

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS DE ARARAQUARA



**QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS DE  
IRRIGAÇÃO DE HORTAS NOS MUNICÍPIOS DE  
ARARAQUARA, BOA ESPERANÇA DO SUL E IBITINGA,  
SP**

Rosa Maria Beraldo

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Farache Filho

ARARAQUARA- SP

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
CAMPUS DE ARARAQUARA

**QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS DE  
IRRIGAÇÃO DE HORTAS NOS MUNICÍPIOS DE  
ARARAQUARA, BOA ESPERANÇA DO SUL E IBITINGA,  
SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, como requisito para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição – Área de Ciência dos Alimentos

Mestranda: Rosa Maria Beraldo

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Farache Filho

ARARAQUARA- SP

2010

**QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO DE HORTAS NOS  
MUNICÍPIOS DE ARARAQUARA, BOA ESPERANÇA DO SUL E IBITINGA, SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, como requisito para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição – Área de Ciência dos Alimentos

Mestranda: Rosa Maria Beraldo

**Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Adalberto Farache Filho  
(orientador)

---

Profª. Dra. Maria da Penha Longo Mortati Catanozi  
(membro titular)

---

Prof. Dr. Clóvis Wesley de Oliveira Souza  
(membro suplente)

ARARAQUARA- SP

2010

## **DEDICO**

À minha família pelo amor e confiança.

A todos que me auxiliaram na realização deste trabalho.

Ao Jorge pelo incentivo, amor e companheirismo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as bênçãos.

Aos meus pais, irmãos e avós e à toda minha família por todo apoio, ensinamentos e dedicação.

A Alice por me fazer acordar feliz todos os dias.

Ao Jorge pelo amor, companheirismo, atenção, incentivo e paciência.

Ao Prof. Dr. Adalberto Farache Filho pela orientação, incentivo, apoio, e amizade.

Às técnicas do laboratório de Saúde Pública da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Joselma Gomes Duque e Adriana Moura, pelo grande auxílio, paciência, atenção e amizade.

Aos amigos, em especial às amigas do laboratório pelo apoio, companheirismo e momentos de diversão.

Aos funcionários da Seção de Pós Graduação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, pela atenção.

Aos funcionários do Serviço Municipal de Vigilância Sanitária de Ibatinga pela colaboração.

A todos que de alguma forma me auxiliaram na realização deste trabalho.

## RESUMO

O consumo de alimentos frescos como frutas e hortaliças representa riscos à saúde humana, uma vez que tais alimentos podem estar contaminados, constituindo veículos de transmissão de várias doenças. A água utilizada na irrigação de hortas representa umas das possíveis fontes desse tipo de contaminação, comprometendo a qualidade do produto e, principalmente, a saúde humana. Assim, o controle da qualidade bacteriológica de águas utilizadas para tal finalidade torna-se de vital importância para a saúde pública. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade bacteriológica de amostras de águas utilizadas na irrigação de 40 hortas dos municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP. Foram colhidas em cada horta duas amostras de águas destinadas à irrigação. Tais amostras foram colhidas no mesmo ponto e em diferentes meses, caracterizando dois grupos de coleta com 40 amostras cada, totalizando 80 amostras. Foi determinado o número mais provável (NMP/100 mL) de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, através da técnica dos tubos múltiplos (APHA, 2005). Foi utilizado o padrão de qualidade estabelecido pela Resolução nº357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, que determina um limite de 200 coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra de água utilizada para irrigação de hortaliças consumidas cruas (CONAMA, 2005). Após a análise das amostras referentes à primeira coleta, os proprietários das hortas, cujas águas utilizadas na irrigação não atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357, foram orientados quanto à necessidade de medidas de desinfecção das mesmas ou suas fontes. A segunda coleta das amostras ocorreu somente após terem sido tomadas as providências para a melhoria da qualidade da água, nos casos em que isso foi necessário. Após a primeira análise observou-se a presença de coliformes termotolerantes, em quantidades acima da permitida pela legislação, em nove amostras (22,5%). Os proprietários dessas hortas foram orientados sobre medidas de desinfecção das águas e após a segunda análise, apenas uma amostra (2,5%) continuou fora do padrão de qualidade, sendo esta obtida em um ponto de coleta no qual não foi realizado nenhum procedimento de desinfecção. As amostras fora do padrão de qualidade para coliformes termotolerantes foram provenientes de córregos (20%), minas ou nascentes (20%) e poços rasos (60%), sendo 90% oriundas de hortas localizadas em áreas peri-urbanas. De acordo com os resultados, 77,5% das hortas utilizavam águas cujas amostras atendiam ao padrão de qualidade e após a intervenção junto aos proprietários no que se refere a medidas de desinfecção, este número passou corresponder a 97,5%, o que confirma a importância da fiscalização e controle da qualidade da água empregada para tal finalidade.

**PALAVRAS- CHAVE:** hortaliças; água de irrigação; coliformes; enterococos.

## ABSTRACT

The consumption of fresh foods such as fruits and vegetables represents risks to human health, since these foods may be contaminated, behaving as sources of various diseases. The water used for irrigation of vegetables gardens represents one of the possible sources of contamination, which may compromise the quality of the product and, mainly, the human health. Thus, the bacteriological quality control of water used for such purposes becomes vitally important for public health. The objective of this paper was to evaluate the bacteriological quality of water used for irrigation of 40 vegetables gardens in the municipalities of Araraquara, Boa Esperança do Sul and Ibitinga, SP. Were collected in each vegetables garden two samples of water for irrigation. The samples were collected in different months at the same point, featuring two groups collection with 40 samples each, totaling 80 samples. It was determined the most probable number (MPN/100 mL) of total coliforms, termotolerants coliforms and enterococcus using the multiple tube technique (APHA, 2005). It was used the quality standard established by Resolution n°357 of Environmental National Council - CONAMA, which determines a limit of 200 termotolerants coliforms in 100 mL of sample of water used for irrigation of vegetables consumed raw (CONAMA, 2005). After the analysis of the samples from the first collects, the owners of the vegetables gardens, whose waters used in irrigation not satisfy the quality standard established by CONAMA Resolution n°357, were instructed about the necessary disinfection measures of the water or its sources. The second collects of the samples occurred only after been taken steps to improve water quality, when it was necessary. After the first analysis it was observed the presence of termotolerants coliforms, in quantities above the permitted by law, in nine samples (22,5%). The owners of these vegetable gardens were instructed about water disinfection measures and by the second analysis, only one sample (2,5%), obtained in a collection point where no disinfection procedure was held, did not satisfy the quality standard. Non-standard samples of quality for termotolerants coliforms came from streams (20%), water mines or headwaters (20%) and shallow wells (60%), and 90% of them were collected in vegetables gardens located in the countryside. According to the results, 77,5% of vegetables gardens were utilizing water whose samples were within the quality standard and after their owners were given guidance on measures of disinfection, this number went up to 97,5%, confirming the importance of supervision and control on quality of water used for irrigation purposes.

**KEY WORDS:** vegetables; irrigation water; coliforms; enterococcus

## LISTA DE TABELAS

|           |                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. | Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Boa Esperança do Sul..... | 42 |
| Tabela 2. | Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Ibitinga.....             | 43 |
| Tabela 3. | Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Araraquara.....           | 45 |
| Tabela 4. | Distribuição das amostras de água de irrigação de hortas de acordo com o padrão de qualidade.....                                                                                                       | 48 |
| Tabela 5. | Distribuição das amostras de água de irrigação de hortas, coletadas e que não atenderam ao padrão de qualidade, de acordo com a fonte e a localização.....                                              | 51 |



## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1

|          |                                                        |    |
|----------|--------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>                                      | 9  |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA</b>                           | 11 |
| 2.1      | Consumo de hortaliças                                  | 11 |
| 2.2      | Produção de hortaliças                                 | 12 |
| 2.3      | Agricultura urbana                                     | 13 |
| 2.4      | Aspectos higiênico-sanitários na produção de hortaliça | 16 |
| 2.5      | Qualidade da água                                      | 18 |
| 2.6      | Indicadores de contaminação                            | 21 |
| 2.7      | Caracterização da área de estudo                       | 24 |
| <b>3</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                      | 25 |

### CAPÍTULO 2 – ARTIGO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>RESUMO</b>                                                               | 33 |
| <b>ABSTRACT</b>                                                             | 34 |
| <b>INTRODUÇÃO</b>                                                           | 35 |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>                                                   | 37 |
| Amostragem                                                                  | 37 |
| Coleta                                                                      | 38 |
| Análises bacteriológicas                                                    | 38 |
| <i>Prova presuntiva para coliformes totais e coliformes termotolerantes</i> | 39 |
| <i>Prova confirmatória para coliformes totais</i>                           | 39 |
| <i>Prova confirmatória para coliformes termotolerantes</i>                  | 39 |
| <i>Prova presuntiva para Enterococcus faecalis</i>                          | 40 |
| <i>Prova confirmatória para Enterococcus faecalis</i>                       | 40 |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                               | 41 |
| <b>CONCLUSÕES</b>                                                           | 54 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                           | 55 |
| <b>ANEXO</b>                                                                | 61 |

## **CAPÍTULO 1**

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas tem ocorrido um aumento expressivo do número de casos de doenças transmitidas por alimentos, o que torna sua contaminação um sério problema de saúde pública (TAKAYANAGUI et al., 2007; ANTONIALI; SANCHES; NOGUEIRA, 2008). De acordo com o Centers for Disease Control and Prevention- CDC (2004), a mudança dos hábitos alimentares, com a preferência pelos alimentos frescos como uma medida de preservar sabor e nutrientes, é uma das principais causas do aumento do número de casos de doenças de origem alimentar.

Os riscos potenciais para a saúde relacionados com a prática da agricultura urbana respondem ao uso indiscriminado de agrotóxicos e as contaminações microbiológicas dos produtos, provenientes principalmente de fontes de contaminação no cultivo, como a utilização de resíduos orgânicos ou águas residuais não tratadas, e da falta de higiene no processamento e comercialização. A qualidade de frutas e hortaliças relaciona-se diretamente a tais fatores (DUBBELING; SANTANDREU, 2003; CENCI, 2006).

O fato das hortaliças serem produzidas sob variadas condições climáticas e edáficas, utilizando-se de distintas tecnologias, em propriedades de diferentes tamanhos, faz com que os perigos microbiológicos variem de um sistema para outro. Contudo, a qualidade e segurança de hortaliças frescas dependem de sua microbiota, principalmente a microbiota inicial (MARTINS et al., 2008).

A água quando contaminada por efluentes não tratados, principalmente esgoto doméstico, é um dos mais eficientes meios de transmissão e disseminação de doenças ao homem, que podem ser causadas por protozoários, helmintos, vírus, fungos e bactérias (MAROUELLI; SILVA, 1998). No caso de uso para a irrigação, uma água de baixa qualidade pode acarretar contaminação dos alimentos irrigados, comprometendo a qualidade do produto e, principalmente, a saúde humana, uma vez que hortaliças e frutas, especialmente aquelas consumidas cruas, podem servir de veículo de transmissão de uma série de doenças aos consumidores (FRANCO; VANZELA; HERNANDEZ, 2006). Dessa forma, o controle da qualidade das águas utilizadas para fins de irrigação é de grande importância em saúde

pública, sendo um cuidado para minimizar ou controlar essa contaminação (CRISTOVÃO; IARIA; CANDEIAS, 1967; CHAGAS; IARIA; CARVALHO, 1981; MAROUELLI; SILVA, 1998; TAKAYANAGUI et al., 2000; FARACHE FILHO et al., 2002; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005; SOUTO, 2005).

Este trabalho teve como objetivo avaliar aspectos da qualidade bacteriológica de amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas nos municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP, quanto aos parâmetros coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Consumo de hortaliças**

O aumento da ocorrência de doenças ligadas aos hábitos alimentares, como obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares, hipertensão, osteoporose e câncer, é decorrente de dietas ricas em gordura, sal e açúcar e de hábitos sedentários. Há muito tempo acredita-se que o consumo de frutas e hortaliças auxilia na prevenção destas doenças, contudo, embora remonte às origens da civilização, a relação entre alimentação e saúde nunca foi tão estreita quanto nos dias de hoje (CARVALHO et al., 2006).

As hortaliças são parte integrante da dieta da população mundial (MORETTI, 2003; CARVALHO et al., 2006). São tradicionalmente ingeridas junto com alimentos protéicos e carboidratos, fornecendo não apenas variedade de cor e textura às refeições, mas também nutrientes importantes (CARVALHO et al., 2006).

O consumo de hortaliças é amplamente recomendado como parte da alimentação diária, visto que esses alimentos fornecem inúmeros benefícios ao organismo (SILVA; ANDRADE; STAMFORD, 2005; MARTINS et al., 2008). Esses alimentos têm pouca gordura, poucas calorias e relativamente pouca proteína, sendo ricos em vitaminas, sais minerais e fibras (MORETTI, 2003; SILVA; ANDRADE; STAMFORD, 2005; CARVALHO et al., 2006; MARTINS et al., 2008).

Algumas espécies de hortaliças são excelentes fontes de substâncias antioxidantes, como os carotenóides, a vitamina C e os flavonóides (MORETTI, 2003; SILVA; ANDRADE; STAMFORD, 2005), caracterizando alimentos funcionais (SILVA; ANDRADE; STAMFORD, 2005), que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, além da nutrição básica, contribuindo para melhorar o estado de saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doenças (CARVALHO et al., 2006).

Segundo a World Health Organization- WHO (2003), o consumo mínimo diário de hortaliças e frutas deve ser de 400 gramas, o que, de acordo com o Ministério da Saúde, corresponde a 9 a 12% das calorias totais em uma dieta de 2000 quilocalorias diárias (BRASIL, 2005).

