

QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS NA REGIÃO DE BOTUCATU-SP

Ana Maria Morato Fávero de Fravet; Raimundo Leite Cruz

Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, amfravet@fca.unesp.br

1 RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho verificar a qualidade da água utilizada para irrigação por produtores de hortaliças da região de Botucatu-SP.

Foram entrevistados 27 produtores que vendem hortaliças nas feiras livres de Botucatu. Dentre estes produtores, foram selecionados dez, sendo um de cada localidade.

Foram coletadas três amostras de água de cada fonte. Os principais padrões para avaliar os resultados obtidos foram os da Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 357, de 17 de março de 2005, que estabelece os padrões para classificação dos corpos de água.

A Condutividade Elétrica foi avaliada segundo valor sugerido pela CETESB e a cor foi verificada conforme a OMS (Organização Mundial da Saúde), para água potável devido a Resolução do CONAMA não estipular um valor para classificação.

Para a saúde pública, apenas os coliformes e o nitrato são as variáveis preocupantes por estarem relacionados com a incidência de doenças, assim, das águas analisadas, 40% delas (produtores A, F, H e J) oferecem algum tipo de risco para a saúde da população de Botucatu, segundo padrão estabelecido pelo CONAMA.

Podemos concluir que, de maneira geral, essas águas, encontram-se em condições não alarmantes, pois não apresentam valores muito diferentes daqueles estabelecidos pela legislação.

UNITERMOS: classificação dos corpos de água, saúde pública, coliformes, nitrato.

FRAVET, A. M. M. F. de; CRUZ R. L. QUALITY OF WATER USED FOR VEGETABLE IRRIGATION IN BOTUCATU AREA

2 ABSTRACT

This study aimed to verify the quality of water used for irrigation by vegetable farmers in Botucatu area.

27 farmers that sell vegetables in the street markets of Botucatu were interviewed. Among them, ten were selected. Each one was from a different place of the studied area.

Three water samples from each water source were collected. In order to evaluate the obtained results, the main used standard was the one used by CONAMA (National Environment Council) resolution No. 357, March 17, 2005, because it establishes the standard for water classification.

The Electric conductivity was evaluated according to values suggested by CETESB, but water color was verified according to WHO (World health organization) standard for

drinking water because the CONAMA resolution does not determine classification values for that.

For public health, just coliforms and nitrate are the preoccupying variables because they are related to the incidence of diseases. 40% of analyzed waters (A, F, H and J farmers) offer some risk to Botucatu population's health, according to the standard established by CONAMA.

We can conclude that in general analyzed waters are in non-alarming conditions and do not present very different values from those established by the legislation.

KEYWORDS: water classification, public health, coliforms, nitrate.

3 INTRODUÇÃO

As águas superficiais utilizadas para irrigação de hortaliças, principalmente nos cinturões verdes dos grandes centros urbanos, apresentam-se, muitas vezes, contaminadas por organismos patogênicos. As hortaliças, em especial aquelas consumidas cruas, quando irrigadas com tais águas, podem servir de veículo para transmissão de várias doenças aos consumidores. Assim, é importante analisar e fazer o controle sanitário das águas utilizadas para irrigação, como prevenção para a saúde pública (Marouelli, et al., 2001).

Da área total de hortaliças irrigadas no Brasil, mais de 90% são realizadas por aspersão. Embora seja o método de irrigação mais utilizado, a aspersão não deve ser considerada ideal para todas as condições e capaz de atender a todos os interesses envolvidos (Marouelli, et. al., 2001). Em se tratando de irrigação de hortaliças, é preciso tomar cuidado com a qualidade da água empregada para a aspersão, devido à água ter contato direto com a cultura, podendo contaminá-la.

Segundo Bernardo (1995), quanto ao aspecto sanitário, há três casos a considerar: a contaminação do irrigante durante a condução da irrigação, a contaminação da comunidade ao redor do projeto de irrigação e a contaminação dos usuários dos produtos irrigados. Nos dois primeiros casos, a principal doença é a esquistossomose, cuja contaminação se dá por meio de contato direto do irrigante com a água de irrigação, e no terceiro, há as verminoses, de modo geral, cuja contaminação se dá por meio do consumo dos produtos hortifrutigranjeiros contaminados pela água de irrigação.

A Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 17 de março de 2005, (Brasil, 2005), estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, que segundo seus usos preponderantes, são enquadradas em 13 classes, dentre de limites e condições indispensáveis, visando os diferentes usos e o equilíbrio ecológico dos corpos de água.

