

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CÂMPUS DE ARARAQUARA

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM
ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP.**

Paola Andressa Scuracchio

Orientador: Profº Dr. Adalberto Farache Filho

Araraquara - SP, 2010

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

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM
ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Alimentos e Nutrição como
requisito para obtenção do título de Mestre.

Mestranda: Paola Andressa Scuracchio

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Farache Filho

Araraquara, 2010

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

S437q Scuracchio, Paola Andressa
Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP / Paola Andressa Scuracchio. – Araraquara, 2010
57 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: Adalberto Farache Filho

1. Água. 2. Qualidade microbiológica. 3. Qualidade físico-química. I. Farache Filho, Adalberto, orient. II. Título.

CAPES: 50700006

DEDICO

Aos meus pais e avós pelo incentivo
e determinação em tornar possíveis
meus ideais

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Fátima e José Carlos, pelo incentivo na minha realização profissional e pessoal.

Aos meus avós, Oswaldo e Aparecida, pelo apoio e carinho de sempre.

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

Aos professores integrantes da banca do exame geral de qualificação, Profa. Dra. Maria Jacira Silva Simões e Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral pelas sugestões e considerações que muito contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À Joselma e Adriana, técnicas do laboratório de Saúde Pública da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP-Araraquara, pela paciência, atenção e amizade.

Aos funcionários da Secretaria de Pós Graduação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-Unesp, pela paciência e atenção dedicadas.

E por fim, a Deus, pois sem Ele, esse sonho não seria realizado. Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
CAPÍTULO 1	12
1 - REVISÃO DA LITERATURA.....	13
1.1 – Parâmetros bacteriológicos e físico-químicos monitorados na água de abastecimento público.....	15
1.1.1 – Coliformes.....	16
1.1.2 – Bactérias heterotróficas.....	18
1.1.3 – pH.....	18
1.1.4 – Flúor.....	19
1.1.5 - Cloro residual livre.....	20
1.1.6 - Turbidez.....	22
1.1.7 - Cor aparente.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 2 – QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1. Amostragem.....	34
2.2. Coleta de amostras.....	35
2.3. Determinação da presença/ausência de coliformes totais e <i>E.coli</i>	35
2.4. Contagem de bactérias heterotróficas.....	36
2.6. Determinação de flúor.....	37

2.7. Determinação de cloro residual livre.....	41
2.8. Determinação de turbidez.....	37
2.9. Determinação de cor aparente.....	38
2.10. Análise estatística.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4. CONCLUSÕES.....	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	53
ANEXO A.....	54
ANEXO B.....	55
ANEXO C.....	56
ANEXO D.....	57

RESUMO

Sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos, cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Assim, é necessário saber se a qualidade da água destinada ao consumo humano, responde as exigências da legislação. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água que abastece as escolas e creches municipais da cidade de São Carlos – SP. Foram coletadas 186 amostras de água, em três pontos distintos: rede, reservatório e filtro. Para análise de coliformes totais e coliformes fecais/*E. coli* utilizou-se a técnica de substratos cromogênicos/Colilert; para contagem de bactérias heterotróficas foi utilizada a técnica de cultivo em profundidade; para determinação do pH adotou-se leitura direta no pHâmetro; para determinação de flúor foi utilizado o método SPANDS; para determinação de cloro utilizou-se o método DPD; para determinação de turbidez foi utilizado o método nefelométrico e para determinação da cor o método colorimétrico. Para coliformes fecais/*E.coli* apenas uma amostra do filtro apresentou positividade. Para coliformes totais, sete amostras (22,5%) da rede, seis (19,3%) do reservatório e seis (19,3%) do filtro apresentaram contaminação na primeira colheita e sete (22,5%) amostras da rede, três (9,6%) do reservatório e sete (22,5%) do filtro na segunda coleta. Para bactérias heterotróficas uma amostra da rede, uma do reservatório e 13 (41,9%) do filtro apresentaram contagens acima de 500UFC/ml na primeira coleta e três (9,6%) amostras da rede e do reservatório e 14 (45,1%) do filtro na segunda coleta. Para pH, cinco amostras (16,1%) da rede e uma do filtro não atenderam ao padrão exigido pela legislação na primeira coleta e sete amostras (22,6%) da rede na segunda coleta. Para flúor, 27 (87,0%) da rede, 24 (77,4%) do reservatório e 25 (80,6%) do filtro estavam fora do padrão na primeira coleta e 24 (77,4%) amostras da rede, 19 (61,2%) do reservatório e 26 (83,8%) do filtro na segunda coleta. Para cloro residual livre, quatro amostras da rede (12,9%), oito do reservatório (25,8%) e 25 do filtro (80,6%) estavam fora do padrão estabelecido pela legislação na primeira coleta e 13 amostras da rede (41,9%), 19 do reservatório (61,2%) e 27 do filtro (87,0%) na segunda coleta. Para turbidez, apenas uma amostra do reservatório apresentou-se

acima do limite máximo recomendado pela legislação. Todas as amostras (100%) encontraram-se dentro do padrão vigente para cor aparente. É necessário, portanto, maior atenção com a conservação, limpeza e manutenção dos reservatórios prediais e filtros nas escolas de São Carlos.

Palavras chave: água; qualidade microbiológica; qualidade físico-química.

ABSTRACT

Today, we know the importance of treating water for human consumption, therefore, is capable of conveying large amounts of physical and chemical contaminants and / or biological agents, whose consumption has been associated with several health problems. Thus, it is necessary to know if the quality of water intended for human consumption, answers the requirements of the law. The aim of this study was to evaluate the quality of water supply schools and day care centers of São Carlos - SP. We collected 186 samples of water, on three points: network, tank and filter. For analysis of total coliform and fecal coliform / *E. coli* we used the technique of chromogenic substrates / Colilert; for heterotrophic bacterial count technique was used to grow in depth, to determine pH reading was adopted in direct pHâmetro; for determination of fluoride, the method SPANDS; to determine chlorine used the DPD method, for determination of turbidity nephelometric method was used to determine the color and colorimetric method. For fecal coliform / *E.coli* only one sample was positive filter. For total coliforms, seven samples (22.5%) of the network, six (19.3%) of the tank and six (19.3%) of the filter was contaminated in the first harvest and seven (22.5%) samples of the network three (9.6%) of the reservoir and seven (22.5%) of the filter in the second collection. Heterotrophic bacteria from a sample network, a tank and 13 (41.9%) of the filter had counts above 500UFC/ml the first harvest and three (9.6%) samples of the network and the reservoir and 14 (45, 1%) of the filter in the second harvest. For pH, five samples (16.1%) of the network and a filter did not meet the standard required by legislation in the first harvest and seven samples (22.6%) of the net in the second harvest. For fluoride, 27 (87.0%) of the network, 24 (77.4%) of the reservoir and 25 (80.6%) were outside of the filter pattern in the first harvest and 24 (77.4%) samples of the network , 19 (61.2%) of the reservoir and 26 (83.8%) of the filter in the second harvest. For free chlorine, four samples from the network (12.9%), eight of the reservoir (25.8%) and 25 of the filter (80.6%) were outside the standard set by law at the first harvest and 13 samples of the network (41.9%), 19 of the reservoir (61.2%) and 27 of the filter (87.0%) in the second harvest. For turbidity, only one specimen of the shell presented above the maximum recommended by the legislation. All samples (100%) were within

the current standard for color apparent. It is necessary, therefore, greater attention to conservation, cleaning and maintenance of reservoirs and filter real estate schools in San Carlos.

Keywords: water, microbiological, physico-chemical quality.

INTRODUÇÃO GERAL

A água é necessidade primordial para a vida, recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Utilizada para o consumo humano e para as atividades sócio-econômicas, é retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (SOUZA, 2000).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países membros, “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. “Segura”, neste contexto, refere-se a uma oferta de água que não represente um risco significativo à saúde, que tenha quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, que seja disponível continuamente e que tenha um custo acessível (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2009).

Por suas funções no abastecimento público, industrial, agropecuário, na preservação da vida aquática, no transporte e na recreação, a água constitui, atualmente, uma das principais preocupações mundiais no que diz respeito aos seus usos preponderantes e à sua manutenção como um bem de todos, em quantidade e qualidade adequadas (PANAMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2001).

A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Essa potabilidade, é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação (FREITAS, 2002). Para que um programa de tratamento, distribuição e armazenamento cumpram com sucesso suas funções é necessário também que o sistema de armazenamento domiciliar seja eficiente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000). Para atender a este padrão, a água de

abastecimento deve apresentar quantidades limites para diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que são definidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos (TORRES et al., 2000), cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000). Para Tucci, Hespanhol e Horowitz (2002), entre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros.