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o consumo per capita de hortaliças no Brasil, no período entre maio de 2008 e maio de 2009, foi em média de 27 kg, sendo o consumo de frutas de aproximadamente 29 kg (IBGE, 2010a). Segundo tal pesquisa estes alimentos correspondem a apenas 2,8% das calorias totais diárias ingeridas pelo brasileiro (IBGE, 2010b).

A Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 detectou também que o consumo per capita de hortaliças, de forma geral, foi maior nas áreas urbanas do que nas áreas rurais e que as médias do consumo nas regiões Sudeste e Sul superaram as médias das demais regiões. Observou-se ainda que o consumo per capita aumenta com a renda familiar (IBGE, 2010a).

Segundo Melo e Vilela (2007), a contaminação das hortaliças por resíduos de agrotóxicos e a utilização de águas de má qualidade na irrigação são fatores considerados como inibidores da expansão do consumo de hortaliças.

## **2.2 Produção de hortaliças**

De acordo com dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, citados por Camargo Filho e Camargo (2008), a produção de hortaliças no Brasil em 2006 foi de 17,24 milhões de toneladas, cultivadas em 771 mil hectares. Três quartos do volume de produção concentram-se nas regiões Sudeste e Sul enquanto o Nordeste e o Centro-Oeste respondem pelos 25 % restantes. Nos estados do Norte, a produção de hortaliças é incipiente e os mercados consumidores são abastecidos por produtos oriundos, principalmente, do Nordeste e Sudeste (MELO; VILELA, 2007). O Estado de São Paulo é o principal produtor de hortaliças e tem o maior mercado consumidor do Brasil (CAMARGO; CAMARGO; CAMARGO FILHO, 2008).

As hortaliças são produzidas, predominantemente, pelo sistema de cultivo convencional, mas um crescimento significativo de cultivos diferenciados como ambiente protegido e sob sistemas orgânicos vem ocorrendo. A grande diversidade de espécies, a concentração da produção em pequenas propriedades, com exploração familiar, a necessidade de grande investimento por área, a possibilidade de grandes rendimentos por hectare (nas culturas tradicionais em torno de US\$ 500 e nas hortaliças de US\$ 2 mil a US\$ 25 mil), o alto

risco da atividade e a grande necessidade de mão-de-obra, são algumas das características que diferem o agronegócio de hortaliças dos demais (MELO; VILELA, 2008).

Dentre a produção de alimentos, as hortaliças possuem dinâmica de mercado próprio, influenciada por fatores como: diversidade, estacionalidade e qualidade. Sofrem maior pressão de preços, já que apresentam um mercado competitivo e de produtos perecíveis. As hortaliças folhosas, por exemplo, são produzidas para o abastecimento regional, não permitindo grandes deslocamentos (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008).

A produção de hortaliças folhosas no Brasil localiza-se, principalmente, nas cidades de médio e grande porte, em áreas conhecidas como cinturões verdes (PAULA; KATO; FLORÊNCIO, 2005; CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008). Tais áreas são localizadas no perímetro urbano ou peri-urbano, caracterizando a chamada agricultura urbana. Nessas áreas se cultivam frutas e hortaliças que abastecem o mercado consumidor (PAULA; KATO; FLORÊNCIO, 2005). No Estado de São Paulo, o cinturão verde ocupa a área que atinge um raio de 200 km da capital, abrangendo as Serras do Mar e da Mantiqueira, que são as nascentes dos principais rios paulistas (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008).

Estima-se que 8 a 10 milhões de pessoas no Brasil dependam do agronegócio de hortaliças (MELO, 2006).

### **2.3 Agricultura urbana**

Agricultura urbana é o tipo de agricultura praticada em espaços dentro de uma cidade ou área urbana, recebendo a denominação intra-urbana, ou em áreas no seu entorno, quando é chamada peri-urbana (MACHADO; MACHADO, 2002; DUBBELING; SANTANDREU, 2003; ROESE, 2003; MOUGEOT, 2006). Esse tipo de prática agrícola destina-se à produção de cultivos para utilização e consumo próprio ou para venda em mercados locais (ROESE, 2003; CENTRO DE ESTUDOS E PROMOÇÃO DA AGRICULTURA DE GRUPOS – CEPAGRO, 2008).

A agricultura urbana é um fenômeno em expansão, particularmente nos países em desenvolvimento (CEPAGRO, 2008). Os moradores urbanos estão cada vez mais suplementando sua alimentação diária com a produção de seus próprios alimentos, de boa qualidade nutricional e sem agrotóxicos, desenvolvida a custo relativamente baixo,

contribuindo não só para melhorar a qualidade de vida, como também para aumentar a renda familiar (MACHADO; MACHADO, 2002; CEPAGRO, 2008).

Segundo Machado e Machado (2002), a área intra-urbana refere-se a todos os espaços dentro das cidades que podem ter algum tipo de atividade agrícola, podendo se tratar de áreas particulares ou públicas, dentro ou entre os contornos das cidades, como exemplo, as vias públicas, praças, parques e áreas ociosas como lotes e terrenos baldios.

A definição da localização de uma área peri-urbana é mais complexa, devendo esta estar próxima à cidade, mas com limite de distância que pode variar de 10 a 90 km, dependendo do desenvolvimento da infra-estrutura de estradas e dos custos de transporte. Muitas áreas que há pouco tempo eram consideradas rurais, hoje se caracterizam como áreas de agricultura peri-urbana (MACHADO; MACHADO, 2002).

De acordo com Roese (2003), a finalidade da atividade é distinta, pois normalmente não é requisito para a agricultura urbana a obtenção de lucro financeiro. Ainda segundo o autor, o fato da área disponível para o cultivo ser muitas vezes restrita na agricultura urbana, da atividade destinar-se, normalmente, para utilização ou consumo próprio, a escassez de conhecimentos técnicos por parte dos agentes/produtores diretamente envolvidos, a não possibilidade de dedicação exclusiva à atividade e a grande diversidade de cultivos, são alguns aspectos que fazem com que a agricultura urbana se diferencie da tradicional, rural.

A agricultura urbana é estabelecida para complementar a rural em termos de auto-abastecimento, fluxos de comercialização e de abastecimento de mercado (MACHADO; MACHADO, 2002), observando-se relação muito forte entre a agricultura rural/tradicional e a agricultura urbana, sendo esta última normalmente praticada mais intensamente em regiões ou municípios que tenham tradição agrícola no meio rural (ROESE, 2003).

De acordo com Machado e Machado (2002), as práticas agrícolas urbanas hoje são bastante variadas, com a produção de alimentos utilizando diversas técnicas, em áreas com solos poluídos ou de aterro de construção civil, hortas caseiras, hortas coletivas, produção de vegetais em cercas que circundam as comunidades urbanas, produção em vasos, em pneus, em garrafas tipo “pet”, etc.

No que diz respeito à distribuição dos alimentos, a agricultura urbana é apoiada pela comunidade e, vinculando-se à sua demanda, desenvolve um sistema inovador de ligação entre o produtor e o consumidor. Podem ser criadas cooperativas e agroindústrias, à medida que os produtores atingem um nível elevado de conhecimento e de recursos a ponto de processarem seus próprios produtos (MACHADO; MACHADO, 2002).

Nessa atividade, podem ser cultivadas quaisquer culturas agrícolas de interesse, desde que o ambiente satisfaça suas exigências climáticas, tais como hortaliças, plantas com valor medicinal, plantas ornamentais e outras. As hortaliças podem ser hortaliças de raízes, tubérculos, bulbos ou rizomas, como por exemplo, a beterraba, a cebola, a cenoura e a mandioca, hortaliças de frutos, como abóbora, berinjela e tomate, ou hortaliças de flores, hastes ou folhosas, como agrião, acelga, alface, almeirão, couve, rúcula e salsa (ROESE, 2003).

Entre as contribuições da agricultura urbana, além do incremento da quantidade e da qualidade de alimentos disponíveis para consumo próprio (ROESE, 2003), autores destacam benefícios em relação ao bem-estar, ao meio ambiente e à economia.

Em relação ao bem-estar, a atividade da agricultura urbana favorece o controle total de todas as fases de produção, eliminando o risco de se consumir ou manter contato com plantas que possuam resíduos de defensivos agrícolas, contribuindo para a segurança alimentar e conseqüentemente para saúde humana (ROESE, 2003). Outros aspectos que se relacionam ao bem-estar e à saúde são a melhoria da qualidade nutricional propiciada por uma alimentação diversificada, o poder curativo de algumas plantas medicinais e o ambiente mais limpo, reduzindo os surtos de doenças (MACHADO; MACHADO, 2002). Segundo Roesse (2003), ocorre um melhor aproveitamento de espaços ociosos, evitando o acúmulo de lixo e entulhos ou o crescimento desordenado de plantas daninhas, onde poderiam abrigar-se insetos peçonhentos e pequenos animais prejudiciais à saúde humana.

As grandes quantidades de resíduos gerados pelas cidades causam cada vez mais problemas ambientais e de saúde. Entre 30 e 60% desses resíduos são de natureza orgânica, podendo ser utilizados na agricultura urbana (DUBBELING; SANTANDREU, 2003). Segundo Roesse (2003), a reciclagem do lixo, como a utilização de resíduos e rejeitos domésticos, tanto na forma de composto orgânico para adubação como na reutilização de embalagens para formação de mudas, ou de pneus ou caixas para a formação de parcelas de cultivo, por exemplo, diminui seu acúmulo e contribui para a preservação do meio ambiente. Machado e Machado (2002) destacam não só a grande importância do incremento da reutilização e reciclagem de resíduos, mas também da conservação dos recursos naturais, amenizando o impacto ambiental decorrente da ocupação humana e da grande ação das comunidades, buscando a sustentabilidade. A agricultura urbana contribui, nesse aspecto, através da construção de um quintal agroecológico, para a manutenção da biodiversidade e a infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento de água nas vias públicas; contribui



ainda para diminuição da temperatura devido à ampliação da área vegetada e respectiva diminuição de áreas construídas (ROESE, 2003).

No âmbito da economia, ressalta-se a possibilidade de produção em escala comercial, especializada ou diversificada, tornando-se uma opção para a geração de renda, e o desenvolvimento local, com a valorização da produção local de alimentos e outras plantas úteis, como medicinais e ornamentais, fortalecendo a cultura popular e criando oportunidades para o associativismo (ROESE, 2003).

De acordo com Santandreu e Lovo (2007), a agricultura urbana é praticada em todas nas Regiões do Brasil, sendo uma realidade que abarca uma grande diversidade de contextos, apresentando uma ampla capacidade de expansão e muitas possibilidades de consolidar-se como uma atividade permanente, melhoradora da segurança alimentar e nutricional e produtora de trabalho, emprego e renda.

#### **2.4 Aspectos higiênico-sanitários na produção de hortaliças**

Alguns fatores que favorecem a transmissão de patógenos, principalmente em produtos consumidos crus, são as condições de higiene durante o cultivo, armazenamento, transporte e distribuição para o consumidor, a prática do uso de fertilizantes (estercos ou esgotos, não tratados ou tratados de maneira inadequada) e a utilização de águas contaminadas para irrigação ou lavagem de verduras (BEUCHAT, 2002; FARACHE FILHO et al., 2002; PACHECO et al., 2002; MOGHARBEL; MASSON, 2005; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005; SOARES; CANTOS, 2005; CENCI, 2006; HEATON; JONES, 2008). De acordo com Silva, Andrade e Stamford (2005) e Soares e Cantos (2006), a água utilizada na irrigação das hortas é a principal fonte de contaminação de hortaliças.

A irrigação com água de baixa qualidade pode acarretar contaminação dos alimentos irrigados, comprometendo a qualidade do produto e, principalmente, a saúde humana (FRANCO; VANZELA; HERNANDEZ, 2006), uma vez que hortaliças e frutas, especialmente aquelas consumidas cruas, podem servir de veículo de transmissão de uma série de doenças aos consumidores (CRISTOVÃO; IARIA; CANDEIAS, 1967; MAROUELLI; SILVA, 1998; TAKAYANAGUI et al., 2000; MAROUELLI; SILVA;

SILVA, 2001; FARACHE FILHO et al., 2002; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005; SOUTO, 2005; ANTONIALI; SANCHES; NOGUEIRA, 2008).

O consumo de frutas e hortaliças frescas é geralmente visto como um potencial fator de risco para infecção por agentes enteropatogênicos como *Salmonella* e *Escherichia coli* O157 (HEATON; JONES, 2008). *E. coli* enterotoxigênica, por exemplo, é considerada a principal causa da ocorrência da “diarréia dos viajantes”, doença comum em países em desenvolvimento e cuja transmissão pode se dar através do consumo de hortaliças cruas (BEUCHAT, 1996). Solomon, Yaron e Matthews (2002) observaram a presença de *E. coli* O157: H7 em amostras de alface, destacando a contaminação como resultado da irrigação com água contaminada.

A precariedade do saneamento básico, a falta de esclarecimento por parte de muitos agricultores e a falta de orientação dos consumidores quanto à necessidade da desinfecção das hortaliças e frutas de procedência duvidosa são fatores que contribuem para a transmissão de doenças (MAROUELLI; SILVA, 1998).