As águas doces são classificadas em 5 classes, ou seja, classe especial e classes 1, 2, 3 e 4, de acordo com sua qualidade e condições de utilização.

Essa Resolução estabelece os teores máximos permitidos de substâncias químicas potencialmente prejudiciais, além de valores relativos a parâmetros físico-químicos e biológicos.

Foi realizado um trabalho pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp em parceria com a CEASA – Campinas-SP, elaborado com a coleta de água e preenchimento de questionários de 20 propriedades produtoras de hortaliças da região de Campinas-SP e os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das águas foram comparados com os valores recomendados pela resolução CONAMA 20/86. No seguinte trabalho as 20

propriedades produtoras de hortaliças apresentaram concentrações de coliformes fecais acima do permitido para classe 1 da Resolução CONAMA 20/86 e para os parâmetros físico-químicos, verificou-se que a grande maioria dos reservatórios apresentaram teores elevados, principalmente de ferro, manganês e cobre, não se enquadrando nos padrões recomendados pela legislação vigente. Concluiu-se então, um risco em potencial à saúde da população que consome essas águas (Paula Jr., 1994).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar se a qualidade da água utilizada para a irrigação de hortaliças cultivadas na região de Botucatu-SP está de acordo com as normas do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 e relatar os riscos que estas águas contaminadas podem causar para a população humana.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento metodológico consistiu na elaboração e aplicação de um questionário de forma a se obter um cadastro do produtor com informações sobre área irrigada, hortaliças cultivadas, fonte de água e sistema de irrigação utilizado. Foram entrevistados os produtores que vendem hortaliças nas feiras livres de Botucatu, SP.

Após a entrevista, todos os produtores entrevistados foram separados conforme a localidade da propriedade e depois escolhidos ao acaso, até preencher dez produtores um de cada uma das localidades.

A coleta de informações e de amostras de água foi realizada durante o período de agosto a dezembro de 2004, sendo que as entrevistas foram feitas do final de agosto a setembro e as coletas de água em outubro, novembro e dezembro do mesmo ano.

Foram coletadas três amostras de água por propriedade agrícola, uma em outubro outra em novembro e depois em dezembro analisou-se cada amostra logo após cada coleta. As coletas foram realizadas no período da manhã e da tarde, sempre no mesmo ponto (na fonte de água). Coletou-se 100 mL de água em frascos esterilizados para análise de coliformes e outro frasco de 1 litro para as demais análises. As características analisadas foram: pH, CE, ferro, OD, nitrato, nitrito, sólidos, coliformes totais e fecais, cor e turbidez. As temperaturas do ar e da água foram medidas com termômetro na hora de cada coleta.

Tabela 1 - Valores para águas de Classe 1 segundo Resolução nº 357/05 do CONAMA.

Parâmetros	Valores
pH	6,0 a 9,0
Ferro	0,3 mg L ⁻¹
OD	Não inferior a 6 mg L ⁻¹
Nitrato	10 mg L ⁻¹
Nitrito	1,0 mg L ⁻¹
Sólidos	500 mg L ⁻¹
Coliformes totais	-
Coliformes Termotolerantes	200 coliformes termotolerantes (NMP)
Turbidez	Até 40 unidades nefelométrica (UNT)
Cor	Nível de cor natural do corpo de água em mg Pt L ⁻¹

As análises de água foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP – Botucatu.

Os resultados foram comparados, principalmente, com os valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 357, de 17 de março de 2005, para águas de Classe 1, que são destinadas à irrigação de hortaliças consumidas cruas. Os valores dados pela Resolução podem ser observados na Tabela 1.

Como a Resolução do CONAMA n° 357/05 não estabelece valores limites para a Condutividade Elétrica e para a Cor, essas variáveis foram confrontadas com valores sugeridos pela CETESB e pela OMS (Organização Mundial da Saúde) respectivamente.

4.1. Metodologias Utilizadas para a Avaliação das Características da Água.

A Resolução n° 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005), demonstra que os padrões para avaliação de qualidade da água estão mudando para atender um maior número de corpos d'água, visto que a Resolução n°20 de 1986 exigia que as águas para irrigação de hortaliças consumidas cruas e sem remoção de película (Classe 1) não deveriam apresentar coliformes termotolerantes (fecais) e totais, hoje, com a Resolução n°357 de 2005, alguns valores para estas variáveis são aceitos.

pH

A metodologia utilizada para determinação do pH foi o potenciométrico, utilizando-se de medidor de pH, modelo DMPH-2, da Digimed, com leitura direta.