Essa incidência, principalmente em indivíduos com baixa resistência (idosos e crianças), reflete, muitas vezes, as precárias condições de saneamento básico e/ou higiene a que estão expostas (ANTUNES, CASTRO, GUARDA, 2004), podendo ser causa de elevada taxa de mortalidade. Portanto, segundo a Organização Mundial de Saúde, a água tratada é a melhor forma de reduzir a morbi-mortalidade relacionada ao consumo de água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

Com base nestas características, existe a preocupação de monitorar as águas de abastecimento público e verificar se as mesmas se encontram em condições de potabilidade de forma que não ofereçam nenhum risco a saúde da população (FREITAS, 2002).

É importante também manter os reservatórios domésticos e filtros em condições adequadas para que não venham alterar a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo verificar a qualidade bacteriológica e físico-química da água utilizada para consumo humano em creches e escolas de ensino fundamental da cidade de São Carlos – SP, visto que, crianças, compõem um grupo de risco para doenças veiculadas pela água contaminada.

CAPÍTULO 1

1. REVISÃO DA LITERATURA

A preocupação com a qualidade da água destinada ao consumo humano é registrada desde 2.000 a.C. (CAMPOS, FARACHE, FARIA, 2002). Hipócrates, o pai da Medicina, já apontava, nos séculos III e IV a.C., a importância da escolha correta dos mananciais de abastecimento, como forma de preservar a saúde da população (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). Mas somente no século XIX, após ocorrerem inúmeras mortes devido à cólera, é que se estabeleceu correlação entre a água consumida e a transmissão de doenças (TAVARES E GRANDINI, 1999).

Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, sendo um excelente solvente, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes químicos e/ou biológicos (vírus, bactérias e parasitas) (TORRES et al., 2000) através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico (CHARRIERE, MOSSEL, BEAUDEAU, 1996).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

Segundo Leite et al. (2003), no Brasil, “morrem 29 pessoas ao dia por doenças decorrentes da qualidade da água e do não tratamento de esgotos” e estima-se que “cerca de 70% dos leitos dos hospitais estejam ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água”. Ainda segundo Caubet (2004), dois milhões de seres humanos, principalmente crianças, morrem anualmente, nos países mais pobres, por causa de doenças gastrintestinais, propagadas pela falta de água tratada. Estima-se que as doenças de veiculação hídrica sejam responsáveis pela morte de uma criança a cada 14 segundos (TORRES et al., 2000) Cerca de 80% das enfermidades no mundo são contraídas devido à água poluída (LEITE et al., 2003).

Dentre as doenças de veiculação hídrica mais comuns, citam-se: febres tifóide e paratifóide, disenterias bacilar e amebiana, cólera, diarreia, poliomielite, hepatite e giardíase. (TORRES et al., 2000). Entre estas diferentes etiologias, 25% das infecções entéricas podem ser atribuídas a três agentes bacterianos e seus diferentes sorotipos: *Shigella*, *Salmonella* e *Escherichia coli* (ZULPO et al., 2006) .

O consumo de água contaminada por material de origem fecal é responsável por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifóide), com resultados freqüentemente letais (D`AGUILA et al., 2000). A incidência dessas doenças, principalmente em crianças, reflete as precárias condições de saneamento básico e higiene a que estão expostas, podendo agravar e muito o estado nutricional (ANTUNES, CASTRO E GUARDA, 2004).

É vital reconhecer inicialmente o direito de todos os seres humanos de acesso à água de boa qualidade, pois a qualidade da água está diretamente relacionada com a saúde pública. A água tratada é a melhor forma de reduzir a morbi-mortalidade relacionada ao consumo de água contaminada.

No Brasil, o controle da qualidade da água para consumo humano tornou-se uma questão de saúde pública a partir da década de 70 com o decreto federal nº 79.367 de 09/03/1977, que estabelecia como competência do Ministério da Saúde (MS) a definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano. As normas e o padrão de potabilidade da água foram instituídos pela portaria nº 56/Bsb/ 1977, que se constituiu na primeira legislação federal sobre a potabilidade de água para consumo humano editada pelo MS (FREITAS E FREITAS, 2005).

A qualidade necessária da água distribuída para consumo é a potabilidade, ou seja, deve estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004).

Essa potabilidade, é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional para água superficial, inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, seguida de correção de pH, desinfecção e fluoretação (FREITAS, 2002).

Segundo Drewes e Fox (2000), a qualidade da água depende de todas as fases de tratamento, distribuição e armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso suas funções é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento seja eficiente. De acordo com Bromberg (2009), falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas.

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta -se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome. Dentre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros (FREITAS, 2002).

Atualmente, está em vigor a portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, que define os valores máximos permissíveis para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas, que podem ser tolerados nas águas de abastecimento (BRASIL, 2004).

O Ministério da Saúde (Brasil. Portarias, 2000) regulamenta a qualidade do sistema municipal de abastecimento com base na presença de coliformes, que atuam principalmente como indicadores de poluição fecal, e contagem de bactérias heterotróficas (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). Já as análises físico-químicas incluem as seguintes determinações: turbidez, cor, pH e odor, indicadores de boa potabilidade para a água de consumo (BRASIL, 2000).

1.1. Parâmetros bacteriológicos e físico-químicos monitorados na água de abastecimento público

A seguir serão abordados os microrganismos e os parâmetros físico-químicos envolvidos neste trabalho.

1.1.1. Coliformes

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais (MACÊDO, 2001). Os coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTo) são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006).

As bactérias do grupo coliformes são formadas por bactérias que incluem os gêneros: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (BETTEGA et al., 2006), porém, o grupo é mais heterogêneo e incluem uma ampla variedade de gêneros, tais como *Serratia* e *Hafnia* (GUERRA et al., 2006).

Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal. Os coliformes não-fecais como a *Serratia* e *Aeromonas*, são encontradas no solo e vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa facilidade. No entanto os coliformes de origem fecal, não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas (ZULPO et al., 2006).

Define-se coliformes totais como bastonetes Gram-negativos não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas à temperatura de 35°C (e podem apresentar atividades da enzima β -galactosidase). O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais encontram-se tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos, como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas (SILVA et al., 2005).

A detecção de coliformes totais em amostras de águas não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos (SOUZA E PERRONE, 2000).

A presença de coliformes totais em recursos hídricos deve ser interpretada de acordo com o tipo de água. Naquela que sofreu desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes (REGO, BARROS E DOS SANTOS, 2010).

A presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída (LECHAVALLIER, WELCH, SMITH, 1996).

O outro subgrupo dos coliformes são os coliformes termotolerantes ou fecais, que, são capazes de fermentar a lactose a 44 - 45°C ($\pm 0,2$) em 24 horas (e produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase) (GUERRA et al., 2006). Atualmente sabe-se, entretanto, que o grupo dos coliformes fecais inclui pelo menos três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (MOURA, ASSUMPÇÃO, BISCHOFF, 2009), dos quais dois gêneros (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem cepas de origem não fecal (SILVA et al., 2005).

Por esse motivo, a presença de coliformes termotolerantes em água e alimentos é menos representativa, como indicação de contaminação fecal, do que a enumeração direta de *E. coli*, porém, muito mais significativa do que a presença de coliformes totais, dada a alta incidência de *E. coli* dentro do grupo fecal. (SILVA et al., 2005). A *Escherichia coli* é o microrganismo mais estudado em todo o mundo, considerado o principal representante do grupo (ZIESE et al., 1996). A ocorrência de *E. coli* é considerada um indicador específico de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos (GUERRA et al., 2006).

A presença de coliformes termotolerantes em água potável é o melhor indicador de que existe risco a saúde do consumidor (DIAS, 2008).

Algumas cepas patogênicas de *Escherichia coli*, com endotoxinas potentes podem causar diarreias moderadas a severas, colite hemorrágica grave, e a síndrome hemolítica urêmica (SHU) em todos os grupos etários, podendo levar à morte (ZIESE et al., 1996).

1.1.2. Bactérias heterotróficas

Bactérias heterotróficas são definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes para seu crescimento e para a síntese de material celular (BRASIL, 2005).

A maioria das bactérias heterotróficas, geralmente, não é patogênica. Entretanto alguns membros desse grupo, incluindo *Legionella* spp., *Micobacterium* spp., *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp., podem ser patógenos oportunistas (QUIROZ, 2002).