De acordo com Marouelli e Silva (1998), cozimento é um tratamento eficaz na esterilização de alimentos, no entanto, grande parte das hortaliças e frutas é consumida na sua forma natural, não recebendo qualquer tipo de tratamento térmico. Ainda segundo os autores, a lavagem cuidadosa em água corrente e o uso de soluções germicidas, como ácido acético, cloro e hipoclorito de sódio, podem reduzir sensivelmente o grau de contaminação dos alimentos, porém, não se trata de um tratamento totalmente efetivo. Assim, a garantia da segurança alimentar de frutas e de vegetais frescos, quanto ao aspecto higiênico-sanitário, deve abranger todos os aspectos da produção, do processamento, da distribuição e do uso, visando à proteção tanto do produtor como do consumidor (MOGHARBEL; MASSON, 2005), se fazendo necessário o aprimoramento das condições de cultivo, irrigação, colheita e comercialização (MAROUELLI; SILVA, 1998).

Martins (2008) ressalta a importância da manutenção um sistema rigoroso vigilância sanitária, visando uma melhor condição higiênico-sanitária de hortaliças oferecidas à população.

Dentre as hortaliças consumidas cruas, aquelas cuja inflorescência constitui a parte comestível, como brócolis e couve-flor, e as folhosas, como alface e chicória, com folhas sobrepostas e superfície irregular, são as que mais favorecem a retenção e sobrevivência de microrganismos nelas depositados pela água de irrigação. Já as que apresentam superfície lisa

e pequena em relação ao seu volume, como tomate e berinjela, são menos susceptíveis à contaminação pela água de irrigação (MAROUELLI; SILVA, 1998).

Uma vez que a água, quando utilizada nos processos de irrigação ou higienização, pode servir de veículo de contaminação desses alimentos, seu controle sanitário torna-se de grande importância em Saúde Pública (CRISTOVÃO; IARIA; CANDEIAS, 1967; CHAGAS; IARIA; CARVALHO, 1981; MAROUELLI; SILVA, 1998; MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2001).

## **2.5 Qualidade da água**

A água doce é um recurso natural finito cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e a ausência de políticas públicas voltadas para sua preservação (MERTEN; MINELLA, 2002).

Embora pareça abundante, menos de 3% da água existente no planeta é doce. De acordo com alguns autores, cerca de 97% da água de nosso planeta está presente nos oceanos e mares, na forma de água salgada, ou seja, é imprópria para o consumo humano. A maior parte da água doce se encontra sob a forma de gelo, nas calotas polares, e em aquíferos (água subterrânea) e apenas uma pequena parcela encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1998; PEIXOTO FILHO; BONDAROVSKY, 2000; GRASSI, 2001; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO- DAEE, 2008; COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO- SABESP, 2008).

Os recursos hídricos têm valor estratégico para o desenvolvimento econômico e social das nações, para a manutenção da biodiversidade, e para a saúde humana. Na medida em que as populações e as atividades econômicas crescem, tais recursos tornam-se cada vez mais escassos, tanto em quantidade quanto em qualidade, o que faz desses aspectos objetos de preocupação política, ambiental, e pública em geral (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001; MORAES; JORDÃO, 2002; SIRIGATE et al., 2005; NOVO, 2007).

O Brasil detém em seu território cerca de 14% da água doce do mundo e deste total, 80% está nos rios da Amazônia. O estado de São Paulo abriga 1,6% da água doce brasileira (SABESP, 2008).

A manutenção da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e consumidores em geral, principalmente no que se refere à água destinada ao consumo humano, visto que a contaminação da água por excretos de origem humana e animal pode torná-la veículo de transmissão de enfermidades (MORMUL et al., 2006).

Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água (MERTEN; MINELLA, 2002). De acordo com informações do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS), citadas por Barcellos (2008), cerca de 5% das internações hospitalares no Brasil, no ano de 2004, ocorreram devido a doenças de veiculação hídrica.

O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente da poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola. Os efluentes domésticos são constituídos de contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos, que podem ser patogênicos. A contaminação por efluentes industriais é complexa, de acordo com o tipo, a concentração e o volume dos resíduos produzidos. Sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais constituem os poluentes que resultam do deflúvio superficial agrícola (MERTEN; MINELLA, 2002).

A água, quando contaminada por efluentes não tratados, principalmente esgoto doméstico, é um dos mais eficientes meios de transmissão e disseminação de doenças ao homem. (MAROUELLI; SILVA, 1998). Vários tipos de microrganismos habitam a água, extraíndo dela os elementos indispensáveis à sua sobrevivência, no entanto, organismos patogênicos podem ser ocasionalmente introduzidos nos corpos d'água, utilizando-a como veículo e constituindo-se num perigo sanitário potencial (SCANDOLERA et al., 2001). Através da rota fecal-bucal de transmissão, um patógeno é disseminado pelas fezes humanas ou de animais e, contaminando a água, é ingerido (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

As águas destinadas à irrigação são fontes potenciais de contaminação para o vegetal que será irrigado, quando comportam grande quantidade de microrganismos como coliformes de origem fecal, aeromonas, salmonelas, parasitas intestinais e outros (SOUTO, 2005)

Para limitar a contaminação por bactérias potencialmente patogênicas através da irrigação, a origem da água deve ser conhecida, sendo as fontes monitoradas (BUCK; WALCOTT, 2003). O conhecimento da origem e da qualidade da água é de fundamental

importância no controle de doenças em áreas de produção de hortaliças (MAROUELLI, 2004).

Apesar do risco de contaminação dos produtos irrigados e da conseqüente transmissão de doenças ao homem, águas contaminadas têm sido indiscriminadamente usadas na irrigação (MAROUELLI; SILVA, 2010).

A efetiva transmissão de doenças via água de irrigação e alimentos contaminados dependem de vários fatores epidemiológicos. Os mais importantes estão relacionados à persistência do microrganismo potencialmente patogênico no ambiente, dose mínima infectante e imunidade da população à doença (MAROUELLI; SILVA, 1998).

A resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, de 17 de Março de 2005, estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, que se enquadram em 13 classes de qualidade. As águas doces classificam-se em cinco classes que são a classe especial e as classes 1, 2, 3 e 4, de acordo com sua qualidade e utilização. As destinadas para fins de irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película são classificadas na classe 1, que também engloba as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado (CONAMA, 2005).

Águas subterrâneas, superficiais ou residuais podem ser fontes de contaminação dos produtos irrigados. Resultados de vários estudos realizados confirmam que nem toda a água é boa para a irrigação, e que existe uma necessidade crescente de análises microbiológicas das águas utilizadas para este fim (KLJUJEV; RAICEVIC, 2010).

Geralmente, a água utilizada na irrigação é proveniente de rios, córregos, lagos ou poços adjacentes às hortas, sendo que, devido ao seu alto custo, raramente se utiliza água de abastecimento público, uma vez que a demanda exigida para este propósito é bastante elevada. Essa água é empregada sem qualquer tratamento prévio, sendo transportada através de bombas ou canais desde o rio e riacho até as hortas (OLIVEIRA; GERMANO, 1992a). De acordo com Marouelli e Silva (1998), a cloração é uma opção barata que pode reduzir sensivelmente a concentração de patógenos na água de irrigação.

A simples inspeção das hortas muitas vezes permite verificar que o estado sanitário das áreas das fontes de água é inaceitável, no entanto, somente o exame bacteriológico destas águas permitirá a avaliação real das suas condições (CRISTOVÃO; IARIAS; CANDEIAS, 1967).

Segundo Oliveira e Germano (1992b) e Simões et al. (2001) as atividades de vigilância sanitária devem ser concentradas na produção das hortaliças, destacando a necessidade de programas educacionais, os quais devem alertar os produtores sobre como melhorar o cultivo e colheita de produtos hortícolas e como monitorar a qualidade da água usada para a irrigação.

## **2.6 Indicadores de contaminação**

Tanto as águas de abastecimento, quanto de irrigação de hortaliças, do ponto de vista microbiológico, são de grande importância na veiculação de microrganismos patogênicos, em especial aos habitualmente eliminados com as fezes (CHAGAS; IARIA; CARVALHO, 1981).

Embora já existam métodos desenvolvidos para detecção de vários organismos patogênicos de veiculação hídrica, os mesmos não são aplicados na rotina devido a seu alto custo e necessidade de pessoal especializado (RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005). Por essa razão, na verificação das condições sanitárias das águas, são pesquisados certos grupos de bactérias, denominados indicadores de poluição fecal. A presença desses microrganismos, que são habitantes normais do intestino de animais homeotérmicos, indica a presença de poluição de origem fecal e a possibilidade da existência concomitante de microrganismos patogênicos de origem intestinal (CHAGAS; IARIA; CARVALHO, 1981), além de poder indicar condições higiênico-sanitárias inadequadas (LANDGRAF, 1996).

O isolamento e identificação de cada tipo de microrganismo exigem uma metodologia diferente e a ausência ou presença de um microrganismo potencialmente patogênico não exclui a presença de outros (BETTEGA et al., 2006).

Os microrganismos indicadores mais usados para a avaliação das condições sanitárias de água e de hortaliças são as bactérias do grupo coliforme, que são indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal dos homeotérmicos, sendo eliminados em grandes números pelas fezes (MAROUELLI; SILVA, 1998; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005). Esses microrganismos são mais freqüentemente utilizados baseado, principalmente, na facilidade de isolamento e identificação, predominância em números relativos e tempo de sobrevivência adequado (MAROUELLI; SILVA, 1998).

Juntamente com bactérias coliformes podem estar presentes outros microrganismos causadores de doenças como disenteria, febre tifóide e hepatite (KLJUJEV; RAICEVIC, 2010).

O grau de contaminação fecal da água e de alimentos é avaliado preferencialmente pela contagem de coliformes fecais, atualmente conhecidos como coliformes termotolerantes (MAROUELLI; SILVA, 1998). Esses microrganismos além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal, sendo *Escherichia coli* a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA, 2005), se constituindo no principal representante do grupo e o indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de organismos patogênicos (CONTE et al., 2004). Os coliformes termotolerantes fermentam a lactose com produção de gás a temperatura de 44,5°C em 24 a 48 horas (CONTE et al., 2004; MORMUL et al., 2006).

De acordo com a resolução n° 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, a qualidade dos ambientes aquáticos pode ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. Segundo tal resolução, para águas utilizadas na irrigação de frutas e hortaliças consumidas cruas (água doce de classe 1), não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais das amostras coletadas (CONAMA, 2005).

Embora a Resolução CONAMA n°357 determine como parâmetro de qualidade para águas de irrigação apenas a contagem de coliformes termotolerantes, determinou-se também o NMP/100 mL de coliformes totais e enterococos, considerados importantes indicadores na avaliação da qualidade de água para usos diversos.

Segundo Marouelli e Silva (1998), caso não seja possível a determinação do índice de coliformes termotolerantes, o índice de coliformes totais pode ser utilizado. A presença de coliformes totais não é uma indicação útil de contaminação fecal, pois este grupo, além de ser representado por bactérias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotermos, inclui diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas como *Serratia* spp e *Aeromonas* spp, no entanto, a sua presença e número são indicativos da qualidade higiênico-sanitária de um produto. Os coliformes totais são bastonetes, gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, que são capazes de fermentar a lactose com produção de gás a 35°C em 24 a 48 horas (CONTE et al., 2004; MORMUL et al., 2006).

Na aferição da qualidade bacteriológica da água tratada, a ausência de coliformes totais é indicador adequado e suficiente da eficiência do tratamento, haja vista que apresentam uma taxa de decaimento (inativação) similar ou inferior a dos coliformes termotolerantes e da *E. coli* (BRASIL, 2006).

Os enterococos constituem um importante grupo de microrganismos que se destacam, cada vez mais, como patógenos oportunistas. O grupo, antes considerado como uma das categorias de estreptococos passou a compor o gênero *Enterococcus*, englobando espécies como *Enterococcus faecalis* e *Enterococcus faecium*, anteriormente chamadas *Streptococcus faecalis* e *Streptococcus faecium*, além de outras 17 espécies (MARTINS, 1999). São bactérias lácticas na forma de cocos ou cocobacilos, gram-positivas, catalase negativas e anaeróbias facultativas, que indicam contaminação fecal recente das águas (SILVA et al., 2000). São amplamente distribuídas na natureza e participam da microbiota normal do homem e de animais, particularmente em nível do trato intestinal (MARTINS, 1999).

A determinação dos enterococos é útil para identificar se a contaminação fecal é de origem humana ou animal. As contagens de coliformes termotolerantes acima das contagens de enterococos indicam poluição fecal de origem humana e o inverso, contaminação por fezes de animais (WALDNER; LOOPER, 2010).

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental- CETESB (1978), pesquisas demonstraram que quando a relação estreptococos fecais/coliformes fecais é superior a quatro, a poluição fecal é de origem humana e se for inferior a 0,7, é de origem animal, sendo que tal correlação tem aplicação restrita e pode ser utilizada apenas em pontos de lançamento de despejos, pois durante o percurso pode ocorrer influência de vários fatores ecológicos, o que pode alterar a relação entre esses indicadores.

As principais aplicações da contagem de enterococos são as avaliações da qualidade dos mananciais e corpos d'água, e da qualidade da água tratada e a avaliação e monitoramento das condições higiênicas de sistemas industriais (SILVA et al., 2000).

Confirmado o estado de contaminação por microrganismos indicadores, testes específicos poderão ser realizados para analisar a presença de patógenos de interesse (MAROUELLI; SILVA, 1998).



## 2.7 Caracterização da área de estudo

A Direção Regional de Saúde de Araraquara (DIR VII) compreende 27 municípios, entre eles os municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, que delimitam a área de estudo do presente trabalho. Os serviços de vigilância sanitária de tais municípios são coordenados pela Vigilância Sanitária da DIR VII, e responsáveis pela fiscalização de suas hortas, geralmente cadastradas nesses órgãos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE (2010c), os municípios que compreendem a área deste estudo localizam-se na região central do estado de São Paulo, possuindo clima tropical, com estações seca e chuvosa bem definidas.

