**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO**

**Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas
municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP**

Janaína Castania

**Ribeirão Preto
2009**

JANAÍNA CASTANIA

**Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas
municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP**

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública.

Área de Concentração: Enfermagem em Saúde Pública.

Inserida na linha de pesquisa: Saúde Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angela Maria Magosso Takayanagui

**Ribeirão Preto
2009**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL E PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Castania, Janaína

Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto - SP.

146p.: il.; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Enfermagem em Saúde Pública.

Orientadora: Takayanagui, Angela Maria Magosso.

1. Qualidade da água para consumo humano 2. Vigilância ambiental em saúde 3. Saneamento em escolas.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Janaína Castania

Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto - SP.

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública.

Área de Concentração: Enfermagem em Saúde Pública.

Linha de Pesquisa: Saúde Ambiental.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais José e Lourdes, pelo apoio incondicional em todos os momentos, pela paciência, sabedoria, compreensão e por serem sempre meu maior exemplo de vida.

À minha irmã Jaqueline, pela sua força e seu carinho, e por sempre estar disposta a me ouvir e dizer palavras de incentivo nos momentos de fraqueza.

Amo muito vocês e serei eternamente grata por pertencer a essa maravilhosa família!!!

Agradecimentos

À **Deus**, por sempre me abençoar com saúde e proteção em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais **José e Lourdes** pela paciência, incentivo e por sempre estarem dispostos a me ouvirem e dando forças para que eu não desistisse, especialmente ao meu pai José, pelo companheirismo e disposição na realização das coletas.

À minha irmã **Jaqueline** pelo amor, amizade, carinho e apoio nos momentos em que precisei e ao meu cunhado **Eduardo**, pelo carinho e atenção nesses anos de convivência.

Ao meu namorado **Neto**, agradeço com amor, admiração e gratidão, por sua paciência, compreensão, carinho, pela presença e pelo incansável apoio, não apenas ao longo do período de elaboração desse trabalho, mas em nove anos de companheirismo.

À toda minha **família** pelo carinho e descontração, em especial aos meus tios **Antônio e Leomina**, pelo incentivo, amor e apoio constantes.

Aos meus sogros **Francisco e Silvia** e ao meu “cunhado-irmão” **Renato**, por me acolherem com muito amor e carinho como membro da família e por sempre estarem dispostos a me ouvir e apoiar em todos os momentos e por sempre ficarem felizes pelas minhas conquistas.

À minha orientadora **Profª. Drª. Angela Maria Magosso Takayanagui**, pela oportunidade, confiança e paciência com que conduziu a orientação, pela dedicação, estímulo e pelo tempo dedicado que colaboraram tanto para o meu crescimento pessoal quanto para o aprimoramento da pesquisa.

À **Profª. Drª. Susana Inés Segura-Muñoz**, pelo estímulo constante, pela atenção, pelo otimismo e pela importante contribuição acadêmica e apoio logístico, para a realização dessa pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Sérgio Marcos Sanches**, pela valiosa contribuição e auxílio técnico, pela disposição e auxílio em todos os momentos da realização desta pesquisa, assim como pelo apoio e amizade constantes.

Aos professores doutores **Susana Inés Segura-Muñoz e Sérgio Marcos Sanches**, que participaram da Banca do Exame de Qualificação, pelo enriquecimento dessa pesquisa com valiosas contribuições.

À equipe do Laboratório de Saúde Ambiental - LSA, **Eliana Leão do Prado, Jamyle Calencio Grigoletto, Sérgio Marcos Sanches, Ana Paula Milla dos Santos, Tatiane Veiga, Francine Nicolussi e Silvia Carla da Silva André**, pelo companheirismo, amizade e pelos desafios que compartilhamos juntos, em especial às queridas **Eliana e Jamyle**, pelas alegrias vivenciadas, pela valiosa amizade

conquistada nesses dois anos de convivência e por serem pessoas iluminadas e maravilhosas.

À **Cláudia Mara da Silva**, pela amizade, carinho e descontração.

Aos amigos do Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental – LEPA, **Fabiana Cristina Julião**, **Karina A. de Abreu Tonani**, **Meire Nikaido**, **Renato Igor da Silva Alves**, **Osmar de Oliveira Cardoso** e **Glauco Fernando R. Araújo**, pelo apoio e colaboração em várias etapas dessa pesquisa e pelos momentos de descontração, em especial à **Meire**, pela paciência na orientação de algumas técnicas laboratoriais; à **Fabiana**, pela contribuição e disposição na leitura dessa pesquisa, com sugestões pertinentes para o seu enriquecimento e por ser uma pessoa incrível com um astral contagiante.