Algumas bactérias heterotróficas podem exercer influência inibidora sobre alguns organismos, podendo impedir a detecção de coliformes (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1978). A presença dessas bactérias também pode indicar uma deterioração na qualidade da água de consumo ou um processo de desinfecção inadequado no sistema de produção (NASCIMENTO et al., 2000).

Segundo Dias (2008), mesmo que a maioria das bactérias heterotróficas da microbiota natural da água não seja considerada patogênica, é importante que sua população seja mantida sob controle, pois o aumento diminui a população dessas bactérias na água podem causar riscos à saúde do consumidor.

A contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL)(BRASIL, 2005).

1.1.3. pH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio, H^+ , dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. Trata-se de um parâmetro de caráter operacional importante e deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento (BAIRD, 2004).

Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo controle envolve as determinações de pH. A coagulação e a floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada “pH ótimo” de floculação que corresponde à situação em

que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso, o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010)

O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004). Este é um dos indicativos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (BAIRD, 2004).

1.1.4. Flúor

A partir de 1974, a fluoretação das águas de abastecimento público tornou-se obrigatória no Brasil em municípios onde tenha Estação de Tratamento de Água (ETA). Essa medida é reconhecida como uma das mais importantes na Saúde Pública para prevenção de doenças de todos os tempos (MCNALLY E DOWNIE, 2000). O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, durante o tratamento, devido à sua comprovada eficácia na proteção dos dentes contra a cárie (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Os benefícios da fluoretação das águas de abastecimento ficaram evidentes quando um estudo realizado nos Estados Unidos revelou que o índice de “C. P. O” (número de dentes perdidos cariados e obturados), para cada cem crianças havia diminuído em 60%. Por outro lado, a exposição excessiva ao flúor durante a formação de esmalte dentário, pode levar o indivíduo a fluorose, que é uma doença crônica que ocorre devido ao excesso

de ingestão de flúor (níveis de fluoreto acima de 2,0 mg/L por longos períodos) (NUNES, 2004). Além da fluorose, outros efeitos nocivos à saúde incluem fraturas de ossos, efeitos em sistemas renais, reprodutivos, gastrintestinais, efeitos de genotoxicidade e carcinogênicos (SUBCOMMITTEE ON HEALTH EFFECTS OF INGESTED FLUORIDE, 1993). Segundo Kulcheski (2000), a Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu como adequada para fluoretação de águas de abastecimento a faixa que varia entre 1,0 a 1,5 mg de fluoreto para cada litro de água. A Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) estabelece concentração máxima de flúor de 1,5 mg.L⁻¹

O teor de flúor na água é definido de acordo com as condições climáticas (temperatura) de cada região, em função do consumo médio diário de água por pessoa (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010), pois quanto maior for a temperatura da região, maior será a ingestão de líquidos, e a concentração de fluoretos pode ser ainda mais baixa variando em torno de 0,5 a 0,7 mg/L (SCHNEIDER FILHO et al., 1992).

Para o estado de São Paulo o teor ideal de flúor é de 0,7 mg/l podendo variar entre 0,6 a 0,8 mg/l. A ausência temporária ou variações de flúor na água de abastecimento não tornam a água imprópria para consumo (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Para que a fluoretação das águas de abastecimento público (FAAP) tenha máxima eficiência, os níveis de flúor devem estar dentro do chamado "nível ótimo" e de forma ininterrupta por longos períodos (TSUTSUI, YAGI, HOROWITZ, 2000).

Apesar dos aspectos positivos da fluoretação de águas de abastecimento, dados recentes de bibliografia apontam para a existência de dificuldades na obediência aos padrões de fluoretação nos sistemas brasileiros, algumas ainda não foram suficientemente analisadas, além de evidenciar importância do controle externo dessa operação (BRASIL, 2004).

1.1.5. Cloro residual livre

O cloro é um agente bactericida, adicionado durante o tratamento da água com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos patogênicos que

podem estar presentes na água (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

A eficiência do método de cloração está baseada na destruição das células bacterianas pela oxidação dos grupamentos sulfidrilos livres (DEGRÉMONT, 1979).

O cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes. Em geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH, e sua velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura. As reações do cloro com compostos inorgânicos redutores, como sulfitos, sulfetos, íon ferroso e nitrito, são geralmente muito rápidas. Alguns compostos orgânicos dissolvidos também reagem rapidamente com o cloro, mas, em geral, são necessárias algumas horas para que a maioria das reações do cloro com compostos orgânicos se complete (MEYER, 1994).

As águas de abastecimento, em geral, apresentam valores de pH entre 5 e 10, quando as formas presentes são o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl⁻) (MEYER, 1994).

O cloro existente na água sob as formas de ácido hipocloroso e de íon hipoclorito é definido como cloro residual livre, cuja presença assegura a qualidade bacteriológica da água (DYCHDALA, 1977).

A presença de ferro e manganês na água afeta a cloração. Caso o pH seja elevado o bastante para que haja a formação de hidróxidos e a quantidade de cloro presente seja suficiente, as formas reduzidas desses metais serão oxidadas às suas formas de hidróxidos insolúveis. Os nitritos também podem estar presentes na água, sendo rapidamente oxidados pelo cloro (MEYER, 1994). Uma grande quantidade de compostos orgânicos presentes na água pode exercer influência no consumo de cloro, dependendo da quantidade de cloro disponível e do tempo de reação (MEYER, 1994).

A Portaria 518 do Ministério da Saúde exige que a água para consumo humano apresente concentrações iguais ou superiores a 0,2 mg/L de cloro residual livre, não excedendo 2mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento (BRASIL, 2004).

1.1.6. Turbidez

A turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, dependendo do grau de turbulência. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (RICHTTER E AZEVEDO NETTO, 2002).

Conforme os mesmos autores, a turbidez pode ser causada por uma variedade de materiais: partículas inorgânicas (argila, lodo, areia, silte) e descarga de esgoto doméstico ou industrial. Ainda, segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - SABESP (2010), a turbidez também pode ser causada por detritos orgânicos, algas, bactérias e plâncton em geral.

É impraticável tentar correlacionar a turbidez como peso da matéria em suspensão. Quanto mais subdividida, uma fixada quantidade de uma dada substância mais elevada será a turbidez (RICHTTER E AZEVEDO NETTO, 2002).

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Segundo a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, o valor máximo de turbidez para água de abastecimento público é de 5 UT (BRASIL, 2004).

1.1.7. Cor aparente

A cor é responsável pela coloração da água, e está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

Segundo Richtter e Azevedo Netto (2002), a água pura é virtualmente ausente de cor. A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente. Normalmente, a cor na água é devida aos ácidos húmicos e tanino, originados de decomposição de vegetais e, assim, não apresenta risco algum para a saúde. Porém, quando de origem industrial, pode ou não apresentar toxicidade (SPERLING, 1996).

Quando a água, além da cor, apresenta uma turbidez adicional que pode ser removida por centrifugação, diz-se que a cor é aparente. Removida a turbidez, o residual que se mede é a cor verdadeira, devido a partículas coloidais carregadas negativamente. Em alguns casos de cor extremamente elevada, a remoção pode ser auxiliada ou realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante poderoso (RICHTTER E AZEVEDO NETO, 2002).

O termo cor é utilizado para representar a cor verdadeira, que é a cor da água quando a turbidez for removida. O termo cor aparente inclui não somente as substâncias dissolvidas, mas também aquela que envolve a matéria orgânica suspensa (MACÊDO, 2004).

A cor é medida em uH, unidade de escala de Hanzen – platina/cobalto e a cor aparente em NTU – unidade nefelométrica de turbidez (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

Assim, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, de acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. O valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0uH (BRASIL, 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15th ed. New York, 1998. 1134p.

ANTUNES, C.A.; CASTRO, M.C.F.M.; GUARDA, V.L.M. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 622p.

BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.

BRASIL. Resolução nº 54, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de água mineral natural e água natural. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2000, Seção 1.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BROMBERG, M. **Safe drinking water: Microbial Standards Help Ensure Water Quality for Consumers**. Disponível em: <<http://www.hermes.ecn.purdue.edu/cgi/convqtes?/ru-7.il.ascii>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade sanitária da água distribuída para consumo humano pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara, SP. **Rev. Alim. Nutr.**, v. 13, p. 117-129, 2002.

CAUBET, C. G. **A Água, a lei, a política... E o meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2004. 306p.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P. Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official

monitoring of drinking water supplies. **Journal of Applied Bacteriology**, v.76, p.336-344,1996.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Variáveis de qualidade das águas.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 15 fev. 2010.