O município de Araraquara possui população estimada em 200.666 habitantes e área de aproximadamente 1.006 Km<sup>2</sup>; a maior parcela de sua economia baseia-se no setor de serviços e na indústria. A estimativa populacional para Boa Esperança do Sul é de 13.953 habitantes e a área ocupada pelo município é de 691 Km<sup>2</sup>; sua economia é mais voltada para o setor de serviços e a agropecuária. O município de Ibitinga possui população de 53.148 habitantes ocupando uma área de 689 Km<sup>2</sup> e os setores mais fortes da economia são o de serviços e a indústria (IBGE, 2010c).

Em relação ao saneamento básico, de acordo com dados do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê- Jacaré- CBH-TJ (2010), a cobertura da coleta de esgoto em Araraquara é de 97%, com 100% do esgoto coletado tratado. Em Boa Esperança do Sul a cobertura é de 100% e todo o esgoto coletado recebe tratamento. Em Ibitinga, a cobertura da coleta é de 82%, sendo que o esgoto do município não recebe nenhum tipo de tratamento.

Araraquara teve no ano de 2007, 0,01 óbitos por 1.000 habitantes decorrente de doenças de veiculação hídrica. Nos demais municípios não ocorreram mortes por esta causa (CBH-TJ, 2010)

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIALI, S.; SANCHES, J.; NOGUEIRA, A.H.C. Alimento seguro: riscos químicos ou biológicos? Infobibos, 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/artigos/2008\\_4/alimento\\_seguro/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2008_4/alimento_seguro/index.htm)>. Acesso em: 14 nov. 2008.

BARCELLOS, C. Difusão de Conhecimentos e lendas urbanas: o caso das interações devidas às condições de saneamento. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**. Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.31-35, 2008.

BETTEGA, J.M.P.R. et al. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n.5, p. 950-954, 2006.

BEUCHAT, L.R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infection**, Paris, v.4, p.413–423, 2002.

BEUCHAT, L.R. Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. **Journal of food protection**, Des Moines, v.59, n. 2, p. 204-216, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, DF, 2005. 236 p. – Série A. Normas e Manuais Técnicos.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Brasília, DF, 2006. 84 p. – Série A. Normas e Manuais Técnicos.

BUCK, J.W.; WALCOTT, R. Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables. Plant Management Network, 2003. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/2003/safety/>>. Acesso em: 27 jul.2010.

CAMARGO, A.M.M.M.P.; CAMARGO, F.P.; CAMARGO FILHO, W.P. Distribuição geográfica da produção de hortaliças no estado de São Paulo: participação no país, concentração regional e evolução no período de 1996 a 2006. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n.1, p. 28-35, 2008.

CAMARGO FILHO, W.P.; CAMARGO, F.P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n.3, p. 27-36, 2008.

CARVALHO, P.G.B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n.4, p. 397-404, 2006.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: NASCIMENTO NETO, F. **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Capítulo 3, p. 65-80.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [CDC]. Diagnosis and management of food borne illnesses: a primer for physicians. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v.53, n.RR-4, p.1-33, 2004.

CENTRO DE ESTUDOS E PROMOÇÃO DA AGRICULTURA DE GRUPOS [CEPAGRO]. Agricultura urbana. Disponível em: <<http://www.cepagro.org.br/agriculturaurbana>>. Acesso em 05 jun. 2008.

CHAGAS, S.D.; IARIA, S.T.; CARVALHO, J.P.P. Bactérias indicadoras da poluição fecal em águas de irrigação de hortas que abastecem o município de Natal – Estado do Rio grande do Norte (Brasil). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 15, p. 629-642, 1981.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ-JACARÉ [CBH-TJ]. Relatório de situação dos recursos hídricos-2009. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em 30 jul.2010.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO [SABESP]. Água no planeta. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em 08 jun. 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL [CETESB]. **Determinação do número mais provável de estreptococos fecais pela técnica dos tubos múltiplos**. São Paulo: CETESB, 1978. 12 p. (Normalização Técnica L5. 205).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE [CONAMA]. Resolução nº357 de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 17 jan.2008.

CONTE, V.D. et al. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Infarma**, Porto Alegre, v. 16, n.11-12, p.83-84, 2004.

CRISTOVÃO, D.A.; IARIA, S.T.; CANDEIAS, J.A.N. Condições sanitárias das águas de irrigação de hortas no município de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.1, n.1, p.3-11, 1967.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO [DAEE]. Distribuição de água no planeta. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/distribuicao.htm>>. Acesso em 05 jun. 2008.

DUBELLING, M.; SANTANDREU, A. Orientações para a formulação de políticas municipais para a agricultura urbana. 2003. Disponível em: <[http://www.fomezero.gov.br/download/agricultura\\_urbana\\_parte1.pdf](http://www.fomezero.gov.br/download/agricultura_urbana_parte1.pdf)>. Acesso em: 14 nov.2008.

FARACHE FILHO, A. et al. Qualidade sanitária de águas de irrigação de hortas em municípios da Direção regional de Saúde de Araraquara - DIR VII, 1999-2001. In: CONGRESSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNESP, 2., 2002, Bauru. **Anais...**Bauru: UNESP, 2002.

FRANCO, R.A.M.; VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T. Avaliação biológica da qualidade da água para irrigação do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...**Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2006.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n.3, p. 651-660, 2001.

GRASSI, M.T. Águas do planeta Terra. **Revista Química Nova na Escola** – Cadernos Temáticos, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>>. Acesso em: 17 nov.2008.

HEATON, J.C.; JONES, K. Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. **Journal of Applied Microbiology**, Bedford-UK, v.104, p. 613–626, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 27 jul. 2010 (c).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: aquisição alimentar domiciliar per capita. IBGE, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_aquisicao/pof20082009\\_aquisicao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/pof20082009_aquisicao.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2010 (a).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil. IBGE, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_aval\\_nutricional/pof20082009\\_avalicao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aval_nutricional/pof20082009_avalicao.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2010 (b).

KLJUJEV, I.; RAICEVIC, V. Dynamics in coliform bacteria count in waters from the experimental fields of Serbia and Montenegro. Disponível em: <[http://www.balwois.com/balwois/administration/full\\_paper/ffp-736.pdf](http://www.balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-736.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2010.

LANDGRAF, M. Microrganismos indicadores. In: FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. Cap.3.

MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. Agricultura urbana. EMBRAPA Cerrados, 2002. Disponível em: <[http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/doc/doc\\_48.pdf](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/doc/doc_48.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2008.

MAROUELLI, W.A. Controle da irrigação como estratégia na prevenção de doenças em hortaliças. **A Lavoura**, 2004. Disponível em: <<http://www.sna.agr.br/artigos/651/HORTICULTURA.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2010.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. Aspectos sanitários da água para fins de irrigação. EMBRAPA Hortaliças, 1998. Disponível em: <[http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/1998/cot/cot\\_5.pdf](http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/1998/cot/cot_5.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2008.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. Avanços na eficiência de sistemas de irrigação em horticultura. Disponível em: <<http://www.upf.br/coaju/download/irrigacaohorticulturaII.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

MAROUELLI, 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: Embrapa Hortaliças, 2001.111 p.

MARTINS, A.C.A. et al. Avaliação da qualidade microbiológica da alface (*Lactuca sativa*) comercializada na cidade de Bananeiras-PB. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 3., 2008, Bananeiras. **Anais...**Bananeiras: Universitária, 2008.

MARTINS, L.T. *Streptococcus* e *Enterococcus*. In: TRABULSI, L.R. et al. **Microbiologia**. 3 ed. São Paulo:Atheneu, 1999. p.168-169.

MELO, P.C.T. **Panorama atual da cadeia de produção de hortaliças no Brasil**. [Brasília, 24 mar. 2006]. Palestra apresentada na 6ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006). Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=4925>>. Acesso em 10 dez. 2010.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. [Brasília, 22 nov. 2007]. Palestra apresentada na 13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007). Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia\\_produtiva.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2010.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Raio-X do agronegócio de hortaliças. **Jornal Entrepasto**, 2008. Disponível em: <<http://www.jornalentrepasto.com.br/mar2008/artigo.htm>>. Acesso em 29 ago. 2008.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p. 33-38, 2002.

MOGHARBEL, A.D.I.; MASSON, M.L. Perigos associados ao consumo da alface (*Lactuca sativa*), in natura. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n.1, p. 83-88, 2005.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.3, p.370-374, 2002.

MORETTI, C.L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 2, 2003.[não paginado.] Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/pal05.pdf>>. Acesso em 27 ago. 2008.

MORMUL, R.P. et al. Avaliação da qualidade da água em nascentes da favela São Francisco de Campo Mourão/PR. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 1, n.1, p.36-41, 2006.

MOUGEOT, L. J. A. Agricultura urbana: conceito e definição. *Revista de Agricultura Urbana*, 2006. Disponível em: <[www.ipes.org/au/pdfs/raup1/2\\_AU1conceitodefi.pdf](http://www.ipes.org/au/pdfs/raup1/2_AU1conceitodefi.pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2010.

NOVO, E.M.L.M. Monitoramento de quantidade e qualidade da água e sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007.

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Aspectos sanitários da contaminação de hortaliças por enteroparasitas. **Comunicações Científicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.16, n.1-2, p.27-32, 1992(a).

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo - SP, Brasil. II - Pesquisa de protozoários intestinais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.5, p.332-335, 1992(b).

PACHECO, M. S. R. et al. Condições higiênico-sanitárias de verduras e legumes comercializadas no Ceagesp de Sorocaba-SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n.101, p.50-51, 2002.

PAULA, V.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L. Qualidade de água usada na agricultura urbana na cidade do Recife. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, suplemento, p.123-127, 2005.

PEIXOTO FILHO, A.C.; BONDAROVSKY, S.H. Água, bem econômico e de domínio público. **Revista do Centro de Estudos Judiciários**, Brasília, v.4, n. 12, p. 13-16, 2000.

RIGOLIN-SÁ, O. ; PEREIRA, K. C. Avaliação da qualidade de higiênico-sanitária de hortaliças e da água utilizada em hortas situadas na cidade de Passos-MG. **Revista Hispeci & Lema**, Bebedouro, v. 8, p. 22-23, 2005.

ROESE, A.D. Agricultura urbana. Agronline, 2003. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=112&pg=3&n=3>>. Acesso em 06 nov. 2008.

SANTANDREU, A.; LOVO, I.C. Panorama da agricultura urbana e peri-urbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2007. Disponível em:

<<http://agriculturaurbana.org.br/sitio/textos/panorama%20AUP.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2010.

SCANDOLERA, A.J. et al. Avaliação de parâmetros químicos, microbiológicos, e parasitológicos de águas de abastecimento da UNESP e residuária, no município de Jaboticabal, estado de São Paulo. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 22, n.1, p. 83-91, 2001.

SHIKLOMANOV, I.A. World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century. UNESCO, 1998. Disponível em:

<<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2008.

SILVA, C.G.M.; ANDRADE, S.A.C.; STAMFORD, T.L.M. Ocorrência de *Cryptosporidium spp.* e outros parasitas em hortaliças consumidas *in natura* no Recife. **Revista de Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.10, suplemento, p.63-69, 2005.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. 99p.

SIRIGATE, P. et al. Gestão da qualidade ambiental da água de mananciais de abastecimento público como estratégia de redução de custos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FEENG, 2005.

SOARES, B.; CANTOS, G.A. Detecção de estruturas parasitárias em hortaliças comercializadas na cidade de Florianópolis, SC, **Brasil. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n.3, p.455-460, 2006.

SOARES, B.; CANTOS, G.A. Qualidade parasitológica e condições higiênico-sanitárias de hortaliças comercializadas na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v.8, n.4, p.377-384, 2005.

SOLOMON, E.B.; YARON, S.; MATTHEWS, K.R. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington DC, v.68, n.1, p.397-400, 2002.



SOUTO, R.A. **Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (*Latuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba.** 2005. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Avaliação da contaminação de hortas produtoras de verduras após a implantação do sistema de fiscalização em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.40, n.2, p.239-241, 2007.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.33, n.2, p.169-174, 2000.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 894 p.

WADNER, D.N.; LOOPER, M.L. Water for dairy cattle. Disponível em: <[http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_d/D-107.pdf](http://aces.nmsu.edu/pubs/_d/D-107.pdf)>. Acesso em: 03 jun.2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO]. **Diet, nutrition and the prevention of chronics diseases**. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva, 2003. 160 p. WHO Technical Report Series. Report

## CAPÍTULO 2

### Qualidade Bacteriológica de Águas de Irrigação de Hortas nos Municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP

Adalberto FARACHE FILHO<sup>1</sup>

Rosa Maria BERALDO<sup>2</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade bacteriológica de amostras de águas utilizadas na irrigação de 40 hortas dos municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP. Foram colhidas em cada horta, no mesmo ponto e em diferentes meses, duas amostras de água, totalizando 80 amostras, divididas em dois grupos de coleta. Foi determinado o número mais provável (NMP/100 mL) de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, através da técnica dos tubos múltiplos. Após a análise das amostras referentes à primeira coleta, os proprietários das hortas, cujas águas utilizadas na irrigação não atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357 (máximo de 200 coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra), foram orientados quanto à necessidade de medidas de desinfecção das mesmas ou suas fontes. A segunda coleta das amostras ocorreu somente após terem sido tomadas as providências para a melhoria da qualidade da água, nos casos em que isso foi necessário. Após a primeira análise observou-se a presença de coliformes termotolerantes, em quantidades acima da permitida pela legislação, em nove amostras (22,5%) e após a segunda análise, realizada depois dos procedimentos de desinfecção, apenas uma amostra (2,5%) continuou fora do padrão de qualidade, sendo esta obtida em um ponto de coleta no qual não foi realizada desinfecção. De acordo com os resultados, 77,5% das hortas utilizavam águas cujas amostras atendiam ao padrão de qualidade e após a intervenção junto aos proprietários este valor aumentou para 97,5%, o que confirma a importância da fiscalização e controle da qualidade da água empregada para irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** hortaliças; água de irrigação; coliformes; enterococos

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas-Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-UNESP -14801-902. Araraquara-SP-Brasil.

