois em altas concentrações pode provocar a precipitação de fertilizantes e obstruindo assim tubulações e orifícios de emissores (SILVA, 2008).

Com relação ao teor de ferro total (podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais), presente na água de irrigação, a resolução 357/2005 do CONAMA recomenda o limite máximo de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ para ser utilizada para irrigar culturas que são consumidas cruas. Os valores encontrados estão discriminados na Tabela 4.

TABELA 4 – Ferro Total na água do rio Cricaré (mg.L^{-1} Fe).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- mg.L^{-1} Fe ---					
4/4/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5
15/4/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
30/4/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
14/5/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
28/5/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
11/6/11	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6/8/11	1,98	1,29	0,36	0,52	0,44	0,75
24/9/11	1,50	1,67	1,52	1,21	1,50	4,20
30/9/11	0,90	1,40	1,00	0,90	5,20	2,20
7/10/11	0,65	0,65	0,49	0,46	0,96	0,99
Média	$0,25 \pm 0,62$	$0,25 \pm 0,41$	$0,25 \pm 0,43$	$0,25 \pm 0,34$	$0,25 \pm 1,55$	$0,50 \pm 1,28$

Em relação a dosagem de ferro (Tabela 4) os valores observados nas amostragens feitas no período de inverno estiveram abaixo do limite de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$, porém no período da primavera este limite foi superado na maioria das amostras. A água com teores elevados de ferro dissolvido além de não serem recomendadas para a irrigação das hortaliças, também apresentam restrição devido ao risco de entupimento dos sistemas de irrigação, pois o ferro dissolvido em contato com o oxigênio atmosférico oxida-se à forma insolúvel, formando um precipitado castanho

avermelhado, e em ambientes anaeróbios a oxidação também pode ocorrer pela ação de vários gêneros de bactérias, que oxidam o ferro dissolvido, produzindo mucilagem, que também contribui para agravar os problemas de entupimento (CORDEIRO, 2001). O trabalho feito por HERNANDEZ *et al.*, (2001) corrobora com essa discussão, pois mostra o comprometimento do cálculo hidráulico, devido à diminuição da área de passagem da água na tubulação, tendo perda de carga e diminuição da pressão de serviço.

O fósforo encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização; suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais. Os valores encontrados estão discriminados na Tabela 5.

TABELA 5 – Fosfato/Ortofosfato da água do rio Cricaré ($\text{mg.L}^{-1} \text{PO}_4$).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- $\text{mg.L}^{-1} \text{PO}_4$ ---					
4/4/11	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	1,00
15/4/11	0	0	0	0	0	0
30/4/11	0	0	0	0	0	0
14/5/11	0	0	0	0	0	0
28/5/11	0	0	0	0	0	0
11/6/11	0	0	0	0	0	0
6/8/11	0	0	0	0	0	0
24/9/11	0	0	0	0	0	0
30/9/11	0	0	0	0	0	0
7/10/11	0	3	0,75	0,75	0	0
Média	$0,08 \pm 0,24$	$0,38 \pm 0,95$	$0,15 \pm 0,32$	$0,18 \pm 0,37$	$0,08 \pm 0,24$	$0,10 \pm 0,32$

De acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA para rio de Classe 1 (adequado para irrigação de hortaliças) é recomendado o uso de água de no máximo $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de fósforo dissolvido, sendo assim, de acordo com a Tabela 5 pode-se observar que pontualmente o ponto P2 apresentou na data 07/10/2011 um índice 30 vezes maior que o máximo permitido. Tal aumento pontual pode ter ocorrido devido decomposição de alguma matéria orgânica próximo ao local da coleta, uma vez que o mesmo não está próximo a saída de esgoto não sendo assim considerado um valor válido para reprovar o ponto de coleta observado. Considerando-se a média simples, apenas os pontos P1, P5 e P6 são aptos para irrigação e analisando junto às variações reprovam-se todos os pontos, mas considerando fora da média não levando em conta os aumentos pontuais dos níveis de fosfato, pode-se visualizar que a grande maioria das amostras coletadas está de acordo com os níveis requeridos pelos órgãos regulamentadores, sendo desta forma todos os pontos considerados satisfatórios do período 15/04/2011 a 30/09/2011.

Acidez representa o teor de dióxido de carbono livre, o qual na hidrólise produz íons de hidrogênio para a solução. As médias quantificadas não sofreram grandes oscilações ficando entre 1,39 a 1,61 $\text{mg. L}^{-1} \text{CO}_2$. A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que sua variação brusca pode caracterizar o lançamento de algum resíduo industrial, o que é prejudicial tanto à cultura irrigada quanto à tubulação da irrigação, pois a acidez apresenta como inconveniente a corrosividade. Trabalho desenvolvido por DUARTE (2010) mostrou que a injeção de CO_2 na concentração de saturação é efetiva na redução do

entupimento dos gotejadores por carbonato de cálcio para irrigação localizada, utilizando água com alcalinidade em torno de 250 ppm em CaCO₃, reduzindo em mais de 35% o entupimento dos emissores. Este índice não está dentre os parâmetros exigidos pelos órgãos regulamentadores, mas sua observação é importante para a irrigação de culturas de hortaliças. Levando em consideração que as médias tiveram pouca variação (1,39 a 1,61 mg. L⁻¹ CO₂) e os valores de pH estão satisfatórios, considera-se que os valores de CO₂ também estejam em níveis satisfatórios.

O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo SAWYER *et al.*, (1994) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. BRANCO (1986) informa que nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos. O pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. Os valores de pH estão discriminados na Tabela 6.

TABELA 6 – pH na água do rio Cricaré.