COMPANHIA SANEAMENTO BÁSICO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Qualidade da água.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>. Acesso em:15 fev. 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Contagem padrão de colônias de bactérias.** São Paulo, 1978a. 11p. (Normalização Técnica – L5.201).

D'ÁGUILA O. S.; ROQUE O. C. C.; MIRANDA C. A. S.; FERREIRA A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

DEGRÉMONT, G. **Water Treatment Handbook.** New York: John Wiley & Sons. 1979. 1410p.

DIAS, M. F. F. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP.** 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2008.

DREWES, J. E.; FOX, P. Effect of drinking water sources on reclaimed water quality in water reuse systems. **Water Environ. Res.**, v. 3, p. 353-362, 2000.

DYCHDALA G. R. Chlorine and chlorine compounds. In: Block SS, editor. **Desinfection, sterilization and preservation.** 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p.167-195, 1977.

FREITAS, V. P. S. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, Campinas, v.61, n.1, p. 51-58, 2002.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, n. 10, v.4, p.993-1004, 2005.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.28, n.1, p.13-18, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Resultados do censo 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php.htm>> Acesso: em: 15 jul. 2009.

KULCHESKI, E. Desenvolvimento de tecnologias aplicadas à qualidade da água. **Revista Técnica da Sanepar** - Senare, Curitiba, n. 13, v.13, 2000.

LECHEVALLIER, M. W.; WELCH, N. J.; SMITH, D. B. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. **Appl. Environm. Microbiol.**, v.62, n.7, p.2201-2211, 1996.

LEITE, M. O.; ANDRADE, N. J.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; PENNA, C. F. A. M Controle de qualidade da água em indústrias de alimentos. **Leite & Derivados**, v.69, p.38-45, 2003.

MACÊDO, J. A. B. de. Águas & águas. São Paulo: Varela, 2001. 263p.

MACÊDO, J.A.B. de. Águas & águas. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977p.

MCNALLY, M.; DOWNIE, J. The ethics of water fluoridation. **J Can Dent Assoc.**, v.6, p.592-593, 2000.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, v.10, n.1,p.99-110, 1994.

MOURA, A. C., ASSUMPÇÃO, R. A. B, BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arq. Inst. Biol.**, v.76, n.1, p.17-22, 2009.

NASCIMENTO, A. R.; AZEVEDO, T. K. L.; MENDES FILHO, N. E.; ROJAS, M. O. A. I. Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís-MA. **Hig. Alim.**, v.14, n.76, p.69-72, 2000.

NUNES, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 4. ed. Aracaju: J. Andrade, 2004. 298p.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf>>. Acesso em: 01/10/2009

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. Publicación Científica, n.572, OPS, Washington, D.C, 2000. 298p.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Informe regional sobre avaliação 2000 na região da Américas**: água potável e saneamento, estado atual e perspectivas. Washington, D C.: Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.

QUIROZ, C. C. Água embotellada y su calidad bacteriológica. **Água Latinoamérica**. Set/out. 2002. Disponível em: <<http://www.agualatinoamerica.com/docs/PDF/9-10-02aguaemb.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

REGO N. A. C., BARROS S. R., DOS SANTOS J. W. B., Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ihéus – BA. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 4, n.1, p. 55-69, 2010.

RICHTER, C. A., NETTO J. M. A. **Tratamento de água**: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 332p.

SCHNEIDER FILHO, D. A.; PRADO, I. T.; NARVAI, P. C.; BARBOSA, S. E. Fluoretação da água. Como fazer a vigilância sanitária? **Cadernos de Saúde Bucal**, n.1, p. 1-23, 1992.

SILVA, N; NETO, R.C.; JUNQUEIRA A.C.V.; SILVEIRA, A.F.N. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo: Varela, 2005. 13,21,22,24,27,29,30,35,36,41,67,69p.

SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento**

de São Carlos – SP. 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SOUZA, R. M. G. L.; PERRONE, M. A. **Padrões de potabilidade da água.** 12p. Disponível em: <<http://cvs.sal.sp.gov.br/pvol2.html>>. Acesso em : 5 jul. 2009.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade da águas e do tratamento de esgotos.** 2 ed. Minas Gerais: UFMG, 1996. 243p.

SUBCOMMITTEE ON HEALTH EFFECTS OF INGESTED FLUORIDE. Health effects of ingested fluoride. Washington: **National Research Council**, 1993. 206 p.

TAVARES, D.; GRANDINI A. A. Prevalência e aspectos epidemiológicos de enteroparasitoses na população de São José da Bela Vista, S.P. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v.32, p.63-65, 1999.

TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v.33, p. 137- 141, 2000.

TSUTSUI, A., YAGI, M., HOROWITZ, A. M. The prevalence of dental caries and fluorosis in Japanese communities with up to 1,4ppm of naturally occurring fluoride. **J Public Health Dent**, v.60, p.60-147, 2000.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Cenários da Gestão da Água no Brasil:** uma contribuição para a visão mundial da Água. 2002. Disponível em: <<http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>>. Acesso em: 05 jul 2009.

ZIESE, T., ANDERSON, Y., JONG, B., LOFDHAL, S., RAMBERG M. Surto de Escherichia coli O157 na Suécia. **Relatório de investigação de surtos.**, v.1, n.1, 1996. 10p.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, 2006.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP

Paola Andressa SCURACCHIO

Adalberto FARACHE FILHO

RESUMO

Sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano pois alterações na qualidade físico-química e/ou biológica tem sido associada a diversos problemas de saúde; a qualidade da água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água que abastece escolas e creches municipais da cidade de São Carlos – SP. Foram selecionadas 31 escolas e creches e, com intervalo de 3 meses, colhidas duas amostras de água em três pontos distintos - rede, reservatório e filtro – totalizando 186 amostras. As amostras foram avaliadas para os seguintes parâmetros: presença de coliformes totais e coliformes fecais/E. coli; contagem de bactérias heterotróficas; determinação do pH, flúor, cloro residual livre, turbidez e cor. O maior número de amostras fora do padrão para coliformes foi proveniente dos filtros e da rede, para bactérias heterotróficas a maior parte das amostras fora do padrão foi colhida nos filtros. Nas análises físico-químicas o maior número de amostras fora do padrão para pH ocorreu na rede, para flúor na rede e no filtro, para cloro residual livre no filtro e para turbidez no reservatório. O parâmetro com maior número de amostras inadequadas foi flúor. É necessário, portanto, maior atenção com a conservação, limpeza e manutenção dos reservatórios prediais e filtros nas escolas de São Carlos.

Palavras chave: água; escolas; qualidade bacteriológica; qualidade físico-química.

ABSTRACT

We know the importance of treating water for human consumption because changes in the physico-chemical and / or biological has been associated with various health problems, the quality of water intended for human consumption must meet potability standards established by legislation. The aim of this study was to evaluate the quality of water supplied schools and daycare in the city of São Carlos - SP. We selected 31 schools and kindergartens, and at intervals of 3 months, two water samples taken at three different points - network, tank and filter - totaling 186 samples. The samples were evaluated for the following parameters: presence of total coliform and fecal coliform / E. coli count of heterotrophic bacteria, determination of pH, fluoride, free residual chlorine, turbidity and color. The largest number of samples outside the standard for coliform was coming from the filters and the network, heterotrophic bacteria in most samples was taken out of standard filters. The physical-chemical largest number of samples outside the standard for Ph occurred on the network to the network and fluoride to the filter to filter the free residual chlorine and turbidity in the reservoir. The parameter with a larger sample size was inadequate fluoride. It is necessary, therefore, greater attention to conservation, cleaning and building maintenance of reservoirs and filters in schools in San Carlos.

Keywords: water, schools, bacteriological quality, quality physical chemistry.

1. INTRODUÇÃO

A água é necessidade primordial para a vida, recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas (SOUZA, 2000).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países membros, todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas, têm o direito de acesso a um suprimento adequado de água potável e segura. Segura, neste contexto, refere-se a uma oferta de água que não represente risco significativo à saúde, que tenha quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, que seja disponível continuamente e que tenha um custo acessível (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2009).

A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Essa potabilidade é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (FREITAS, 2002). Para atender a esse padrão a água de abastecimento deve apresentar quantidades limites para diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que são definidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

O Ministério da Saúde regulamenta a qualidade do sistema municipal de abastecimento com base na presença de coliformes e contagem de bactérias heterotróficas. Já as análises físico-químicas incluem as seguintes

determinações: turbidez, cor, pH e odor, indicadores de boa potabilidade para a água de consumo (BRASIL, 2000; BRASIL, 2004).

Sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano pois é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos (TORRES et al., 2000), cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

Essa incidência, principalmente em indivíduos com baixa resistência (idosos e crianças), reflete, muitas vezes, as precárias condições de saneamento básico e/ou higiene a que estão expostas (ANTUNES, CASTRO E GUARDA, 2004), podendo ser causa de elevada taxa de mortalidade. Segundo Leite et al. (2003), no Brasil, morrem 29 pessoas ao dia por doenças decorrentes da qualidade da água e do não tratamento de esgotos e estima-se que cerca de 70% dos leitos dos hospitais estejam ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água. Ainda segundo Caubet (2004), dois milhões de seres humanos, principalmente crianças, morrem anualmente, nos países mais pobres, por causa de doenças gastrintestinais, propagadas pela falta de água tratada. Estima-se que as doenças de veiculação hídrica sejam responsáveis pela morte de uma criança a cada 14 segundos (TORRES et al., 2000). Cerca de 80% das enfermidades no mundo são contraídas devido à água poluída (LEITE et al., 2003).

Portanto, segundo a Organização Mundial de Saúde, a água tratada é a melhor forma de reduzir a morbi-mortalidade relacionada ao consumo de água contaminada (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

Com base nessas características, existe a preocupação de monitorar as águas de abastecimento público e verificar se as mesmas se encontram em condições de potabilidade de forma que não ofereçam nenhum risco a saúde da população (FREITAS, 2002).

Dessa forma, o presente trabalho visou verificar a qualidade microbiológica e físico-química da água que abastece as escolas de ensino fundamental e creches municipais da cidade de São Carlos – SP , visto que, crianças, compõem um grupo de risco para doenças veiculadas pela água contaminada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostragem

Foram coletadas 186 amostras de água para consumo humano em 31 escolas de ensino fundamental e creches municipais selecionadas aleatoriamente no município de São Carlos - SP, divididas da seguinte forma: 62 amostras coletadas diretamente da rede, 62 de reservatórios prediais e 62 de filtros. As coletas foram feitas no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2010.

Em cada escola foram realizadas duas coletas dos mesmos pontos, com intervalo de três meses.

2.2. Coleta de amostras

As amostras para análise bacteriológica foram coletadas de acordo com as normas indicadas (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). Utilizou-se frasco plástico descartável estéril com pastilha de tiosulfato de sódio para neutralizar o cloro residual presente na água.

Antes d coleta, a torneira foi limpa com álcool 70% e aberta em seção máxima por aproximadamente 3 minutos.

Na coleta de amostras para análises físico-químicas, utilizou-se frasco plástico com capacidade para 300mL lavado abundantemente com a mesma água a ser coletada. Essas amostras foram coletadas após as amostras para análise bacteriológica.

As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor e mantidas sob refrigeração até o transporte ao laboratório e início das análises. As análises foram feitas no Laboratório de Análise de Água/Núcleo de Atendimento à Comunidade, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP, Campus de Araraquara, no máximo 24 horas após a colheita.

2.3. Determinação da presença/ausência de coliformes totais e *E.coli*

A pesquisa de coliformes totais/*E. coli* em 100mL de amostra de água foi feita utilizando a técnica de substratos cromogênicos; foi adicionado o conteúdo do blister em 100mL de amostra de água e o frasco incubado a 35-37°C por 24±3horas (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

Após esse período foram feitas as leituras e coloração amarelada nos tubos indica positividade para coliformes totais. Os frascos positivos foram expostos à luz ultravioleta de 360nm de comprimento de onda, para a verificação de fluorescência que indica positividade para *E.coli* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

2.4. Contagem de bactérias heterotróficas

Para contagem de bactérias heterotróficas empregou-se a técnica de cultivo em profundidade, utilizando-se placas em duplicata, seguindo as orientações da American Public Health Association (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

Foi distribuído em cada placa 1,0mL da amostra e adicionados 12 a 15mL do meio Plate Count Agar (PCA) fundido (estéril). As placas foram homogeneizadas e, após resfriadas, incubadas em posição invertida, por 48 ±3h a 35 - 37°C.

Após a incubação foi feita a leitura do número de colônias nas duas placas e calculou-se a média das contagens obtidas. O resultado foi expresso em Unidades Formadoras de Colônias/mL (UFC/mL).

2.5. Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado por leitura direta no pHmetro Qualxtrom 8010, devidamente calibrado. A água foi colocada num recipiente de

aproximadamente 100mL onde foi introduzido o eletrodo para obtenção do valor do pH da amostra.

2.6. Determinação de flúor

O flúor presente nas amostras foi determinado pelo método de SPANDS, através do aparelho espectrofotômetro HACH DR 2500 a 580nm. O aparelho foi calibrado com água destilada na faixa operacional indicada pelo programa. Com uma pipeta, 10mL da amostra foi colocada numa cubeta apropriada e adicionou-se 2mL de reagente para fluoreto . Em seguida, colocou-se o frasco devidamente tampado no aparelho, onde foi verificado o resultado, expresso em mg/L (HACH, 2001).

2.7. Determinação de cloro residual livre

Para determinação do cloro residual livre foi utilizado o método DPD, através do espectrofotômetro HACH. A amostra foi colocada em cubeta apropriada e adicionado o reagente para cloro livre - DPD. A leitura foi feita diretamente em mg/L (HACH, 2001).

2.8. Determinação de turbidez

Para determinação de turbidez foi utilizado o método Nefelométrico através do turbidímetro microprocessado Del Lab – DLM – 2000B.

A amostra de água foi colocada na cubeta de vidro apropriada, introduzida e posicionada de acordo com a marca existente. A leitura forneceu os resultados em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

2.9. Determinação da cor aparente

A cor foi determinada por comparação visual da amostra com água destilada através do método colorimétrico. O disco graduado do aparelho utilizado (Colorímetro visual DLNH-100, Dellab) forneceu diretamente o valor da cor expresso em unidades de cor.

2.10. Análise estatística

Para análise estatística foi utilizado o teste qui-quadrado, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), que avaliou a associação entre as variáveis do estudo através das distribuições das frequências esperadas e obtidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para *Escherichia coli* apenas uma amostra proveniente do filtro foi positiva.

Os resultados provenientes das amostras da rede para *E.coli* foram idênticos aos observados em outros estudos nacionais realizados por Guerra et al. (2006) e Silva et al. (2009), com ausência de *E. coli*. Resultados satisfatórios também foram encontrados por Blanch et al. (2007) que observaram uma ocorrência de 2% de *E. coli* em 16.576 amostras de água de uma rede de

distribuição na cidade de Barcelona, na Espanha. Porém, os resultados do presente estudo em relação ao reservatório são contrários ao encontrado no estudo de Antunes, Castro e Guarda (2004), onde 43% das amostras apresentaram positividade para *E.coli*. Resultado parecido para as amostras do filtro foi encontrado em trabalho de Zulpo et al. (2006), onde constataram que 2% das amostras não atenderam ao padrão exigido pela legislação.

De acordo com a Tabela 1, verificou-se que as amostras da rede e do filtro apresentaram na primeira e segunda coletas, resultados parecidos de presença de coliformes. Na segunda coleta, a quantidade de amostras positivas para coliformes totais no reservatório foi reduzida em 50%. Esse fato deve-se, possivelmente, a limpeza e desinfecção das caixas d'água pelas escolas e creches notificadas após a primeira coleta.

Tabela 1 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para coliformes totais nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
Padrão	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	7	22,5	7	22,5	6	19,3	3	9,6	6	19,3	7	22,5
Atenderam	24	77,5	24	77,5	25	80,7	28	90,3	25	80,7	24	77,5
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

Em relação à rede de abastecimento os resultados desta pesquisa são melhores que os encontrados nos trabalhos de Genthe et al. (1997), Campos, Farache Filho e Faria (2003), Guerra et al. (2006) e Silva et al. (2009) que verificaram ausência de coliformes totais em água da rede de abastecimento. Em pesquisa realizada por Campos, Farache Filho e Faria (2003) em Araraquara e Silva et al. (2009) no Espírito Santo, 81% e 85,7% das amostras,

respectivamente, atenderam ao padrão para coliformes em reservatórios, resultados que concordam com o presente estudo. Os resultados deste estudo em relação ao filtro, foram superiores ao encontrado no trabalho de Zulpo et al. (2006), onde 8,5% das amostras apenas foram positivas para coliformes totais.

De acordo com a tabela 2, verificou-se que a porcentagem de amostras dos filtros que não atenderam a legislação quanto a bactérias heterotróficas foi muito superior aos encontrados nas amostras da rede e do reservatório.