À querida prima **Edilaine Castania Amadio Domingues**, secretária do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental, pelo incentivo, apoio, atenção e todo carinho durante a pós-graduação; muito obrigada pela força!

À todos os meus amigos, em especial à minha “irmã de coração” **Débora Carvalho**, por todos esses anos de convivência, com muito carinho e amizade; à **Daniella Almada Silva**, uma amiga especial que mesmo distante sempre me deu forças para continuar, e à grande amiga **Marina Manochio**, pelos momentos de alegria e companheirismo nas disciplinas cursadas da pós-graduação e pela grande amizade construída.

À **Ana Cristina Polizello** do Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP, pela disponibilidade, paciência e apoio durante a realização das análises de flúor e interpretação dos resultados.

À **Lúcia Marina Scatena**, pela orientação e colaboração na análise estatística dessa pesquisa.

Aos médicos veterinários **Dr. Helder Tambellini** – diretor do Biotério Geral da Coordenadoria do Campus da USP de Ribeirão Preto, e **Dr. José Irapuan de Araújo**, pela disponibilização do laboratório de Controle Sanitário do Biotério Geral para a realização das análises bacteriológicas de água, e também pelo carinho e atenção.

Aos funcionários do Laboratório de Química do Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto – Daerp, em especial à química **Márcia Marques J.M. Alves**, por toda atenção e disposição em fornecer importantes informações para a realização desta pesquisa, com muito carinho e paciência; à química **Maria Stela Lotti Deriggi**, pela atenção e apoio, e ao biomédico **João Carlos Silva Ferreira**, pela paciência e colaboração nesta pesquisa com informações sobre captação e abastecimento de água para o município.

À **Secretaria Municipal da Educação**, pela autorização para a realização desta pesquisa junto às instituições de ensino público do município, bem como aos diretores das escolas que nos receberam com boa vontade e disposição para a realização das coletas.

Ao **Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP**, pela atenção e ajuda em todos os momentos, em especial aos funcionários **Augusto Batista Leoni, Andréia Heloísa Costa da Cruz e Rosana Martins Faria de Oliveira**, pelo bom humor, paciência e atenção com que atendem a todos.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP**, pela excelência de sua pós-graduação.

À **Shirley Figueiredo**, secretária do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública, pelo carinho, atenção e disposição em atender e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Ao **Grupo Interinstitucional de Estudos da Problemática de Resíduos de Serviços de Saúde – GIERSS**, pela oportunidade de crescimento e informações fornecidas durante os encontros acadêmicos.

À **Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**, pelo acolhimento que oferece a todos.

A todos os **professores da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP**, por colaborarem na minha formação acadêmica durante a pós-graduação.

A todos os **funcionários da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP**.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP**, pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro recebido, imprescindíveis para a realização desta pesquisa.

RESUMO

CASTANIA, J. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP**. 2009. 146f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

A água é um elemento essencial à vida, mas que pode trazer riscos à saúde humana se houver comprometimento de sua qualidade. As crianças são as que mais sofrem com problemas decorrentes da ingestão de água contaminada, uma vez que são mais vulneráveis devido à imaturidade de seu sistema imune. Nesse contexto, destaca-se a importância de um levantamento da qualidade da água para consumo em escolas, uma vez que a escola representa um importante ambiente no qual se insere a criança. Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água consumida por escolares da cidade de Ribeirão Preto-SP, analisando sua qualidade em relação aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, assim como identificando possíveis riscos ligados à água como via de transmissão de enteropatógenos, e oferecer subsídios para as autoridades sanitárias, no que se refere ao controle da qualidade da água utilizada por escolares. Foram analisadas amostras provenientes das torneiras de entrada, dos bebedouros e das cozinhas de 20 instituições de ensino infantil da rede pública municipal, constituindo-se de 8 creches e 12 escolas de ensino infantil, em duas fases do ano de 2008, sendo a primeira de maio a julho e a segunda de setembro a dezembro. Foram realizadas análises físico-químicas para determinação dos teores de turbidez, pH, cloro, nitrato e flúor, e análises microbiológicas para determinação de coliformes totais e fecais, tomando-se como parâmetro a Portaria MS nº 518/04 e a Resolução (SP) SS-65/05 para flúor. Os resultados obtidos revelaram que todas as amostras apresentaram-se de acordo com a legislação para os parâmetros turbidez, nitrato, coliformes totais e fecais. Os valores de pH das amostras provenientes de cinco instituições (na primeira fase de coleta) e de 4 instituições (na segunda fase) apresentaram-se inferiores ao recomendado pela legislação nacional. Em relação ao cloro, 15% das amostras, na primeira fase de coleta, e 1,66% na segunda fase, apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos pela legislação nacional. Quanto ao flúor, todas as amostras analisadas apresentaram-se em desacordo com a legislação estadual. A análise estatística dos resultados para os parâmetros, turbidez, pH, nitrato e flúor, revelou que não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nas amostras analisadas dos diferentes pontos de coleta nas duas fases. Quanto ao cloro, pôde-se verificar que, tanto para a primeira quanto para a segunda fase da coleta de dados, houve diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparadas amostras de água de torneiras com bebedouros e torneiras com cozinhas. Quando comparadas as amostras coletadas das cozinhas com as dos bebedouros, essas não apresentaram diferença estatística. Os resultados obtidos revelam a necessidade de ações corretivas em todas as etapas de fornecimento de água para a população, além do monitoramento e controle da qualidade da água para consumo humano, tanto pelos responsáveis pelo abastecimento, quanto pelas autoridades sanitárias.