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- pH ---					
4/4/11	6,6	6,8	7,0	7,1	7,0	7,1
15/4/11	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	6,9
30/4/11	6,9	7,2	7,2	7,0	6,9	6,9
14/5/11	6,9	7,2	7,1	7,0	6,9	6,9
28/5/11	7,0	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8
11/6/11	6,8	6,9	7,0	6,9	6,8	6,8
6/8/11	7,0	7	7,2	7,1	7,2	6,7
24/9/11	5,4	6,3	6,8	7,3	6,4	6,4
30/9/11	8,2	7,9	7,5	7,3	7,1	7,1
7/10/11	7,4	7,3	7,4	6,9	7,1	7,9
Média	6,9±0,69	7,06±0,50	7,12±0,23	7,04±0,16	6,91±0,22	6,95±0,39

Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4 (SILVEIRA, 2007). Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1999). A resolução 357/2005 do CONAMA determina que as águas destinadas ao abastecimento e ao consumo humano, devem conter seu pH na escala de 6,0 a 9,0. Pode-se observar analisando a Tabela 6 que, em média, todos os pontos do rio Cricaré estão dentro da determinação do CONAMA e pontualmente apenas a amostra do ponto P1 coletada na data 24/09/2011 não estava em conformidade com a resolução.

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização; o nitrato, na água, pode causar a metemoglobinemia; a amônia é tóxica aos peixes; são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais. Os valores encontrados estão presentes na Tabela 7.

TABELA 7 – Nitrogênio Amoniacal na água do rio Cricaré (mg.L^{-1} N-NH_3).

Datas	Pontos de coleta					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	--- mg.L^{-1} N-NH_3 ---					
4/4/11	0,00	0,00	0,10	0,25	0,10	0,10
15/4/11	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
30/4/11	0,10	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10
14/5/11	0,10	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10
28/5/11	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,10
11/6/11	0,10	0,00	0,10	0,25	0,10	0,25
6/8/11	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,10
24/9/11	0,10	0,10	0,10	2,00	0,25	0,10
30/9/11	0,10	0,10	0,25	0,25	0,25	0,25
7/10/11	0,10	0,10	0,10	2,00	1,00	0,50
Média	0,08±0,04	0,08±0,04	0,12±0,05	0,59±0,75	0,25±0,27	0,17±0,13

Para rios de Classe 1 segundo o CONAMA, são permitidos índices de nitrogênio amoniacal de acordo com o pH das amostras, sendo: $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ N, para pH menor ou igual a 7,5; $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ N, para pH de 7,5 a 8,0; $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ N, para pH entre 8,0 e 8,5; $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ N, para pH maiores que 8,5. Analisando a Tabela 7 e de acordo com a resolução neste quesito todas as amostras estão aptas para serem utilizadas na irrigação de hortaliças.

CONCLUSÕES

O monitoramento da qualidade da água utilizada para irrigação de culturas tem se mostrado uma real necessidade nos dias de hoje, pois o uso de uma água dentro dos padrões preconizados pelos órgãos regulamentadores influencia diretamente a produtividade dessas culturas agrícolas como também tem reflexo na saúde da população que irá consumir esses alimentos.

Por meio dos dados obtidos, foi possível analisar que de acordo com os padrões pré-estabelecidos de qualidade relacionados com as discussões efetuadas, notou-se que apenas os três pontos situados a montante podem ser considerados aptos para serem usados na irrigação de culturas de hortaliças. Isso se justifica pelo fato de ainda não ter recebido em sua margem o despejo de esgoto da cidade de São Mateus, ou até por estarem mais afastados da foz não sofrendo assim o efeito de marés.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro, e *in memoriam* ao professor Valdenir José Belinelo pela contribuição científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água para irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2010.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Estudos, irrigação e drenagem, 29, UFPB, Campina Grande-PB. 153p.1999.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G L.; MIERWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 305p. 2003.

BRANCO, S. M. **Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária.** 3. ed. São Paulo, CETESB, 620p.1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA.** Conselho Nacional do Meio Ambiente nº. 357 de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 p. 2005.

CORDEIRO, E. A ; MANTOVANI, E. C ; SILVA, J. G. F ; SILVA C. M ; SOARES, A. A. Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento, abastecidos com água com altos teores de ferro e eficiência dos processos de tratamentos. **II Sim. de Pes. dos Caf. do Bra.Vitória** – ES, 2001.

COSTA, I. Y. L. G.; SANTOS, C. A. G.; NÓBREGA, L. B. **Análise físico-química da água de chuva na cidade de João Pessoa para uso não potável.** 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva. Belo Horizonte - MG, 2007.

DUARTE, F. V. **Influência da aplicação de gás carbônico na redução de precipitação de carbonatos em sistema e irrigação localizada.** 2010. 108f. Dissertação (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte - MG, 2010.

HERNANDEZ, F.B.T.; SILVA, C.R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R.S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista [Resumo]. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola** (CONBEA), Foz de Iguaçu, Brasil, 2001.

SILVEIRA, T. **Análise Físico-Química da água da Bacia do Rio Cabelo- João Pessoa-PB.** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB – 2007.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** Viçosa: UFV, 2006.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production.** St Joseph: ASAE, 1986.

PINHO, A. G. **Estudo da Qualidade das Águas do Rio Cachoeira – Região Sul da Bahia.** 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2001.

RUSSEL, J.B.. **Química Geral.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 897p.1992.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmental engineering**. 4^o ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 658p.1994.

SILVA, M. C.; HERNANDEZ, F. B. T. **Avaliação química da qualidade de água para fins de irrigação em microbacia degradada**. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil, 2008.