Tabela 2 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para bactérias heterotróficas nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	1	3,2	3	9,6	1	3,2	3	9,6	13	41,9	14	45,1
Atenderam	30	96,7	28	90,3	30	96,7	28	90,3	18	58,1	17	54,9
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

Esses filtros geralmente retiram o cloro da água e, quando não substituídos e higienizados adequadamente, favorecem a proliferação de microrganismos. Verificou-se um aumento da primeira para a segunda coleta nas amostras do reservatório que não atenderam ao padrão (3,2% para 9,6%). Porém, esses resultados foram superiores ao encontrado no trabalho de Guerra et al. (2006), onde apenas 0,3% das amostras apresentou bactérias heterotróficas acima de 500UFC/mL. Entretanto, em trabalho de Domingues et al. (2007), das 22 amostras provenientes de reservatório, 10 (43,5%) não atenderam ao padrão. O resultado das amostras que não atenderam ao padrão para o filtro poderia ter sido menor na segunda coleta, se as escolas e creches

tivessem atendido ao pedido de manutenção dos filtros ineficientes, medida essencial para que passem a ter eficiência no seu funcionamento. De acordo com o teste estatístico realizado, pode-se afirmar que o filtro depreciou a qualidade da água do reservatório e da rede.

Em relação ao pH (Tabela 3), todas as amostras que não atenderam ao padrão, apresentaram pH inferior a 6,0, limite mínimo preconizado para pH em águas de abastecimento público.

Tabela 3 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para pH nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
Padrão	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	5	16,1	7	22,6	-	-	-	-	1	3,2	-	-
Atenderam	26	83,9	24	77,4	31	100	31	100	30	96,8	31	100
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

Segundo pesquisa de Campos, Farache Filho e Faria (2003), o pH de todas as amostras da rede de abastecimento estavam dentro do padrão da legislação (6,0 a 9,5), resultado superior ao observado no presente estudo. Resultados iguais aos do presente estudo para água de reservatório, também foram encontrados nas pesquisas de Antunes, Castro e Guarda (2004) e Campos et al. (2004), onde todas as amostras estavam dentro do padrão recomendado pela legislação. O valor de pH abaixo de 6,0, embora seja favorável para aumentar a ação bactericida do cloro apresenta um risco importante de agressividade contra os materiais que constituem as tubulações,

diminuindo sua vida útil, podendo deteriorar a qualidade da água tratada pela dissolução de produtos oriundos da própria corrosão e/ou do meio externo.

De acordo com a tabela 4, verificou-se que, em ambas coletas, as amostras dos três pontos apresentaram alta porcentagem de inadequação do flúor.

Tabela 4 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para flúor nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
Padrão	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	27	87	24	77,4	24	77,4	19	61,2	25	80,6	26	83,8
Atenderam	4	13	7	22,6	7	22,6	12	38,8	6	19,4	5	16,2
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

De acordo com a Portaria nº518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), todas as amostras, das duas coletas, atenderiam ao padrão vigente, cujo limite máximo é de 1,5mg de fluoretos por litro. Porém, essa portaria não estabelece o valor mínimo de flúor que a água de abastecimento público deve ter. Tendo em vista que, o flúor adicionado na água é definido de acordo com a temperatura de cada região em função do consumo médio diário de água por uma pessoa, adotou-se nesta pesquisa o padrão estabelecido pela SABESP (SABESP, 2010) para o Estado de São Paulo, cujo teor de flúor ideal é de 0,7mg/L podendo variar entre 0,6 a 0,8mg/L, para que se possa ter o máximo de efeito preventivo, sem preocupações com o risco de fluorose dental (SABESP, 2010).

Diante do exposto pode-se afirmar que a maioria das amostras, independente do ponto de coleta, não tinha o mínimo teor de flúor necessário,

de acordo com a SABESP (SABESP, 2010) para o combate à cárie dental, objetivo da adição de flúor na água de abastecimento. Os resultados do presente estudo para a primeira e segunda coletas são superiores ao encontrado por Daré, Sobrinho e Libânio (2009) com 41% das amostras abaixo do limite exigido pela SABESP (SABESP, 2009) e também ao encontrado em trabalho de Campos, Farache Filho e Faria (2003), onde nenhuma amostra para rede e reservatório estava com teor de flúor fora do padrão estabelecido pela SABESP (SABESP, 2009) (0,6 a 0,8mg/L). O mesmo observou-se em trabalho de Moraes et al. (2009) e Bellé et al. (2009), onde 24,5% e 23,8% das amostras da rede, respectivamente, estavam em desacordo com a legislação. Esses valores são próximos aos encontrados por Armonia et al. (1995) e Narvai (2001) no município de São Paulo – SP. Porém, estudo de Daré, Sobrinho e Libânio (2009), foi verificado que mais da metade das amostras da rede (51,6%) não atenderam ao padrão de fluoretação para o estado de São Paulo, concordando, portanto, com os resultados obtidos no presente estudo.

Em relação ao cloro residual livre (Tabela 5) verificou-se que, em todas as amostras que não atenderam ao padrão o valor obtido foi inferior ao limite mínimo estabelecido pela legislação, que é de 0,2mg/L, representando potencial risco a saúde do consumidor.

Tabela 5 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para cloro residual livre nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	4	12,9	13	41,9	8	25,8	19	61,2	25	80,6	27	87,0
Atenderam	27	87,1	18	58,1	23	74,2	12	38,8	6	19,4	4	13,0
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

De acordo LeChevallier, Welch e Smith (1994) quando 0,2 mg/L de cloro ou valores acima do normal são mantidos, a ocorrência de coliformes é reduzida em cerca de 50%. Os resultados da primeira colheita estão de acordo com os encontrados por Campos, Farache Filho e Faria (2003), pois 92% das amostras de água da rede de abastecimento encontravam-se dentro do padrão, enquanto no caso da água dos reservatórios domésticos este percentual caiu para 73%. Estudo de D´Aguila et al. (2000) verificou que 43,4% das amostras da rede apresentaram valores de cloro residual livre fora da faixa de aceitação da legislação. Resultado este que é superior ao encontrado na primeira coleta e semelhante ao da segunda coleta do presente estudo. O resultado encontrado no presente trabalho (primeira e segunda coletas) para amostras de água do reservatório é inferior ao encontrado no estudo de Antunes et al. (2004), onde 100% das amostras apresentaram ausência de cloro. O resultado da segunda coleta para o reservatório está em acordo com o encontrado por Freitas, Brilhante e Almeida (2001), onde 67,1% das amostras também atenderam ao padrão para cloro residual livre exigido pela legislação; porém, numa das regiões do estudo, observaram que 91,6% das amostras

atenderam ao padrão para cloro, resultado este, superior ao encontrado na presente pesquisa. De acordo com o teste estatístico realizado, pode-se afirmar que o filtro retirou o cloro da água.

De acordo com a Tabela 6, apenas uma amostra do reservatório apresentou turbidez acima do valor preconizado pela legislação.

Tabela 6 – Amostras que atenderam e não atenderam ao padrão para turbidez nas duas coletas. Agosto de 2009 a fevereiro de 2010. São Carlos – SP.

Coleta	Rede				Reservatório				Filtro			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
Padrão	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Não atenderam	-	-	-	-	1	3,2	-	-	-	-	-	-
Atenderam	31	100	31	100	30	96,7	31	100	31	100	31	100
Total	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100	31	100

Resultados das amostras que atenderam ao padrão na primeira e segunda coletas é idêntico ao encontrado em trabalho de Campos, Farache e Faria (2003), visto que, todas as amostras também estavam dentro do padrão exigido pela legislação. Os resultados encontrados para a água do reservatório são inferiores ao encontrado em estudo de Antunes, Castro e Guarda (2004), quando 14,4% das amostras analisadas apresentaram turbidez acima do recomendado pela legislação. Porém, em relação à segunda colheita, os resultados obtidos no presente estudo são iguais aos encontrados por Campos, Farache Filho e Faria (2003), onde todas as amostras do reservatório também apresentaram turbidez inferior a 5UT. Segundo Battalha e Parlatore (1993) a presença da turbidez acima dos valores considerados ideais pelo padrão de potabilidade, indica a presença de substâncias em suspensão, fato que pode

ser resultante de armazenamento incorreto da água. Outro aspecto a ser considerado é que a turbidez também pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física que pode propiciar aos microrganismos evitando contato direto com os desinfetantes, além de transportar matérias orgânicas capazes de causar sabor e odor indesejáveis na água.

Para cor aparente todas as amostras atenderam ao padrão vigente, apresentando valores de cor abaixo de 15 uH. Este parâmetro tem importância estética e, quando alterado, provoca rejeição para o consumidor.