Palavras - chave: qualidade da água para consumo humano, vigilância ambiental em saúde, saneamento em escolas.

ABSTRACT

CASTANIA, J. **Quality of water supplied for consumption in municipal public primary schools in Ribeirão Preto - SP.** 2009. 146f. Master's Thesis - University of São Paulo at Ribeirão Preto, College of Nursing in Ribeirão Preto.

Water is an essential element to life but can bring risks to human health if consumed with improper quality. Children are the most affected group with problems resulting from ingestion of contaminated water due to their vulnerability regarding to the immaturity of their immune system. In this context there is important a survey of water quality for consumption in schools once the school is an important environment which the child inserts. This study aimed to evaluate the quality of water consumed by children from Ribeirão Preto-SP, considering their quality in relation to physical, chemical and microbiological tests, as well as identifying possible risks related to water as a route of transmission of enteropathogens, and offer subsidies to health authorities as regards the control of water quality used by schoolchildren. Were analyzed samples from the entry taps, water drinker and kitchens of 20 municipal public primary schools in Ribeirão Preto - SP, being, 8 kindergartens and 12 schools from child education in two phases in the year 2008, the first of may to july and the second from september to december. Were performed physical and chemical analysis to determine levels of turbidity, pH, chlorine, nitrate and fluoride, and microbiological analysis for determination of total and fecal coliforms, taking as parameter the Ordinance MS n ° 518/04 and Resolution (SP) SS -65/05 for fluoride. The results showed that all samples are presented in accordance with the law for the turbidity, nitrate, total and fecal coliforms parameters. The pH values of samples from five institutions (the first phase) and from four institutions (in the second phase) were lower than recommended by national legislation. For the chlorine, 15% of samples in the first phase of data collection, and 1.66% in the second phase showed values outside the standards set by national legislation. For fluoride, all samples showed values outside the standards set by resolution. Statistical analysis for turbidity, pH, nitrate and fluoride parameters, revealed no significant differences ($p > 0.05$) in samples collected from different points of the two phases. For chlorine, it was observed that for both the first and for the second phase of data collection, significant difference ($p < 0.05$) compared samples of water from taps with drinkers and taps with kitchens. No statistical difference was observed comparing the samples collected from the kitchens with water drinker. The results pointed that corrective actions are needed at all stages of population water supply in addition to monitoring and control of water quality for human consumption, both by those responsible for the supply, as the health authorities.

Keywords: water quality for human consumption, environmental health surveillance, sanitation in schools

RESUMEN

CASTANIA, J. Calidad del agua utilizada para consumo en escuelas públicas municipales de educación infantil de Ribeirao Preto-SP. 2009. 146f. Disertación (Maestría) – Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto.