<sup>2</sup> Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição-Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-UNESP -14801-902. Araraquara-SP-Brasil.

## **Bacteriological Quality of Irrigation Water from Vegetable Gardens in the Municipalities of Araraquara, Boa Esperança do Sul and Ibitinga, SP**

**ABSTRACT:** The objective of this paper was to evaluate the bacteriological quality of water used for irrigation of 40 vegetables gardens in the municipalities of Araraquara, Boa Esperança do Sul and Ibitinga, SP. Were collected in each vegetables garden two samples of water for irrigation. The samples were collected in different months, at the same point, totaling 80 samples, divided into two groups collection with 40 samples each. It was determined the most probable number (MPN/100 mL) of total coliforms, termotolerants coliforms and enterococcus using the multiple tube technique. After the analysis of the samples from the first collects, the owners of the vegetables gardens, whose waters used in irrigation not satisfy the quality standard established by CONAMA Resolution n°357 (maximum 200 termotolerantes coliforms in 100 mL of sample), were instructed about the necessary disinfection measures of the water or its sources. The second collects of the samples occurred only after been taken steps to improve water quality, when it was necessary. After the first analysis it was observed the presence of termotolerants coliforms, in quantities above the permitted by law, in nine samples (22,5%) and by the second analysis, only one sample (2,5%), obtained in a collection point where no disinfection procedure was held, did not satisfy the quality standard. According to the results, 77,5% of vegetables gardens were utilizing water whose samples were within the quality standard and after their owners were given guidance on measures of disinfection, this number went up to 97,5%, confirming the importance of supervision and control on quality of water used for irrigation purposes.

**KEY WORDS:** vegetables; irrigation water; coliforms; enterococcus

## INTRODUÇÃO

A mudança dos hábitos alimentares com a preferência por alimentos frescos, como frutas e hortaliças, como forma de preservar sabor e nutrientes, é uma das principais causas do aumento expressivo no número de casos de doenças transmitidas por alimentos (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION-CDC, 2004), o que torna sua contaminação um sério problema de saúde pública (TAKAYANAGUI et al., 2007; ANTONIALI; SANCHES; NOGUEIRA, 2008).

As hortaliças são parte integrante da dieta da população mundial (MORETTI, 2003; CARVALHO et al., 2006). São tradicionalmente ingeridas junto com alimentos protéicos e carboidratos, fornecendo não apenas variedade de cor e textura às refeições, mas também nutrientes importantes (CARVALHO et al., 2006).

Os riscos potenciais para a saúde relacionados com a prática da horticultura respondem ao uso indiscriminado de agrotóxicos e as contaminações microbiológicas dos produtos, provenientes principalmente de fontes de contaminação no cultivo, como a utilização de resíduos orgânicos ou águas residuais não tratadas, e da falta de higiene no processamento e comercialização. A qualidade de frutas e hortaliças relaciona-se diretamente a tais fatores (DUBBELING; SANTANDREU, 2003; CENCI, 2006).

Segundo Melo e Vilela (2007), a contaminação das hortaliças por resíduos de agrotóxicos e a utilização de águas de má qualidade na irrigação são fatores considerados como inibidores da expansão do consumo de hortaliças.

As águas destinadas à irrigação são fontes potenciais de contaminação para o vegetal que será irrigado (SILVA; ANDRADE; STAMFORD, 2005; SOUTO, 2005; SOARES; CANTOS, 2006), podendo comportar grande quantidade de microrganismos como coliformes de origem fecal, aeromonas, salmonelas, parasitas intestinais e outros (SOUTO, 2005). Geralmente, a água destinada a este fim é proveniente de rios, córregos, lagos ou poços adjacentes às hortas. Essa água é empregada sem qualquer tratamento prévio, sendo transportada através de bombas ou canais desde rios ou riachos até as hortas (OLIVEIRA; GERMANO, 1992a)

A contaminação dos alimentos irrigados por uma água de baixa qualidade compromete a qualidade do produto e principalmente a saúde humana (FRANCO; VANZELA; HERNANDEZ, 2006), uma vez que, hortaliças e frutas, especialmente aquelas consumidas

cruas, podem servir de veículo de transmissão de uma série de doenças aos consumidores (BEUCHAT, 1996; MAROUELLI; SILVA, 1998; TAKAYANAGUI et al., 2000; MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2001; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005; SOUTO, 2005; FRANCO; VANZELA; HERNANDEZ, 2006; ANTONIALI; SANCHES; NOGUEIRA, 2008). A precariedade do saneamento básico, a falta de esclarecimento por parte de muitos agricultores e a falta de orientação dos consumidores quanto à necessidade da desinfecção das hortaliças e frutas de procedência duvidosa são fatores que contribuem para a transmissão de tais doenças (MAROUELLI; SILVA, 1998).

O controle das águas utilizadas para fins de irrigação é de grande importância em saúde pública, sendo um cuidado para minimizar ou controlar a contaminação do produto irrigado (CHAGAS; IARIA; CARVALHO, 1981; MAROUELLI; SILVA, 1998; TAKAYANAGUI et al., 2000; MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2001; RIGOLIN-SÁ; PEREIRA, 2005; SOUTO, 2005).

De acordo com Oliveira e Germano (1992b) e Simões et al. (2001), as atividades de vigilância sanitária devem ser concentradas na produção das hortaliças, através de ações educativas destinadas aos produtores, e do monitoramento laboratorial das águas destinadas à irrigação das hortas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar aspectos da qualidade bacteriológica de amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas nos municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP, quanto aos parâmetros coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, com base na resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 17 de Março de 2005 (CONAMA, 2005).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Amostragem**

Foram selecionadas, de forma aleatória, 40 hortas, independente do tipo/origem da água utilizada na irrigação, assim distribuídas: sete hortas de Boa Esperança do Sul, 13 de Araraquara e 20 da cidade de Ibitinga. Sua produção destinava-se a consumo próprio ou venda em mercados locais.

As hortas localizavam-se em áreas dentro das cidades (áreas intra-urbanas) ou no entorno dos municípios (áreas peri-urbanas).

As fontes das águas utilizadas para irrigação eram o abastecimento público, minas ou nascentes, poços rasos, poços tubulares, poços artesianos e córregos.

Foram colhidas em cada horta duas amostras de águas destinadas à irrigação. Tais amostras foram colhidas no mesmo ponto e em diferentes meses, caracterizando dois grupos de coleta com 40 amostras cada, totalizando 80 amostras. A primeira coleta fez-se no período de Maio a Dezembro de 2009 e a segunda foi realizada entre Dezembro de 2009 e Junho de 2010.

Após a análise das amostras referentes à primeira coleta, os proprietários das hortas, cujas águas utilizadas na irrigação não atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357 (CONAMA, 2005), foram orientados quanto à necessidade de medidas de desinfecção das mesmas ou suas fontes. A orientação deu-se através de folheto educativo elaborado para a Disciplina Saúde Pública da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, com informações sobre a desinfecção de poços, caixas de captação e reservatórios de água de nascentes ou córregos, através da utilização de compostos de cloro (ANEXO). De acordo com Almeida Filho (2008), o uso de cloradores é uma opção eficiente e de baixíssimo custo para promover a desinfecção de poços e minas, isto é, a diminuição das quantidades de coliformes, prevenindo contra contaminações durante o uso doméstico.

A segunda coleta das amostras foi realizada somente após terem sido tomadas as providências para a melhoria da qualidade da água, nos casos em que isso foi necessário, tendo a finalidade de verificar se a qualidade da água foi mantida e/ou se ocorreu melhora nas amostras que se encontravam fora do padrão após a primeira análise.

## **Coleta**

Para os procedimentos de coleta, acondicionamento e transporte das amostras, foram adotadas as recomendações da American Public Health Association- APHA (APHA, 2005).

Foram utilizados frascos estéreis de 250 mL contendo 0,25 mL de solução a 10% de tiosulfato de sódio, com o intuito de neutralizar a ação do cloro residual em amostras de água tratada. O material foi transportado ao laboratório sob refrigeração e o tempo decorrido entre a coleta das amostras e o início das análises nunca foi superior a oito horas, seguindo recomendações da CETESB (CETESB, 2007).

Para cada amostra foi preenchido um formulário com informações sobre procedência, data e horário, tipo de fonte do qual provinha a água utilizada e outras informações úteis, que caracterizaram a amostra e a localidade onde se sucedeu a coleta.

## **Análises bacteriológicas**

Para determinação da presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, através da qual se obtém o número mais provável de microrganismos em 100 mL de amostra (NMP/100 mL) pela observação do número de tubos de cultura positivos e utilização de tabelas específicas (APHA, 2005).

A técnica da fermentação em tubos múltiplos para determinação de bactérias do grupo coliforme consiste em três provas, sendo uma presuntiva, uma confirmatória e uma prova completa. Por se tratar de testes independentes, a utilização de uma prova varia de acordo com o objetivo proposto (APHA, 2005). Nesta pesquisa foram realizadas as etapas presuntiva e confirmatória. Para detecção de *Enterococcus faecalis*, através da técnica dos tubos múltiplos, foram realizadas duas etapas, uma presuntiva e outra confirmatória (APHA, 2005).

### ***Prova presuntiva para coliformes totais e coliformes termotolerantes***

A prova presuntiva para coliformes totais e termotolerantes consistiu na semeadura de volumes determinados da amostra e também diluições da mesma em tubos de cultura com caldo lactosado (CL), os quais foram incubados a 35°C, durante 48 horas. Neste caso ocorreu uma seleção inicial de organismos que fermentam a lactose com produção de gás, sendo tal produção e/ou a turvação do meio de cultura, indicativos de prova presuntiva positiva para a presença de bactérias do grupo coliforme (APHA, 2005).

### ***Prova confirmatória para coliformes totais***

A prova confirmatória consistiu na transferência, com auxílio de palitos de madeira estéreis, de alíquotas das culturas de todos os tubos positivos para a prova presuntiva, para tubos contendo caldo lactose bile verde brilhante a 2% (CLBVB), os quais foram incubados por 48 horas a 35°C. Este teste reduz a possibilidade de resultados positivos decorrentes da atividade de bactérias esporuladas (falso positivo). A produção de gás a partir da fermentação da lactose é indicativa de prova confirmativa positiva para presença de coliformes totais (APHA, 2005).

### ***Prova confirmatória para coliformes termotolerantes***

A prova confirmatória para coliformes termotolerantes consistiu na transferência, com auxílio de palitos de madeira estéreis, de alíquotas das culturas de todos os tubos positivos para a prova presuntiva, para tubos de cultura previamente aquecidos a 45°C, durante 30 minutos, contendo meio E.C, os quais foram incubados em banho-maria a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , por 24 horas. A produção de gás a partir da fermentação do meio é indicativa de prova confirmativa positiva para presença de coliformes termotolerantes (APHA, 2005).



### ***Prova presuntiva para *Enterococcus faecalis****

A prova presuntiva consistiu na semeadura de volumes determinados da amostra em tubos de cultura contendo caldo dextrose azida (CDA), os quais foram incubados a 35°C, durante 48 horas. Foram considerados positivos para prova presuntiva os tubos com turvação e/ou precipitação do meio de cultura, os quais foram submetidos à prova confirmatória (APHA, 2005).

### ***Prova confirmatória para *Enterococcus faecalis****

A prova confirmatória consistiu na transferência, com auxílio de palitos de madeira estéreis, de alíquotas das culturas de todos os tubos positivos para a prova presuntiva, para tubos contendo caldo etil violeta azida (EVA), os quais foram incubados por 48 horas a 35°C. A positividade para *Enterococcus faecalis* na prova confirmatória é dada pela observação do botão violeta, um precipitado de cor violeta no fundo do tubo (APHA, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificação da qualidade bacteriológica das amostras de águas empregadas na irrigação de hortas, foi adotado o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº357, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Tal resolução traz mudanças nos padrões para avaliação da qualidade de água, buscando atender um maior número de corpos d' água (CONAMA, 2005).

A Resolução CONAMA nº20, de 18 de Junho de 1986, revogada, exigia que as águas para irrigação de hortaliças consumidas cruas e sem remoção da película (Classe 1) não fossem contaminadas por excrementos humanos (CONAMA, 1986). Hoje, com a Resolução nº357, são determinados valores para coliformes termotolerantes.

A Resolução vigente não coloca limites para coliformes totais, sendo permitida a presença dos mesmos. Já para coliformes termotolerantes, estabelece o NMP máximo permitido de 200 coliformes por 100 mL, em 80% ou mais de pelo menos seis amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (CONAMA, 2005). Como o objetivo deste estudo foi traçar um perfil da situação das águas utilizadas para irrigação das hortas, apenas para orientação dos produtores, quando necessário, não foi empregada a amostragem sistemática (bimestral) para obtenção de uma média, como menciona a legislação, mas avaliadas isoladamente cada uma das amostras colhidas em cada horta, a fim de se comparar a qualidade da água obtida em duas diferentes coletas. Contudo, adotou-se o parâmetro de qualidade estabelecido pela resolução vigente. Considerou-se também que o maior risco de contaminação ocorre quando a concentração do microrganismo indicador está acima do permitido e que esta pode ser pontual e variável, lembrando que a hortaliça pode ser encaminhada para consumo logo após a irrigação, período durante o qual poderá receber água imprópria.