Os resultados desta pesquisa demonstram a necessidade de maior atenção dos responsáveis com a conservação, limpeza e manutenção de reservatórios e filtros para preservar a qualidade da água de consumo nas escolas e creches de São Carlos – SP.

4. CONCLUSÕES

Para os três pontos de coleta, a água para consumo humano estava, no geral, dentro do padrão para *E. coli*. Porém, para coliformes totais e bactérias heterotróficas verificou-se alta porcentagem de inadequação das amostras.

Os filtros foram os maiores responsáveis pela depreciação da qualidade da água, em relação ao aumento de bactérias heterotróficas e redução do teor de cloro, aumentando, portanto, o risco de doenças.

Teor de flúor fora do padrão determinado pela legislação do Estado de São Paulo foi encontrado em grande parte das amostras nos três pontos de coleta.

Existe necessidade de maior atenção com a conservação, limpeza e manutenção de reservatórios e filtros para preservar a qualidade da água de consumo nas escolas e creches de São Carlos – SP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15th ed. New York, 1998. 1134p.

ANTUNES, C.A.; CASTRO, M.C.F.M.; GUARDA, V.L.M. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.

ARMONIA, P. L.; ADDE C. A.; TORTAMANO, N.; MELO, J. A. J. Estado atual da fluoração das águas de abastecimento público no município de São Paulo. **Rev Inst Cienc Saúde**, v.13, n.2, p. 63-66, 1995.

BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano**: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1993. 198p.

BELLÉ, B. L. L.; LACERDA, V. R.; DE CARLI, A. D.; ZAFALON, E. J.; PEREIRA, P. Z. Análise da fluoretação da água de abastecimento público da

zona urbana do município de Campo Grande (MS). **Ciênc. saúde coletiva**, v.14, n.4, p. 1261-1266, 2009.

BLANCH, A. R.; GALOFRÉ, B.; LUCENA, F.; TERRADILLOS, A.; VILANOVA, X.; RIBAS, F. Characterization of bacterial coliform occurrences in different zones of drinking water distribution system. **Journal do Applied Microbiology**, v.102, n.3, p.711-721, 2007.

BRASIL. Resolução nº 54, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de água mineral natural e água natural. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2000, Seção 1.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Uso de reservatórios domiciliares e conhecimento da população. **Rev. Alim. Nutr.**, v. 14, n.2, p. 171-175, 2003.

CAMPOS, K. C.; CAMPOS, M. C.; PACHECO, A.; DUARTE, U. O saneamento no município de Atibaia. **Saneamento Ambiental**, n.109, p. 42-43, 2004.

CAUBET, C. G. **A Água, a lei, a política... E o meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2004. 306p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Qualidade da água**. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>. Acesso em: 15 mar. 2010.

D'ÁGUILA O. S.; ROQUE O. C. C.; MIRANDA C. A. S.; FERREIRA A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

DARÉ F.; SOBRINHO M. D.; LIBÂNIO M. Avaliação do processo de fluoretação nos sistemas de abastecimento de água da região de Araçatuba, São Paulo. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.14, n.2, p.173-182, 2009.

DOMINGUES, V. O; TAVARES, G. D.; STUKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HORNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano. **Revista Saúde**, Santa Maria, v.33, n.1, p.15-19, 2007.

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 Saúde Pública**, v.17, n.3, p. 651-660, 2001.

FREITAS, V. P. S. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, Campinas, v.61, n.1, p. 51-58, 2002.

GENTHE, B.; STRAUSS, N.; SEAGER, J.; VANDULE, C.; MAFORAH, F.; KFIR, R. The effect of type of water supply on water quality in a developing community in South Africa. **Wat. Sci. Technol.**, v. 35, n. 11, p. 35-40, 1997.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.28, n.1, p.13-18, 2006.

HACH COMPANY, **Procedure Manual** – DR/2500 Spectrophotometer, 2001.

LECHEVALLIER, M. W.; WELCH, N. J.; SMITH, D. B. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.62, n.7, p.2201-2211, 1996.

LEITE, M. O.; ANDRADE, N. J.; SOUZA, M. R.; FONSECA, L. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; PENNA, C. F. A. M Controle de qualidade da água em indústrias de alimentos. **Leite & Derivados**, v.69, p.38-45, 2003.

MORAES, J. E., QUINÁIA, S. P., TAKATA, N. H., FURSTENBERGUER, C. B.,
Determinação do índice de fluoreto em águas de abastecimento público em
municípios da região centro-sul do Paraná. **Ambiência – Revista do Setor de
Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, n.2, p.233-245, 2009.

NARVAI, P. C. **Vigilância sanitária da fluoretação das águas de
abastecimento público no município de São Paulo, Brasil, no período
1990-1999**. [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Saúde Pública, Universidade
de São Paulo; 2001.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Água e Saúde**. Disponível
em: <http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/água.pdf>. Acesso em:
01/10/2009

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La salud y el ambiente
en el desarrollo sostenible**. Publicación Científica, n.572, OPS, Washington,
D.C, 2000. 298p.

SILVA, L. M.; SOUZA, E. H., ARREBOLA, T. M.; JESUS, G. A. Ocorrência de
um surto de hepatite A em três bairros do município de Vitória (ES) e sua
relação com a qualidade da água de consumo humano. **Ciênc. saúde
coletiva**, v.14, n.6, p.2163-2167, 2009.

SOUZA, D. A. Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de
multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP.

2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v.33, p. 137- 141, 2000.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, 2006.

ANEXOS

Anexo A

Tabela 7 - Contagem de bactérias heterotróficas nos três pontos de coleta em escolas municipais de educação infantil e ensino fundamental do município de São Carlos – SP.

	Rede (UFC/ml)		Reservatório (UFC/ml)		Filtro (UFC/ml)	
	1ª coleta	2ª coleta	1ª coleta	2ª coleta	1ª coleta	2ª coleta
1	9	21	29	51	83	61
2	61	19	189	1133 (est)*	275	135
3	150	1983 (est)*	1454 (est)*	1065 (est)*	1699 (est)*	1819 (est)*
4	87	46	12	132	163	114
5	1	42	30	13	50	62
6	14	57	11	83	126	22
7	10	7	117	18	52	58
8	18	41	47	199	228	355
9	64	38	33	68	19	35
10	17	61	23	10	39	37
11	0	39	0	78	484	611 (est)*
12	3	54	30	40	2202 (est)*	1458 (est)*
13	504*	23	53	43	71	68
14	408	> 6500 (est)*	1	3	3916 (est)*	2202 (est)*
15	31	25	28	32	43	38
16	17	22	22	30	2378 (est)*	1885 (est)*
17	12	263	126	54	46	24
18	28	32	9	52	328	540*
19	42	49	128	30	80	44
20	4	35	4	16	1376 (est)*	397
21	71	5	11	7	19	20
22	9	62	53	37	4258 (est)*	2543 (est)*
23	5	112	30	134	1820 (est)*	1170 (est)*
24	5	99	3	50	24	34
25	24	12	43	272	1932 (est)*	2494 (est)*
26	22	2478 (est)*	38	335	733 (est)*	1495 (est)*
27	56	4576 (est)*	201	46	2018 (est)*	2404 (est)*
28	36	52	46	49	> 6500 (est)*	> 6500 (est)*
29	31	92	63	35	46	37
30	52	44	74	76	2609 (est)*	1389 (est)*
31	163	358	55	65	2467 (est)*	2169 (est)*

* acima do padrão estabelecido pela legislação

Anexo B

Tabela 8 – Valores físico-químicos na primeira e segunda coletas para água da rede em escolas municipais de educação infantil e ensino fundamental do município de São Carlos – SP.