Condutividade elétrica

O instrumento utilizado na determinação da Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) foi o Condutivímetro Digital, modelo DM-31 da Digimed.

Concentração de Nitrato, Nitrito e Ferro.

Foram determinados com o uso do espectrofotômetro, modelo DR/2010 – HACH, com leitura direta, utilizando metodologia descrita no manual do aparelho de acordo com o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, APHA (1995) conforme se segue:

- Nitrato: Método 8039 (Cadmium Reduction Method), na faixa entre 0 a 30,0 mg L⁻¹ de NO₃.
- Nitrito: Método 8507 (Diazotization Method), na faixa entre 0 a 0,300 mg L⁻¹ de NO₂.
- Ferro: Método 8008 (FerroVer Method), abrangendo a faixa de 0 a 3,00 mg L⁻¹ de ferro.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Para a análise do Oxigênio Dissolvido em água, foi utilizado o Método de Winkler modificado pela adição de azida sódica na amostra, em que o iodo desprendido, como resultado das reações que quimicamente ligam o oxigênio dissolvido na água, é medido quantitativamente com o tiosulfato de sódio por titulação.

Sólidos Totais

A determinação de sólidos totais foi feita de acordo com Silva (1977), onde a amostra é aquecida para evaporação da água, resfriada e pesada. Com a diferença de peso determina-se os sólidos totais em mg L⁻¹.

Coliformes

As bactérias do Grupo Coliformes indicam a possibilidade de contaminação de um corpo de água por bactérias patogênicas.

Os coliformes totais e fecais foram determinados com o emprego do Método cromogênico com a utilização de reagente Colilert e cartelas próprias (APHA, 1995).

Cor

A medida da cor de uma água é feita pela comparação com soluções conhecidas de platina-cobalto ou com discos de vidro corados calibrados com a solução de platina-cobalto. Uma unidade de cor corresponde àquela produzida por 1mg L^{-1} de platina, na forma de íon cloroplatinado. O aparelho utilizado para determinação da cor, foi o Aquatester.

Turbidez

A Turbidez de uma amostra é a presença de material em suspensão, o qual possui a propriedade de refletir a luz incidente. Assim, a quantidade de luz refletida pelas partículas em suspensão é a turbidez.

A determinação da turbidez foi feita por leitura direta no espectrofotômetro modelo DR/ 2010 – HACH, utilizando a metodologia descrita no manual do aparelho, que expressa a medida da variável em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Temperatura do Ar e da Água

De acordo com a CETESB (2005), a temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos.

A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoeletricas (CETESB, 2005).

As variações que se verificam no ar e na água constituem importantes fatores das reações energéticas e ecológicas aplicados aos recursos hídricos. A temperatura da água exerce influência direta sobre vários tipos de organismos aquáticos e sobre o teor de gases dissolvidos na água, principalmente o oxigênio e o gás carbônico (Branco, 1986).

Na Tabela 2 são apresentados os valores da temperatura do ar e da água. Nota-se que para a temperatura do ar a média do produtor B foi a mais elevada, e para a temperatura da água foram registradas nos produtores H e I.

5.2. Oxigênio Dissolvido

A determinação do Oxigênio Dissolvido (OD) proporciona informações sobre as reações bioquímicas e biológicas que ocorrem na água, além de indicar a capacidade dos corpos de água em promover a sua autodepuração. A concentração do oxigênio dissolvido na água varia em função da temperatura, da altitude e da aeração da água. A elevação da temperatura diminui a solubilidade do oxigênio na água, e a presença de cachoeiras ou ainda de fortes chuvas pela turbulência provocada por esses fenômenos favorece a oxigenação (Branco, 1986 e Zuccari, 1992).

O Oxigênio Dissolvido, juntamente com o pH, tem sido apontado como a principal variável na avaliação dos corpos de água (Conte e Leopoldo, 2001).

A Legislação em vigor (Tabela 1) estabelece para o oxigênio dissolvido que o valor não deve ser inferior a $6,0 \text{ mg L}^{-1}$ para as águas de Classe 1, não estabelecendo em que temperatura.

Assim, os valores de Oxigênio Dissolvido, encontrados nas análises apresentaram valores compatíveis com a Legislação, sendo todos superiores a $6,0 \text{ mg L}^{-1}$, como pode ser observado na Tabela 2.