Os resultados das análises bacteriológicas das águas utilizadas na irrigação de hortas estão apresentados nas tabelas 1, 2 e 3. Tais tabelas expressam o NMP/100 mL de coliformes totais (C.T.), coliformes termotolerantes (C.t.t) e *Enterococcus faecalis* (E.F.).

Considerando-se que o NMP <2 indica ausência de microrganismos, as tabelas 1, 2 e 3 mostram a presença de coliformes termotolerantes em 62 das 80 amostras analisadas no total (77,5%). De acordo com as tabelas, a presença de tais microrganismos deu-se em quantidades

acima da permitida pela atual legislação (NMP de 200 coliformes por 100 mL) em dez amostras (12,5%).

A tabela 1 mostra os resultados das análises das amostras de águas de irrigação obtidas em hortas em Boa Esperança do Sul, após a primeira e segunda coletas.

Tabela 1- Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Boa Esperança do Sul.

| Município            | Hortas | Localização  | Fonte de água utilizada | Amostras       | NMP/100 mL |        |      |
|----------------------|--------|--------------|-------------------------|----------------|------------|--------|------|
|                      |        |              |                         |                | C.T.       | C.t.t. | E.F. |
| Boa Esperança do Sul | H1     | Intra-urbana | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      | H2     | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      | H3     | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      | H4     | Peri-urbana  | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 700        | 80     | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 11         | 11     | <1,1 |
|                      | H5     | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 2800       | 2200   | >23  |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 220        | 4      | 6,9  |
|                      | H6     | Peri-urbana  | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 17         | 8      | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 4          | <2     | 1,1  |
|                      | H7     | Intra-urbana | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|                      |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |

NMP: Número mais provável; C.T.: Coliformes totais; C.t.t.: Coliformes termotolerantes; E.F.: *Enterococcus faecalis*; 1<sup>a</sup>: amostra da primeira coleta; 2<sup>a</sup>: amostra da segunda coleta.

De acordo com a tabela 1, entre as 14 amostras colhidas no município de Boa Esperança do Sul, apenas uma não atendeu ao padrão de qualidade vigente, sendo que esta foi proveniente de poço raso e representou a primeira amostra colhida no ponto, uma horta localizada na zona peri-urbana do município (H5). O proprietário da horta em questão recebeu orientações em relação à desinfecção do poço e a segunda amostra, colhida após a realização dos procedimentos de desinfecção, passou a atender ao padrão de qualidade estabelecido para

coliformes termotolerantes, como mostra a tabela. Vale ressaltar que o poço localizava-se próximo a área destinada à criação de suínos e aves.

A tabela 2 mostra os resultados das análises das amostras de águas de irrigação obtidas em hortas em Ibitinga.

Tabela 2- Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Ibitinga.

| Município | Hortas | Localização  | Fonte de água utilizada | Amostras       | NMP/100 mL |        |      |
|-----------|--------|--------------|-------------------------|----------------|------------|--------|------|
|           |        |              |                         |                | C.T.       | C.t.t. | E.F. |
| Ibitinga  | H8     | Intra-urbana | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | >160000    | <2     | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 5000       | 33     | 9,2  |
|           | H9     | Peri-urbana  | Córrego                 | 1 <sup>a</sup> | 3500       | 4      | >23  |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 90000      | 170    | >23  |
|           | H10    | Peri-urbana  | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | 1700       | 4      | 12   |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 300        | 70     | 6,9  |
|           | H11    | Peri-urbana  | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 90000      | 7      | 12   |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2800       | 44     | <1,1 |
|           | H12    | Intra-urbana | Córrego                 | 1 <sup>a</sup> | 30000      | 36     | 23   |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 17000      | 170    | 2,2  |
|           | H13    | Peri-urbana  | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 110        | 14     | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 900        | 90     | <1,1 |
|           | H14    | Intra-urbana | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 800        | <2     | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 5000       | 50     | <1,1 |
|           | H15    | Intra-urbana | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 170        | <2     | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2200       | 170    | <1,1 |
|           | H16    | Peri-urbana  | Córrego                 | 1 <sup>a</sup> | 160000     | 1400   | >23  |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 14000      | 1100   | 9,2  |
|           | H17    | Peri-urbana  | Córrego                 | 1 <sup>a</sup> | 1100       | 33     | 16,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 1400       | 170    | 16,1 |
|           | H18    | Intra-urbana | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | 14         | <2     | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 7000       | 170    | 1,1  |

Tabela 2- Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Ibitinga.

| Município | Hortas | Localização  | Fonte de água utilizada | Amostras       | NMP/100 mL |         |      |
|-----------|--------|--------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------|
|           |        |              |                         |                | C.T.       | C.t.t.  | E.F. |
| Ibitinga  | H19    | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 35000      | 3500    | >23  |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 70         | 9       | <1,1 |
|           | H20    | Intra-urbana | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 5000       | 1700    | 6,9  |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 1400       | 70      | 5,1  |
|           | H21    | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 160000     | 160000  | >23  |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 22000      | 170     | 3,6  |
|           | H22    | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 160000     | 160000  | 23   |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2800       | 30      | <1,1 |
|           | H23    | Peri-urbana  | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | >160000    | >160000 | 16,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 1700       | 110     | 1,1  |
|           | H24    | Peri-urbana  | Poço tubular            | 1 <sup>a</sup> | 7          | 4       | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 14         | 9       | <1,1 |
|           | H25    | Peri-urbana  | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 35         | 11      | <1,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 17         | 9       | <1,1 |
|           | H26    | Intra-urbana | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | 350        | 23      | 23   |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 35000      | 130     | <1,1 |
|           | H27    | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 7000       | 350     | 16,1 |
|           |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 1400       | 30      | <1,1 |

NMP: Número mais provável; C.T.: Coliformes totais; C.t.t.: Coliformes termotolerantes; E.F.: *Enterococcus faecalis*; 1<sup>a</sup>: amostra da primeira coleta; 2<sup>a</sup>: amostra da segunda coleta.

De acordo com a tabela 2, entre as 40 amostras colhidas em Ibitinga, oito, colhidas em sete diferentes hortas, não atenderam ao padrão de qualidade vigente. Entre estas, seis representaram amostras da primeira coleta, realizada em seis hortas e foram provenientes de cinco poços rasos (H19, H20, H21, H22 e H27), quatro deles localizados na zona peri-urbana do município, e de uma mina, também localizada na zona peri-urbana (H23). Os proprietários de tais hortas receberam orientações em relação à desinfecção dos poços e da água da mina e como mostra a tabela 2, as amostras da segunda coleta, colhidas após a realização dos

procedimentos de desinfecção, passaram a atender ao padrão de qualidade estabelecido para coliformes termotolerantes.

As outras duas amostras de água que não atenderam ao padrão de qualidade representaram as amostras da primeira e da segunda coleta, realizadas em uma horta localizada na zona peri-urbana e cuja água empregada na irrigação era proveniente de córrego (H16). Neste caso, após a observação dos resultados da primeira amostra, o proprietário foi orientado quanto à utilização de água fora do padrão de qualidade estabelecido por legislação e em relação à necessidade de medidas de desinfecção da mesma, contudo, não foi realizado, no período entre as duas coletas, nenhum procedimento de desinfecção. Assim, a tabela 2 mostra NMP/100 mL de coliformes termotolerantes acima do permitido também para a segunda amostra colhida nesta horta.

A tabela 3 mostra os resultados das análises das amostras de águas de irrigação obtidas em hortas em Araraquara.

Tabela 3- Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Araraquara.

| Município  | Hortas | Localização  | Fonte de água utilizada | Amostras       | NMP/100 mL |        |       |
|------------|--------|--------------|-------------------------|----------------|------------|--------|-------|
|            |        |              |                         |                | C.T.       | C.t.t. | E.F.  |
| Araraquara | H28    | Intra-urbana | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 350        | 13     | 12    |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 350        | 11     | 1,1   |
|            | H29    | Intra-urbana | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 17000      | 44     | 12    |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2200       | 140    | 6,9   |
|            | H30    | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | 6          | 2      | <1,1  |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 140        | 4      | <1,1  |
|            | H31    | Intra-urbana | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 160000     | 80     | >23   |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2800       | 30     | < 1,1 |
|            | H32    | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | 24000      | 170    | 23    |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 30         | 23     | <1,1  |
|            | H33    | Peri-urbana  | Mina                    | 1 <sup>a</sup> | 5000       | 220    | 23    |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 500        | 90     | 6,9   |
|            | H34    | Peri-urbana  | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1  |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 170        | 30     | <1,1  |

Tabela 3- Número mais provável (NMP) por 100 mL, de coliformes totais, coliformes termotolerantes e enterococos, em amostras de águas utilizadas na irrigação de hortas no município de Araraquara.

| Município  | Hortas | Localização  | Fonte de água utilizada | Amostras       | NMP/100 mL |        |      |
|------------|--------|--------------|-------------------------|----------------|------------|--------|------|
|            |        |              |                         |                | C.T.       | C.t.t. | E.F. |
| Araraquara | H35    | Peri-urbana  | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 700        | 17     | <1,1 |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 700        | 70     | 16,1 |
|            | H36    | Peri-urbana  | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 13         | 8      | <1,1 |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 9          | 2      | <1,1 |
|            | H37    | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|            | H38    | Intra-urbana | Abastecimento público   | 1 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | <2         | <2     | <1,1 |
|            | H39    | Peri-urbana  | Poço artesiano          | 1 <sup>a</sup> | 1100       | 21     | 3,6  |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 800        | 14     | <1,1 |
|            | H40    | Peri-urbana  | Poço raso               | 1 <sup>a</sup> | 11000      | 38     | 16,1 |
|            |        |              |                         | 2 <sup>a</sup> | 2200       | 70     | <1,1 |

NMP: Número mais provável; C.T.: Coliformes totais; C.t.t.: Coliformes termotolerantes; E.F.: *Enterococcus faecalis*; 1<sup>a</sup>: amostra da primeira coleta; 2<sup>a</sup>: amostra da segunda coleta.

De acordo com a tabela 3, entre as 26 amostras colhidas em Araraquara, apenas uma não atendeu ao padrão de qualidade vigente, sendo que esta foi proveniente de mina e representou a primeira amostra colhida no ponto, uma horta localizada na zona peri-urbana do município (H33). O proprietário da horta em questão recebeu orientações em relação à desinfecção da água utilizada e a segunda amostra, colhida após a realização dos procedimentos de desinfecção, passou a atender ao padrão de qualidade estabelecido para coliformes termotolerantes, como mostra a tabela.

Considerando-se que o NMP <2 indica ausência de microrganismos, as tabelas 1, 2 e 3 mostram que a presença de coliformes totais deu-se em 67 das 80 amostras analisadas (83,75%), contudo a resolução vigente permite a presença de coliformes totais, não estabelecendo limites para tal.

Observa-se pelas tabelas 1, 2 e 3 que nas amostras que se mostraram fora do padrão de qualidade para coliformes termotolerantes, a contagem de coliformes totais também foi alta,

com base na tabela que forneceu o NMP/100L, contudo, o mesmo ocorreu em algumas amostras que estavam dentro do padrão. A presença de coliformes totais não significa necessariamente contaminação fecal (SANT'ANA et al., 2003).

A pesquisa de coliformes totais em águas submetidas a processo de tratamento é importante, pois se trata de um indicador da eficiência do processo (BRASIL, 2006).

De acordo com as tabelas 1, 2 e 3, as oito hortas nas quais foi realizado o procedimento de desinfecção das fontes de água cederam na segunda coleta amostras cujo NMP/100 mL de coliformes totais foi menor em relação ao encontrado nas amostras da primeira coleta. Em alguns casos, a redução do NMP de coliformes totais nas amostras da segunda coleta não foi tão evidente quanto a de coliformes termotolerantes. Coliformes totais são mais resistentes à ação do cloro do que os termotolerantes (AGUIAR, 2000; BRASIL, 2006; LOURENÇÃO; 2009).

Os proprietários das hortas cujas amostras de água apresentaram positividade apenas para coliformes totais e/ou coliformes termotolerantes dentro do limite permitido, não foram orientadas para execução de processo de desinfecção. Nesses casos, se as águas tivessem passado pelo processo teria ocorrido provável redução na presença dessas bactérias.

As tabelas 1, 2 e 3, mostram a presença de enterococos em 37 das 80 amostras analisadas no total (46,25%), considerando-se que o NMP <1,1 indica ausência de microrganismos, entretanto, a legislação vigente também não estabelece limites para a presença de enterococos, de forma que as análises foram realizadas apenas como avaliação complementar. Através das tabelas 1, 2 e 3, observa-se que nas amostras que se mostraram fora do padrão de qualidade para coliformes termotolerantes, a contagem de enterococos também foi alta, com base na tabela que forneceu o NMP/100L, embora tenha ocorrido o mesmo em algumas amostras que estavam dentro do padrão.

Chagas, Iaria e Carvalho (1981) analisaram amostras de água de irrigação de hortas nos municípios de Natal, Extremoz e São Gonçalo do Amarante, e observaram que todas apresentaram números elevados de bactérias coliformes totais, termotolerantes e de estreptococos fecais. De acordo com os autores, presença de estreptococos fecais em água é uma evidência definitiva de contaminação fecal de origem humana ou animal.

Segundo Waldner e Looper (2010) existe uma relação que determina que se contagens de coliformes termotolerantes ultrapassarem as de enterococos, a suspeita é de poluição fecal de origem humana e que o inverso é indicativo de contaminação por fezes de animais. Contudo, no presente estudo não pôde ser estabelecido este tipo de relação e nem relação



entre os valores obtidos para enterococos e coliformes totais, uma vez que as tabelas para determinação do número mais provável eram diferentes, em virtude do fracionamento das amostras durante as análises ter sido feito de forma diferente para enterococos, visto que há maior dificuldade no encontro destes microrganismos quando a amostra é diluída.