	Cloro (mg/L)		Turbidez (NTU)		pH		Flúor (mg/L)	
	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
	coleta	coleta	coleta	coleta	coleta	coleta	coleta	coleta
1	0,25	0,10*	0,20	0,35	6,72	6,51	0,24*	1,04**
2	0,19*	0,00*	0,20	0,39	6,68	7,02	0,98**	0,00*
3	0,87	0,00*	0,18	0,41	6,37	6,32	1,00**	0,00*
4	0,49	0,00*	0,26	0,26	6,99	6,84	0,84**	0,00*
5	0,94	0,60	0,17	0,43	6,10	5,85*	1,19**	0,04*
6	0,83	0,11*	0,23	2,67	6,34	6,32	0,43*	0,47*
7	0,58	0,09*	0,18	0,39	6,78	6,85	0,20*	0,00*
8	0,64	0,30	0,20	0,26	6,42	6,75	0,42*	0,18*
9	0,72	0,10*	0,20	0,34	7,08	6,64	0,03*	0,81**
10	0,41	0,20	0,16	0,40	7,61	7,44	0,45*	1,14**
11	0,80	0,65	0,54	0,35	6,11	6,02	0,92**	0,90**
12	0,04*	0,88	0,33	0,24	6,27	6,12	0,89**	0,01*
13	0,54	0,10*	0,32	0,72	6,48	6,57	0,30*	0,85**
14	0,08*	0,20	0,39	0,40	6,49	7,04	0,09*	0,12*
15	0,64	0,50	0,24	0,26	5,94*	5,96*	0,37*	0,31*
16	0,96	0,00*	0,26	0,28	5,90*	6,52	0,62	0,03*
17	0,94	0,87	0,36	0,39	6,17	5,90*	0,58*	0,29*
18	0,98	0,01*	0,25	0,26	5,98*	5,90*	0,28*	0,95**
19	0,65	0,80	0,20	0,37	5,99*	5,85*	0,32*	0,22*
20	0,54	0,50	0,24	0,50	6,07	6,45	0,73	0,80
21	0,68	0,47	0,24	0,22	5,98*	5,85*	0,88**	1,25**
22	0,64	0,60	0,38	0,28	6,09	6,06	0,59	0,80
23	0,25	0,30	0,35	0,19	6,35	6,36	0,98**	0,81**
24	0,65	0,10*	0,22	0,26	6,35	5,96*	0,95**	0,85**
25	0,41	0,10*	0,50	2,47	6,36	6,38	0,53*	0,61
26	0,06*	0,30	0,44	0,28	6,77	6,79	0,55*	0,76
27	1,11	0,22	0,41	0,42	6,40	6,46	0,61	0,99
28	0,43	0,06*	0,53	0,26	6,53	6,59	0,46*	0,60
29	0,55	0,30	0,35	0,34	6,32	6,40	0,58*	0,62
30	0,54	0,35	0,40	0,65	6,28	7,02	0,77	0,52*
31	0,53	0,63	0,20	0,25	6,46	6,56	0,38*	0,62

* abaixo do padrão estabelecido pela legislação

** acima do padrão estabelecido pela legislação

Anexo C

Tabela 9 – Valores físico-químicos na primeira e segunda coletas para água do reservatório em escolas municipais de educação infantil e ensino fundamental do município de São Carlos – SP.

	Cloro (mg/L)		Turbidez (NTU)		pH		Flúor (mg/L)	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta						
1	0,00*	0,10*	0,22	0,24	7,25	6,85	0,47*	0,67
2	0,21	0,00*	0,26	0,50	7,24	6,73	0,04*	0,00*
3	0,10*	0,00*	0,24	0,56	6,62	6,67	0,21*	0,00*
4	0,49	0,00*	0,19	0,35	7,00	6,86	0,26*	0,00*
5	0,84	0,32	0,20	0,21	7,22	6,46	0,78	0,61
6	0,37	0,12*	0,28	0,35	7,25	7,32	0,76	0,00*
7	0,20	0,10*	0,16	0,46	6,63	7,24	0,50*	0,00*
8	0,10*	0,06*	0,20	0,38	7,10	6,58	0,12*	0,12*
9	0,00*	0,10*	0,26	0,32	7,19	6,89	0,40*	0,62
10	0,17*	0,10*	8,61**	0,42	7,96	8,00	0,40*	1,18**
11	0,67	0,63	0,37	0,36	6,48	6,52	0,44*	0,42*
12	0,73	0,70	0,41	0,36	6,13	6,28	0,18*	0,45*
13	0,44	0,10*	0,46	0,85	6,54	6,77	0,79	0,61
14	0,08*	0,00*	0,34	0,38	7,28	7,08	0,78	0,00*
15	0,65	0,00*	0,35	0,16	6,20	6,30	0,08*	0,21*
16	0,98	0,06*	0,26	0,35	6,18	6,60	0,50*	0,50*
17	0,72	0,84	0,26	0,16	6,49	6,45	0,11*	1,04**
18	0,79	0,50	0,34	0,26	6,18	6,49	0,40*	0,68
19	0,47	0,10*	0,26	0,26	6,29	6,45	0,34*	0,04*
20	0,79	0,50	0,24	0,39	6,05	6,16	0,48*	0,77
21	0,29	0,54	0,26	0,26	6,57	6,67	0,64	0,65
22	0,29	0,30	0,25	0,39	6,38	6,57	0,81**	0,74
23	0,36	0,30	0,22	0,33	6,78	6,31	0,92**	0,74
24	0,24	0,50	0,26	0,37	6,58	6,44	0,50*	0,86**
25	0,05*	0,10*	0,50	0,46	6,79	6,62	0,49*	0,77
26	0,25	0,10*	0,52	0,26	6,73	6,96	0,68	1,02**
27	0,58	0,01*	0,37	0,26	7,16	7,10	0,47*	0,98**
28	0,99	0,11*	0,40	0,41	6,85	6,97	0,40*	0,80
29	0,29	0,10*	0,27	0,37	6,63	7,25	0,47*	0,80
30	0,18*	0,20	0,35	0,30	6,27	6,52	0,36*	0,39*
31	0,26	0,36	0,38	0,52	6,81	6,52	0,78	0,85**

* abaixo do padrão estabelecido pela legislação

** acima do padrão estabelecido pela legislação

Anexo D

Tabela 10 – Valores físico-químicos na primeira e segunda coletas para água do filtro em escolas municipais de educação infantil e ensino fundamental do município de São Carlos – SP.

	Cloro (mg/L)		Turbidez (NTU)		pH		Flúor (mg/L)	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta						
1	0,30	0,20	0,36	0,35	6,98	6,93	0,56*	0,63
2	0,10*	0,10*	0,42	0,46	7,06	7,23	0,23*	0,21*
3	0,00*	0,10*	0,45	0,36	6,96	6,32	0,00*	0,10*
4	0,00*	0,10*	0,38	0,25	6,62	6,69	0,00*	0,20*
5	0,30	0,20	0,26	0,32	6,43	6,52	0,00*	0,00*
6	0,80	0,60	0,34	0,35	6,05	6,02	0,29*	0,35*
7	0,01*	0,00*	0,41	0,63	6,55	6,35	1,04**	0,98**
8	0,00*	0,00*	0,48	0,50	6,75	6,85	0,18*	0,29*
9	0,10*	0,10*	0,28	0,35	6,64	6,61	0,00*	0,20*
10	0,10*	0,00*	0,46	0,59	7,42	7,52	0,75	0,53*
11	0,10*	0,10*	0,36	0,65	6,26	6,35	0,46*	0,48*
12	0,05*	0,10*	0,36	0,35	6,72	6,85	0,40*	0,32*
13	0,10*	0,10*	0,75	0,73	6,58	6,63	1,03**	0,96**
14	0,10*	0,10*	0,40	0,25	6,88	6,96	0,43*	0,32*
15	0,10*	0,10*	0,37	0,38	5,95*	6,02	0,31*	0,22*
16	0,00*	0,10*	0,47	0,50	7,66	7,52	0,00*	0,01*
17	0,01*	0,00*	0,37	0,42	6,22	6,31	0,06*	0,20*
18	0,01*	0,10*	0,26	0,24	6,01	6,12	0,17*	0,2*
19	0,10*	0,10*	0,18	0,23	6,28	6,30	0,20*	0,36*
20	0,10*	0,10*	0,40	0,32	6,09	6,26	0,77	0,72
21	0,20	0,10*	0,25	0,24	6,25	6,43	0,52*	0,63
22	0,10*	0,10*	0,33	0,39	6,56	6,75	0,74	0,72
23	0,00*	0,10*	0,25	0,26	6,73	6,82	0,70	0,52*
24	0,10*	0,00*	0,26	0,23	6,31	6,43	0,94**	0,92**
25	0,10*	0,00*	0,26	0,22	6,71	6,83	0,74	0,88**
26	0,10*	0,00*	0,26	0,28	6,74	6,56	1,02**	0,93**
27	0,01*	0,00*	0,22	0,26	6,96	7,02	0,04*	0,00*
28	0,01*	0,01*	0,37	0,32	7,20	7,36	0,00*	0,00*
29	0,10*	0,10*	0,41	0,42	7,25	7,30	0,80	0,65
30	0,20	0,10*	0,30	0,23	6,23	6,43	0,52*	0,56*
31	0,30	0,40	0,41	0,51	6,52	6,73	0,32*	0,39*

* abaixo do padrão estabelecido pela legislação

** acima do padrão estabelecido pela legislação