5.3. pH

O valor do pH não indica a quantidade de ácidos das amostras de água ou efluentes, indica intensidade de acidez ou de alcalinidade. Os organismos presentes no tratamento biológico dos esgotos são exigentes em relação ao pH, assim é que, normalmente eles se inibem em meio com pH menor que 6 e superior a 9. Nas águas superficiais (rios, lagos) o pH é influenciado por diferentes fatores como a geologia da região, onde o corpo de água se insere e por possíveis fontes de poluição (despejo de efluentes domésticos, industrial ou agrícola).

O pH das águas pode ser alterado pelo despejo de efluentes domésticos e industriais ou pela lixiviação de rochas e da erosão de áreas agrícolas, onde são utilizados corretivos e fertilizantes (Conte e Leopoldo, 2001).

De acordo com a Resolução nº 357/05 do CONAMA, os valores de pH devem estar entre 6,0 a 9,0, para águas de Classe 1.

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

De acordo com a CETESB (2005), a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

A Tabela 2 mostra o comportamento do pH para todos os produtores, evidenciando os produtores C e principalmente o I (onde foram encontradas as maiores temperaturas da água) que apresentaram os menores valores para o pH, apresentando, portanto, tendência mais ácida.

Assim, conforme as médias realizadas, 80% dos produtores se enquadram nos valores especificados pelo CONAMA.

5.4. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) de uma solução é a capacidade em conduzir corrente elétrica, em função da concentração iônica, principalmente pelo conteúdo de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato e cloreto (Esteves, 1988).

Depende das concentrações iônicas e da temperatura, indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

A CE também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são

adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2005).

A Legislação em vigor não determina valores para a variável CE, porém, a CETESB, orienta no sentido de que quando os valores forem superiores a $50 \mu\text{S cm}^{-1}$, deve-se verificar outros fatores (esgoto doméstico, fertilidade do solo da região, utilização de insumos agrícolas, etc.) que podem influenciar os resultados. Os resultados obtidos (Tabela 2) demonstram que os produtores C, D, E, F, H, I e J são aqueles com maior carga de íons em suas águas, devendo então não estar fazendo o manejo adequado da água, assim, apenas 30% dos valores obtidos nas médias estão de acordo com a CETESB.

5.5. Ferro

A presença do ferro em águas superficiais é atribuída, principalmente, à decomposição de rochas ricas em ferro e nos solos resultantes dessa decomposição. Sendo um elemento abundante na superfície terrestre, é normalmente encontrado nos corpos de água, para onde é transportado, principalmente pelas chuvas, por meio da lixiviação do solo (Esteves, 1988).

Observando-se os resultados na Tabela 2, verifica-se que apenas 40% das médias analisadas apresentaram valores aceitáveis de ferro, conforme a Legislação, onde o valor máximo permitido para classe 1 deve ser de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$. Pode-se visualizar que os produtores A, B, C, E, G e I apresentam valores médios de ferro acima do valor estabelecido para a classe 1.

Tabela 2 – Resultado médios das análises das amostras de água.

Produtore s	Temperatur a do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatur a da água ($^{\circ}\text{C}$)	Oxigênio Dissolvido (mg L^{-1})	pH	Condutivida de Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Ferro (mg L^{-1})
A	26,9	21,0	9,39	6,58	27,87	1,91
B	29,3	23,9	8,71	6,09	16,69	0,89
C	27,7	20,8	8,28	5,93	124,07	0,43
D	20,5	21,7	8,33	7,32	69,33	0,053
E	23,3	20,0	9,17	6,40	215,0	0,44
F	22,5	21,5	9,21	6,49	179,0	0,027
G	24,3	22,2	9,57	6,40	35,73	0,52
H	26,5	24,7	9,53	6,68	72,2	0,02
I	24,2	24,7	8,93	4,96	61,3	1,58
J	25,7	22,7	8,93	6,22	144,77	0,13

* Valores em negrito representam valores fora do padrão.

5.6. Nitrato e Nitrito

Considerando o nível máximo de nitrato permitido pela Legislação (10 mg L^{-1}), verificou-se que partes das amostras coletadas apresentaram concentrações superiores, mas, 70% dos valores estão dentro do padrão estabelecido. Os valores acima do padrão podem ser atribuídos ao uso de fertilizantes nitrogenados na área, em solos com boas condições de aeração, nos quais as diferentes formas de N adicionadas ao solo são oxidadas ao nitrato.