Uma aplicação da determinação do NMP/100 mL de enterococos é a avaliação da qualidade da água tratada (SILVA et al., 2000).

De acordo com as tabelas 1, 2 e 3, as oito hortas nas quais foi realizado o procedimento de desinfecção das fontes de água cederam na segunda coleta amostras cujo NMP/100 mL de *Enterococcus faecalis* foi menor em relação ao encontrado nas amostras da primeira coleta.

A tabela 3 mostra que no município de Araraquara, algumas amostras de abastecimento público apresentaram microrganismos coliformes e enterococos (hortas H30, H32 e H34). Nestes casos estavam sendo utilizadas mangueiras para a irrigação das hortas, sendo a coleta das amostras realizada diretamente nas mangueiras. Assim, a presença de coliformes e enterococos pode ser explicada pela contaminação das mangueiras ou pela ação do tiosulfato de sódio no frasco, o qual pode rapidamente ter neutralizado a ação do cloro nestas águas, impedindo sua ação desinfetante.

Na tabela 4 são apresentados os resultados referentes ao número e porcentagem de amostras analisadas que atenderam ou não ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357, em relação a coliformes termotolerantes. A tabela traz os resultados após a primeira e segunda coleta.

Tabela 4- Distribuição das amostras de água de irrigação de hortas de acordo com o padrão de qualidade.

| Amostras                | 1ª coleta |       | 2ª coleta |       |
|-------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
|                         | Nº        | %     | Nº        | %     |
| Atenderam ao padrão     | 31        | 77,5  | 39        | 97,5  |
| Não atenderam ao padrão | 9         | 22,5  | 1         | 2,5   |
| Total                   | 40        | 100,0 | 40        | 100,0 |

De acordo com a tabela 4, observou-se a presença de coliformes termotolerantes em quantidade acima do permitido pela legislação em nove amostras da primeira coleta (22,5%) e em uma amostra da segunda coleta (2,5%). Outros autores também obtiveram amostras de águas, destinadas à irrigação de hortaliças, fora do padrão de qualidade.

Santos (2007) analisou a qualidade sanitária de águas de irrigação de hortaliças em um distrito sanitário de Salvador e constatou que 69% de suas amostras não atendiam ao padrão de qualidade vigente.

Rigolin-Sá e Pereira (2005) avaliaram a qualidade higiênico-sanitária de hortaliças e da água utilizada para sua irrigação e constataram que 42,8% das hortas apresentaram níveis de contaminação da água acima do estabelecido pela legislação. Fravet e Cruz (2007) e Paula, Kato e Florêncio (2005) observaram em algumas amostras de água utilizada na irrigação de hortaliças, a presença de coliformes termotolerantes acima dos níveis permitidos pela legislação.

Franco, Vanzela e Hernandez (2006) também observaram altos índices de coliformes totais e termotolerantes, caracterizando amostras fora do padrão estabelecido. Em todos esses casos, o padrão de qualidade utilizado foi o estabelecido pela Resolução CONAMA nº357 (CONAMA, 2005).

Como os coliformes termotolerantes existem em grandes quantidades nas fezes de animais homeotérmicos, quando encontrados na água, indicam que a mesma recebeu algum tipo de contaminação fecal, e por isso é imprópria do ponto de vista sanitário para uso na irrigação, podendo conter microrganismos causadores de doenças, o que preocupa ainda mais pelo fato do produto irrigado ser consumido fresco pelos consumidores (FRAVET; CRUZ, 2007).

Outros autores como Chagas, Iaria e Carvalho (1981), Barros et al. (1999), Simões et al. (2001), Souto (2005), Takayanagui et al. (2007), Garrote et al. (2007) e Almeida Filho (2008), também documentaram em diferentes localidades a ocorrência de microrganismos coliformes em águas para fins de irrigação de hortaliças, em quantidades acima do permitido por lei, porém tomaram como base outras legislações.

Ao avaliarem a qualidade sanitária de águas de irrigação de hortas em municípios de direção regional de saúde de Araraquara, entre os anos de 1999 e 2001, Farache Filho et al. (2002) verificaram que, em 1999, das 47 hortas estudadas, 19 (40,4%) tiveram pelo menos uma amostra de água fora do padrão. Em 2000 foram analisadas 29 hortas e verificaram-se sete (24,13%) fora do padrão e em 2001, das 25 hortas estudadas, 11 (44,0%) encontravam-se

fora do padrão microbiológico estabelecido pela legislação vigente na época do estudo, a Resolução CONAMA nº20, de 1986.

Em outro trabalho sobre a qualidade microbiológica de águas de irrigação de hortas realizado na região de Araraquara, Farache Filho e Gustavo Neto (2004) constataram que 12,30% das amostras analisadas caracterizavam-se pela ausência (NMP/100mL <2,0) de coliformes termotolerantes, o que determinava uma água de boa qualidade para a finalidade de irrigação, na época. Uma das cidades na qual foi realizado tal estudo foi Ibitinga, a qual também faz parte da área de amostragem do presente trabalho.

Oito das 17 hortas da cidade de Ibitinga que haviam sido objeto do estudo de Farache Filho e Gustavo Neto (2004), agora também tiveram a qualidade microbiológica de suas águas analisada. Em relação ao estudo em comum dessas oito hortas, não é possível comparar diretamente os resultados obtidos no trabalho anterior e no presente, enquadrando-os dentro ou fora do padrão, visto que hoje vigora outra legislação, a qual estabelece diferentes padrões de qualidade. Assim, mesmo que hoje tenham sido observados números mais elevados para coliformes totais e termotolerantes em uma determinada amostra, ela ainda poderá se enquadrar como uma água de qualidade, visto que a resolução anterior não permitia a contaminação das águas por excrementos de origem humana e a atual permite os coliformes termotolerantes em NMP de até 200 por 100 mL de amostra. Contudo pode-se observar que ao passo que algumas hortas mantiveram águas com números reduzidos de coliformes termotolerantes e totais, outras cederam amostras cujos resultados tiveram NMP mais elevados desses microrganismos e outras ainda mostraram redução no número de coliformes.

A tabela 4 mostra que apenas uma amostra da segunda coleta apresentou-se fora do padrão estabelecido pela legislação. A primeira amostra coletada neste ponto (H16) também não atendeu a legislação e neste caso não foi realizado, entre as duas coletas, nenhum procedimento de desinfecção da água utilizada na irrigação das hortaliças. De acordo com a tabela, 77,5% das hortas utilizavam águas cujas amostras atendiam ao padrão de qualidade estabelecido pela legislação vigente para fins de irrigação e após a intervenção junto aos proprietários no que se refere a medidas de desinfecção, este número passou a corresponder a 97,5%, o que confirma a importância da fiscalização e controle da qualidade da água empregada para tal finalidade. Nogueira et al. (2005) ressaltam a importância de inspeções sanitárias periódicas, para que, além da fiscalização, se oriente os produtores a fim de solucionar os problemas existentes.

No período de fevereiro de 2000 a setembro de 2001, foram colhidas pela Vigilância Sanitária de Ribeirão Preto 103 amostras de águas de irrigação, provenientes de 88 hortas, e observou-se que 16 amostras (15,5%) estavam em desacordo com o padrão de qualidade estabelecido pela legislação, sendo que em três delas (2,9%) foi observada a presença simultânea de parasitas considerados patogênicos para o homem. Neste estudo foi avaliada a contaminação das águas após a implantação do sistema de fiscalização no município (das 88 hortas, 47 haviam sido investigadas anteriormente) e constatou-se que a taxa de contaminação foi de 38,3% nas hortas previamente investigadas e de 43,9% nas novas hortas, o que chama atenção para a necessidade da fiscalização (TAKAYANAGUI et al., 2007). Em outro estudo realizado em Ribeirão Preto foram examinadas 129 hortas e reveladas irregularidades em 17 delas (20,1%), destacando-se elevada concentração de coliformes termotolerantes. A repetição das análises das águas irregulares determinou a interdição definitiva de uma das hortas (TAKAYANAGUI et al., 2000).

A tabela 5 mostra a distribuição das amostras de água de irrigação que foram coletadas e das que não atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357, de acordo com a fonte e a localização intra ou peri-urbana.

Tabela 5- Distribuição das amostras de água de irrigação de hortas, coletadas e que não atenderam ao padrão de qualidade, de acordo com a fonte e a localização.

| Fonte de água utilizada | Amostras     |      |             |      |                |    |             |    |                   |       |                                  |     |
|-------------------------|--------------|------|-------------|------|----------------|----|-------------|----|-------------------|-------|----------------------------------|-----|
|                         | Coletadas    |      |             |      | Fora do padrão |    |             |    | Total de amostras |       | Total de amostras fora do padrão |     |
|                         | Intra-urbana |      | Peri-urbana |      | Intra-urbana   |    | Peri-urbana |    |                   |       |                                  |     |
|                         | Nº           | %    | Nº          | %    | Nº             | %  | Nº          | %  | Nº                | %     | Nº                               | %   |
| Abastecimento público   | 12           | 15,0 | 2           | 2,5  | -              | -  | -           | -  | 14                | 17,5  | -                                | -   |
| Mina/nascente           | 8            | 10,0 | 6           | 7,5  | -              | -  | 2           | 20 | 14                | 17,5  | 2                                | 20  |
| Poço raso               | 6            | 7,5  | 12          | 15,0 | 1              | 10 | 5           | 50 | 18                | 22,5  | 6                                | 60  |
| Poço tubular            | 6            | 7,5  | 8           | 10,0 | -              | -  | -           | -  | 14                | 17,5  | -                                | -   |
| Poço artesiano          | 2            | 2,5  | 10          | 12,5 | -              | -  | -           | -  | 12                | 15,0  | -                                | -   |
| Córrego                 | 2            | 2,5  | 6           | 7,5  | -              | -  | 2           | 20 | 8                 | 10,0  | 2                                | 20  |
| Total                   | 36           | 45,0 | 44          | 55,0 | 1              | 10 | 9           | 90 | 80                | 100,0 | 10                               | 100 |

Nota: - valor nulo

De acordo com a tabela 5, as amostras fora do padrão de qualidade para coliformes termotolerantes provieram de minas ou nascentes (20%), poços rasos (60%) e córregos (20%). Do total de amostras coletadas de minas, 14,28% mostraram-se fora do padrão de qualidade estabelecido. Entre as amostras oriundas de poços rasos, 33,33% não atenderam ao padrão e entre as coletadas de córregos, a porcentagem de amostras em não conformidade foi de 25%.

A tabela 5 mostra que 90% das amostras que não atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº357 foram provenientes de hortas localizadas na zona peri-urbana dos municípios. Observa-se pela tabela 5 que 33,33% das amostras coletadas de minas, 33,33% das amostras de córregos e 41,67% das amostras de poços raros, localizados na área peri-urbana, mostraram-se em não conformidade com a legislação.

Segundo Skutel et al. (1990), no meio rural o risco de ocorrência de surtos de doenças veiculadas pela água é bastante alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços inadequadamente vedados e próximos a fontes de contaminação, como fossas mal instaladas e áreas de pastagem ocupadas por animais. O controle sanitário da água e hortaliças deve considerar a presença de fossas e a criação de animais nas proximidades de hortas familiares (SIMÕES et al., 2001).

Autores como Amaral et al. (1994), Amaral et al. (2003), Giatti et al. (2004) e Almeida Filho (2008) destacam risco de contaminação fecal em águas de áreas rurais ou poços rasos urbanos mal instalados.

De acordo com Almeida Filho (2008), como as águas dos poços vêm geralmente do lençol freático proveniente, portanto, da infiltração da água da chuva, estas águas estão muito sujeitas à contaminação por bactérias e parasitas, por não terem sofrido processo natural de purificação através do solo, podendo ser portadoras de coliformes, o que as torna inadequadas ao consumo humano. A contaminação em poços onde a área é aparentemente limpa pode ser decorrente de poluição oriunda de áreas contaminadas ou outras fontes de poluição que chega através do lençol freático (SILVA; BRINGEL, 2007).

Segundo Cerqueira et al. (2010) águas de poços e minas podem estar contaminadas apesar de sua aparência pura e límpida e a carga de contaminação pode variar ao longo do ano de acordo com as chuvas, que quanto mais fortes, carregam com mais intensidade microrganismos até a fonte de água.

Almeida Filho (2008) destaca a presença de coliformes totais e termotolerantes/*E. coli* em águas de irrigação obtidas de diferentes propriedades produtoras de hortaliças,

evidenciando condições ecológicas e um manejo agrícola inadequado para o uso em uma atividade que tem seu produto consumido “in natura”. As fontes nesse caso eram canais de irrigação e córregos, sendo que a água muitas vezes era conduzida dos córregos sendo empregada na irrigação sem nenhum tipo de tratamento prévio.

A contaminação fecal de córregos tem origem no lançamento direto de esgotos domésticos (BARROS et al., 1999; ALMEIDA et al., 2004; FRAVET; CRUZ, 2007; ALMEIDA FILHO, 2008). Almeida et al. (2004) concluem em seu estudo que os despejos de efluentes domésticos estão diretamente ligados a áreas ocupadas, podendo observar que nos locais em que os corpos de água estão próximos a essas áreas, o nível de contaminação é elevado.

De acordo com Oliveira, Germano e Germano (2003) e Souto (2005), os principais fatores que contribuem para contaminação microbiana de águas de irrigação são as condições ecológicas em que se encontram as fontes de água, tais como: proximidade com animais domésticos, poluentes do tipo lixo, esgotos, fossas, presença de adubo orgânico próximo às fontes, poços artesianos com instalações precárias; e a utilização de águas provenientes de rios e riachos contaminados.