Na Tabela 3, tem-se os valores médios de Nitrato e Nitrito, onde se observa que as águas dos produtores F, H e J, estão com valores superiores segundo a Resolução n^o 357/05 do CONAMA para Nitrato, e que o maior valor médio encontrado de Nitrito foi para o

produtor B, porém todos os resultados encontrados estão dentro do valor máximo permitido de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

No sistema digestivo o nitrato é transformado em nitrosaminas, que são substâncias carcinógenas. Crianças com menos de três meses de idade possuem, em seu aparelho digestivo, bactérias que reduzem o nitrato a nitrito. Este se liga muito fortemente a moléculas de hemoglobina, impedindo-as de transportarem oxigênio para as células do organismo. A deficiência em oxigênio leva a danos neurológicos permanentes, dificuldade de respiração e em casos mais sérios à morte por asfixia. Aos seis meses de idade a concentração de ácido hidrocloreto aumenta no estômago, matando as bactérias redutoras de nitrato (Meio Ambiente, 2005).

Pesquisa realizada pela USEPA (U. S. Environmental Protection Agency) no decorrer do ano de 1992, em todo território norte-americano, constatou que cerca de 75 000 crianças com menos de dez meses de idade estavam expostas ao consumo de água com mais de 10 mg L^{-1} de nitrato. No Brasil, não se tem idéia da extensão do problema. Aparentemente, aqui o problema está mais associado a poços poluídos por esgotos domésticos do que ao uso intensivo de fertilizante (Meio Ambiente, 2005).

Porém, levando-se em consideração que o nitrato pode se transformar em nitrito e que o nitrito pode dar origem a substâncias cancerígenas, os produtores devem ser alertados a otimizar o uso de fertilizantes para evitar possíveis problemas de saúde pública.

5.7. Coliformes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal e assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos (CETESB, 2005).

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a $44,5^{\circ}\text{C}$ e são capazes de fermentar o açúcar. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

Os Coliformes totais e termotolerantes (fecais) foram encontrados em todas as amostras, porém a Legislação do CONAMA de 2005 não coloca limites para coliformes totais, sendo permitida a presença dos mesmos. Em todas as amostras foram encontrados valores $>2419,2 \text{ NMP}$ (valor máximo da análise) para coliformes totais.

Já para os coliformes termotolerantes o valor máximo permitido pela Resolução nº 357/05 do CONAMA é de 200 NMP , sendo assim, os produtores A e H apresentaram valores médios superiores aos estabelecidos por esta Resolução, pode-se observar na Tabela 3 que 80% das médias das análises estão dentro dos padrões do CONAMA.

Como os coliformes termotolerantes existem em grande quantidade nas fezes de animais de sangue quente, quando encontrados na água, indica que a mesma recebeu carga de esgoto doméstico e/ou de adubação orgânica e por isso são impróprias do ponto de vista sanitário para o uso na irrigação por aspersão, podendo conter microorganismos causadores de doenças.

5.8. Cor

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de

compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal. Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz (CETESB, 2005).

Para a cor a Resolução n° 357/05 do CONAMA indica que deve ter o nível de cor natural do corpo de água em mgPt L⁻¹, para ser potável uma água não deve apresentar nenhuma cor de considerável intensidade. Segundo a OMS o índice máximo permitido deve ser 20 mgPt L⁻¹ (Meio Ambiente, 2005) para água potável e para águas da classe 2 da Resolução do CONAMA a cor da água deve ser de até 75 mgPt L⁻¹.

Apenas o produtor B apresentou valor acima do permitido pela OMS para água potável, como pode-se observar na Tabela 3. As demais amostras de água coletadas não apresentam cor de considerável intensidade de acordo com a OMS.

5.9. Turbidez

Para turbidez, o valor médio máximo encontrado foi de 15,33 UNT para produtor B. A Resolução n° 357/05 do CONAMA determina para águas de classe 1 até 40 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), assim 100% das análises realizadas estão dentro do determinado. Na Tabela 3 tem-se os valores médios de turbidez para cada produtor.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro (CETESB, 2005).

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático (CETESB, 2005).

5.10. Sólidos Totais

Os resultados das variáveis sólidos totais, fixos e voláteis, estão expressos, na Tabela 3. Referem-se à quantidade de material que está presente na água.

O valor máximo permitido de sólidos na água de irrigação segundo a Legislação é de 500 mg L⁻¹, assim 100% das análises realizadas estão dentro do padrão estabelecido. Entretanto, é interessante destacar que o resultado dos sólidos totais é a soma dos resultados dos sólidos voláteis e fixos e que os sólidos voláteis nada mais é que a concentração de material orgânico presente na água, enquanto que os fixos são os materiais inorgânicos, geralmente constituintes do solo, que podem acarretar em problemas aos equipamentos de irrigação.

Tabela 3 – Resultados médios das análises das amostras de água.

Produtore s	Nitrato (mg L ⁻¹)	Nitrito (mg L ⁻¹)	Coliformes Termotoleran tes (NMP)	Cor (mgPt L ⁻¹)	Turbidez (UNT)	Sólidos Totais (mg L ⁻¹)
A	2,13	0,004	323,83	13,83	14,33	57,33
B	2,13	0,048	174,37	21,67	15,33	40,67
C	10,0	0,025	59,13	10,83	8,67	95,33
D	4,53	0,01	18,53	6,67	8,0	71,0
E	4,4	0,012	51,9	9,17	14,33	183
F	16,03	0,012	39,43	3,83	11,33	144
G	5,37	0,014	17,97	4,33	1,67	67,67
H	26,6	0,018	260,3	2,83	1,33	89,67
I	3,87	0,01	110,37	4,17	0	59,0
J	19,27	0,016	85,4	3,0	2,0	153,33

* Valores em negrito representam valores fora do padrão.

6 CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados obtidos e nas condições em que o experimento foi desenvolvido, pode-se concluir que essas águas, de forma geral, encontram-se em condições que poderiam ser definidas como não alarmantes, por não apresentarem valores muito diferentes daqueles estabelecidos pela Legislação, como pode ser visto a seguir:

- Oxigênio Dissolvido, Nitrito, Coliformes Totais, Sólidos Totais e Turbidez, 100% das amostras apresentaram valores dentro dos padrões.
- Para a variável cor, apenas um dos produtores apresentou valor acima do recomendado pela OMS para água potável.
- No caso do pH 80% dos resultados se enquadram nos valores estabelecidos pelo CONAMA, sendo que apenas dois produtores estão fora do padrão.
- Para os coliformes termotolerantes, dois produtores apresentam valores acima do permitido, indicando que estas águas estão impróprias do ponto de vista sanitário, uma vez que as hortaliças estão sujeitas à contaminação por microorganismos e podem por em risco a saúde da população que as consomem.
- No caso do ferro, 40% das águas coletadas apresentaram valores que se enquadram na Resolução n° 357/05, os 60% restantes estão com valores acima do estipulado.
- Para o Nitrato, 70% estão de acordo com a Resolução n° 357/05, apesar disso, os outros 30% causam risco para a saúde da população.
- Conforme o valor indicado para a Condutividade Elétrica pela CETESB, 30% das médias das coletas apresentam valores dentro do padrão.

Considerando-se os riscos que a qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças consumidas in natura pode causar para a saúde pública, na região de Botucatu, merecem atenção entre os parâmetros avaliados, a presença de coliformes e os níveis de

concentração de nitrato nas águas utilizadas, por estarem relacionadas com doenças de veiculação hídrica, assim, de acordo com os resultados das médias das amostras, 40% dos produtores (A, F, H e J), utilizam águas que oferecem algum tipo de risco para a saúde da população, segundo padrão estabelecido pelo CONAMA.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMERICAM PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19.ed. Washington, D.C., 1995. 1137 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 657 p.

BRANCO, S. M. Hidrologia aplicada à engenharia sanitária. 3. ed. São Paulo: CETESB, 1986. 640 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.357, de 17 de março de 2005. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res5/res35705.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2005.

CETESB. **Qualidade da água**. São Paulo. Disponível em:
<<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em: 20 out. 2005.

CONTE, M de L., LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Editora UNESP, 2001. 141 p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 575 p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Irrigação por aspersão em hortaliças/qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. 111 p.

MATTOS, K. M. C. **Viabilidade da irrigação com água contaminada por esgoto doméstico na produção hortícola**. 2003. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MEIO AMBIENTE. Disponível em:
<<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2005.

PAULA JR., D. R. et al. Avaliação da qualidade da água no meio rural: Propriedades agrícolas produtoras de hortaliças. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENHERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 24, Buenos Aires, 1994.

SILVA, M.O.S.A. **Análise físico-química para controle de estações de tratamento de esgoto**. 18. ed. São Paulo: Abes, 1977. 226 p.

ZUCCARI, M. L. **Determinação de fatores abióticos e bióticos do Ribeirão Lavapés (Botucatu-SP)**. 1992. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.