Diversos outros autores como Chagas, Iaria e Carvalho (1981), Bonilha e Falcão (1994), Barros et al. (1999), Simões et al. (2001), Amoah, Drechsel e Abaidoo (2005), Paula, Kato e Florêncio (2005), Souto (2005), Barcellos et al. (2006) e Franco, Vanzela e Hernandez (2006), têm documentado em diferentes localidades a ocorrência de coliformes termotolerantes e totais em águas de irrigação obtidas de diferentes fontes como poços rasos, poços tubulares, córregos, açudes e minas.

Não foram encontrados na literatura dados sobre a relação entre os tipos de mananciais e o nível de contaminação por coliformes termotolerantes.

## CONCLUSÕES

Os resultados das análises realizadas permitem concluir que 77,5% das hortas utilizavam águas cujas amostras estavam adequadas para fins de irrigação por atenderem ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 17 de Março de 2005 (CONAMA, 2005) e que, após a intervenção junto aos proprietários, com orientações sobre medidas de desinfecção, este percentual passou a 97,5%, confirmando a importância da fiscalização e do controle da qualidade da água como forma de prevenção da contaminação de hortaliças.

Conclui-se que é de fundamental importância o conhecimento da origem e da qualidade da água destinada à irrigação e destaca-se a necessidade de um trabalho permanente de avaliação e orientação dos horticultores, para que esta seja mantida ou melhorada, principalmente quando se trata da irrigação de hortaliças consumidas cruas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.M.S. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com cor e turbidez moderadas**. 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

ALMEIDA FILHO, P.C. **Avaliação das condições ambientais e higiênico-sanitárias na produção de hortaliças folhosas no núcleo hortícola suburbano de Vargem Bonita, Distrito Federal**. 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.

ALMEIDA, R. M. A. A. et al. Qualidade Microbiológica do Córrego “Ribeirão Dos Porcos” no Município de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 51- 56, 2004.

AMARAL, L.A. et al. Água de consumo humano como fator de risco á saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.37, p.510-514, 2003.

AMARAL, L. A. et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de água de poços rasos localizados em uma área urbana:utilização de colífagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.28, n.5, p.345-348, 1994.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION [APHA]. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>th</sup> ed. Washington D.C.: American Public Health Association, 2005.

AMOAHAH, P.; DRECHSEL, P.; ABAIDOO, R.C. Irrigated urban vegetable production in Ghana: sources of pathogen contamination and health risk elimination. **Irrigation and Drainage**, [S.I.], v.54, p.S49–S61, 2005.

ANTONIALI, S.; SANCHES, J.; NOGUEIRA, A.H.C. Alimento seguro: riscos químicos ou biológicos? Infobibos, 2008. Disponível em:  
<[http://www.infobibos.com/artigos/2008\\_4/alimento\\_seguro/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2008_4/alimento_seguro/index.htm)>. Acesso em: 14 nov. 2008.

BARCELLOS, C.M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.9, p.1967-1978, 2006.



BARROS, A.J.M. et al. Avaliação sanitária e físico-química das águas para irrigação de hortaliças no agreste e brejo paraibanos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p. 355-360, 1999.

BEUCHAT, L.R. Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. **Journal of food protection**, Des Moines, v.59, n. 2, p. 204-216, 1996.

BONILHA, P.R.M.; FALCÃO, D.P. Ocorrência de enteropatógenos em alface e suas águas de irrigação. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.5, p.87-97, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Brasília, DF, 2006. 84 p. – Série A. Normas e Manuais Técnicos.

CARVALHO, P.G.B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n.4, p. 397-404, 2006.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: NASCIMENTO NETO, F. **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Capítulo 3, p. 65-80.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [CDC]. Diagnosis and management of food borne illnesses: a primer for physicians. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v.53, n.RR-4, p.1-33, 2004.

CERQUEIRA, M.M.O.P. et al. Por que monitorar a qualidade da água? I. **Revista leite Integral**, 2010. Disponível em:  
<[http://www.milkpoint.com.br/mypoint/revistaleiteintegral/p\\_por\\_que\\_monitorar\\_qualidade\\_microbiologica\\_da\\_agua\\_parte\\_i\\_vaca\\_leite\\_revista\\_sanidade\\_qualidade\\_da\\_agua\\_316.aspx](http://www.milkpoint.com.br/mypoint/revistaleiteintegral/p_por_que_monitorar_qualidade_microbiologica_da_agua_parte_i_vaca_leite_revista_sanidade_qualidade_da_agua_316.aspx)>  
.Acesso em:17 jun.2010.

CHAGAS, S.D.; IARIA, S.T.; CARVALHO, J.P.P. Bactérias indicadoras da poluição fecal em águas de irrigação de hortas que abastecem o município de Natal – Estado do Rio grande do Norte (Brasil). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 15, p. 629-642, 1981.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL [CETESB]. **Controle e Garantia da Qualidade nas Análises Microbiológicas de Água para Consumo Humano. Procedimentos e Critérios**. São Paulo: CETESB, 2007. 95 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE [CONAMA]. Resolução nº20 de 18 de Junho de 1986. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 18 fev. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE [CONAMA]. Resolução nº357 de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 17 jan.2008.

DUBELLING, M.; SANTANDREU, A. Orientações para a formulação de políticas municipais para a agricultura urbana. 2003. Disponível em:  
<[http://www.fomezero.gov.br/download/agricultura\\_urbana\\_parte1.pdf](http://www.fomezero.gov.br/download/agricultura_urbana_parte1.pdf)>. Acesso em: 14 nov.2008.

FARACHE FILHO, A. et al. Qualidade sanitária de águas de irrigação de hortas em municípios da Direção regional de Saúde de Araraquara - DIR VII, 1999-2001. In: CONGRESSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNESP, 2., 2002, Bauru. **Anais...**Bauru: UNESP, 2002.

FARACHE FILHO, A., GUSTAVO NETO, F. Qualidade sanitária de águas de irrigação de hortas em municípios da região de Araraquara –SP. Relatório PIBIC-Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP, 2004.

FRANCO, R.A.M.; VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T. Avaliação biológica da qualidade da água para irrigação do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...**Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2006.

FRAVET, A.M.M.F.; CRUZ, R.L. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu – SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 12, n.2, p. 144-155, 2007.

GARROTE, R.M. et al. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de águas de irrigação de hortaliças, nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, Goiás. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.21, p.110-114, 2007.

GIATTI, L.L. Condições de saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.38, p. 571-577, 2004.

LOURENÇÃO, J. **Avaliação da resistência de microrganismos patogênicos à desinfecção sequencial com ozônio-radiação ultravioleta e cloro-radiação ultravioleta**. 2009. 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. Aspectos sanitários da água para fins de irrigação. EMBRAPA Hortaliças, 1998. Disponível em: <[http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/1998/cot/cot\\_5.pdf](http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/1998/cot/cot_5.pdf)>. Acesso em: 15 nov.2008.

MAROUELLI, 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: Embrapa Hortaliças, 2001.111 p.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. [Brasília, 22 nov. 2007]. Palestra apresentada na 13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007). Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia\\_produtiva.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2010.

MORETTI, C.L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 2, 2003.[não paginado.] Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/pal05.pdf>>. Acesso em 27 ago. 2008.

NOGUEIRA, M. et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de hortaliças e da água utilizada em hortas da cidade de Jaboticabal-SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.19, p.108-114, 2005.

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Aspectos sanitários da contaminação de hortaliças por enteroparasitas. **Comunicações Científicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.16, n.1-2, p.27-32, 1992(a).

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo - SP, Brasil. II - Pesquisa de protozoários intestinais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.5, p.332-335, 1992(b).

OLIVEIRA, C.A.F.; GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. Qualidade das hortaliças. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 2003.V.1, p.129-134.

PAULA, V.; KATO, M.T.; FLORENCIO, L. Qualidade de água usada na agricultura urbana na cidade do Recife. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, suplemento, p.123-127, 2005.

RIGOLIN-SÁ, O. ; PEREIRA, K. C. Avaliação da qualidade de higiênico-sanitária de hortaliças e da água utilizada em hortas situadas na cidade de Passos-MG. **Revista Hispeci & Lema**, Bebedouro, v. 8, p. 22-23, 2005.

SANT'ANA, A.S. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p. 190-194,2003.

SANTOS, Y.T.O. **Qualidade sanitária de hortaliças cultivadas em um distrito sanitário de Salvador-BA e eficiência de soluções antimicrobianas sobre linhagens de *Escherichia coli*. 2007. 85p.** Dissertação (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

SILVA, C.G.M.; ANDRADE, S.A.C.; STAMFORD, T.L.M. Ocorrência de *Cryptosporidium spp.* e outros parasitas em hortaliças consumidas *in natura* no Recife. **Revista de Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.10, suplemento, p.63-69, 2005.

SILVA, G.C.; BRINGEL,J.M.M. Incidência de coliformes totais e *Escherichia coli* nas águas utilizadas para irrigação pela comunidade do município de Paço do Lumiar- MA. **Revsita Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v.2, n.1, p.599-603, 2007.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. 99p.

SIMÕES, M. et al. Hygienic-sanitary conditions of vegetables and irrigation water from kitchen gardens in the municipality of Campinas, SP. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 32, p. 331-333, 2001.

SKUTEL, T. A. et al. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. **Environmental Science Technology**, Iowa City, v.24, n.57, p.1-5, 1990.

SOARES, B.; CANTOS, G.A. Detecção de estruturas parasitárias em hortaliças comercializadas na cidade de Florianópolis, SC, **Brasil. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n.3, p.455-460, 2006.

SOUTO, R.A. **Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (*Latuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba.** 2005. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Avaliação da contaminação de hortas produtoras de verduras após a implantação do sistema de fiscalização em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.40, n.2, p.239-241, 2007.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.33, n.2, p.169-174, 2000.

WADNER, D.N.; LOOPER, M.L. Water for dairy cattle. Disponível em: <[http://aces.nmsu.edu/pubs/\\_d/D-107.pdf](http://aces.nmsu.edu/pubs/_d/D-107.pdf)>. Acesso em: 03 jun.2010.

## **ANEXO**

### **FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE ARARAQUARA**

Folheto Educativo sobre a desinfecção de poços, caixas de captação e reservatórios por meio da utilização de compostos de cloro

Poços, caixa de captação de nascentes e cisternas devem passar por um processo de desinfecção, nos seguintes casos:

- ✓ Após longo período sem uso;
- ✓ Após sua construção, antes de usar a água;
- ✓ Após qualquer reparo na instalação;
- ✓ Quando houver suspeita de contaminação;
- ✓ Periodicamente, para manutenção.

O procedimento de desinfecção apresentado abaixo não previne a contaminação; apenas elimina a que estiver presente na hora em que for usado o desinfetante. É um processo puramente local e não terá ação contra as causas de contaminação do manancial (lençol freático).

Os compostos de cloro são os agentes desinfetantes mais usados. Existem no comércio vários compostos e todos devem registrar em seus rótulos a concentração de cloro disponível. Segue alguns exemplos:

- ✓ Hipoclorito de cálcio - 70% de cloro.
- ✓ Cloreto de cal (cal clorada) - 25% a 30% de cloro.
- ✓ Hipoclorito de sódio - 10% de cloro.
- ✓ Água sanitária (água de lavadeira) - 2% a 5% de cloro.

A concentração de cloro necessária para a desinfecção vai depender do tempo de contato (de permanência) do cloro no reservatório:

- ✓ 12 horas - 50mg de cloro por litro de água.
- ✓ 4 horas - 100 mg de cloro por litro de água.
- ✓ 2 horas - 200 mg de cloro por litro de água.

Para calcular a quantidade do produto a ser usada, é necessário conhecer os seguintes dados:

- ✓ Volume de água no reservatório, poço, etc;
- ✓ Tempo de contato para determinação da concentração necessária em mg de cloro por litro de água;
- ✓ Cloro disponível no produto.

A quantidade do produto desinfetante a ser usada (P) é calculada pela fórmula que segue, cujo resultado é fornecido diretamente em gramas do produto:

$$P = \frac{C \times V}{\% \times 10} = \text{gramas do produto}$$

C = Concentração desejada (necessária), em função do tempo de contato

V = volume de água em litros no reservatório

% = percentual de cloro disponível no produto

P= gramas do produto

Exemplo:

Quanto de hipoclorito de sódio (10% de cloro) é necessário para desinfetar um reservatório de 2.500 litros, dispondo de 4 horas para execução do processo?

- 4 horas exige uma dosagem “C” de 100 mg/L, de acordo com o mostrado.
- O volume do reservatório citado “V” é 2.500 litros.
- A porcentagem de cloro observada no produto é 10%.

C= 100 mg/L

V= 2.500 l

10% de cloro

$$P = \frac{C \times V}{\% \times 10} = \text{gramas do produto}$$

$$P = \frac{100 \times 2.500}{10 \times 10} = 2.500 \text{ g}$$

**Resposta:** Para desinfetar o reservatório é preciso utilizar 2.500g ou 2,5 Kg de hipoclorito de sódio. O cálculo também pode ser feito por regra de três.

**Observações:**

- ✓ Após realizar o processo de desinfecção é necessário renovar a água até eliminar a presença do cloro ou até a concentração atingir os valores adequados para consumo humano. A água não pode ser usada para consumo na residência com a concentração de cloro acima de 2,0mg por litro.
- ✓ Cloro recomendado para consumo humano: de 0,2mg/L a 2,0mg/L, sendo o valor máximo permitido de 2,0mg/L.
- ✓ Reservatórios devem ter suas paredes escovadas com solução de cloro (hipoclorito).