El agua es un elemento esencial de la vida, pero puede traer riesgos a la salud humana si su calidad estuviese comprometida. Niños son los que sufren más con problemas decorrentes de la ingestión de agua contaminada, ya que presentan mayor vulnerabilidad por la inmadurez de su sistema inmunológico. Dentro de ese contexto, se destaca la importancia de una investigación sobre la calidad del agua para consumo humano en escuelas, considerando que la escola representa un importante ambiente donde se inserta el niño. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua consumida por escolares de la ciudad de Ribeirão Preto-SP, en relación a los parámetros físicos, químicos e microbiológicos, así como también, identificando posibles riesgos ligados al agua como vía de transmisión de enteropatógenos y, ofrecer informaciones relevantes a las autoridades sanitarias en lo que se refiere al control de la calidad del agua utilizada por escolares. Fueron analizadas muestras provenientes de los grifos de entrada de agua, de los bebederos y de las cocinas de 20 instituciones de educación infantil de la red pública municipal, que correspondieron a 8 guarderías y 12 escuelas de educación infantil en dos fases, la primera de mayo a julio y la segunda de setiembre a diciembre del 2008. Fueron realizados análisis físico-químicos para la determinación de los índices de turbidez, pH, cloro, nitratos y flúor, y análisis microbiológicos para determinación de coliformes totales y fecales, tomándose como parámetro el Decreto MS nº 518/04 y la Resolución (SP) SS-65/05 para flúor. Los resultados obtenidos revelaron que todas las muestras se presentaron de acuerdo con la legislación para los parámetros turbidez, nitrato, coliformes totales y fecales. Los valores de pH de las muestras provenientes de cinco instituciones (en la primera fase de colecta) y de cuatro instituciones (en la segunda fase) presentaron valores inferiores a lo recomendado por la legislación nacional. En relación al cloro, 15% de las muestras en la primera fase de colecta, y 1.66% en la segunda fase presentaron valores fuera de los estándares. Sobre el flúor, todas las muestras analizadas se presentaron en desacuerdo con la legislación estadual. En relación al análisis estadístico, para los parámetros de pH, turbidez, nitrato y flúor, no fueron verificadas diferencias significativas, una vez que $p > 0.05$, en las muestras de agua analizadas de los diferentes puntos de colecta en las dos fases. Para las muestras analizadas en relación al parámetro cloro, se puede verificar que, tanto para la primera como para la segunda fase de colecta de datos, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) cuando fueron comparadas muestras de agua del grifo y del bebedero y el grifo de la cocina. Cuando fueron comparadas las muestras colectadas en las cocinas y los bebederos, no se presentaron diferencias estadísticas. Los resultados obtenidos revelaron la necesidad de acciones correctivas en todas las etapas de la distribución del agua para la población, además del monitoreo y control de calidad del agua para consumo humano, tanto por los responsables por el abastecimiento, como por las autoridades sanitarias.

Palabras clave: calidad de agua para consumo humano, vigilancia ambiental en salud, saneamiento en escuelas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da cidade de Ribeirão Preto.....	78
Figura 2. Torneira de entrada de água em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP.....	82
Figura 3. Torneira da cozinha em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP.....	82
Figura 4. Bebedouro de água em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP.....	83
Figura 5. Curva de calibração para leitura de nitrato em amostras de água.....	86
Figura 6. Curva de calibração das leituras de fluoreto em amostras de água.....	87
Figura 7. Preparo das diluições decimais.....	89
Figura 8. Leitura dos coliformes totais e fecais pelo Método Colilert [®] após 24 horas de incubação.....	89
Figura 9. Valores de turbidez em água utilizada para consumo de escolares de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes aos meses de maio a julho de 2008.....	94
Figura 10. Valores de turbidez em água utilizada para consumo de escolares de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes aos meses de setembro à dezembro de 2008.....	95
Figura 11. Leituras de pH na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referente aos meses de maio a julho de 2008.....	97
Figura 12. Leituras de pH na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referente aos meses de setembro à dezembro de 2008.....	98
Figura 13. Cloro residual livre na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, de maio a julho de 2008.....	101

Figura 14. Cloro residual livre na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, de setembro a dezembro de 2008.....	101
Figura 15. Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas das torneiras (ponta da rede) de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes às duas fases de coleta de dados (de maio a dezembro de 2008).....	108
Figura 16. Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas dos bebedouros de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes às duas fases de coleta de dados (de maio a dezembro de 2008).....	109
Figura 17: Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas das cozinhas de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes às duas fases de coleta de dados (de maio a dezembro de 2008).....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro turbidez.....	95
Tabela 2. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro pH.....	99
Tabela 3. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro cloro residual livre.....	103
Tabela 4. Resultados de nitrato nas amostras de água coletadas das 20 instituições de ensino infantil nas duas fases de coleta de dados.....	105
Tabela 5. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro nitrato.....	106
Tabela 6. Valores médios das concentrações de íon fluoreto nas amostras analisadas de diferentes pontos de consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, nas duas fases de coleta de dados.....	107
Tabela 7. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro flúor.....	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APHA	American Public Health Association (Associação Americana de Saúde Pública)
AWWA	American Water Works Association (Associação Americana de Trabalhos sobre Água)
CDC	Centers for Disease Control (Centro de Controle de Doenças)
CEC	Commission for Environmental Cooperation (Comissão para Cooperação Ambiental)
CEI	Centro de Educação Infantil
Cenepi	Centro Nacional de Epidemiologia
Cetesb	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde
Daerp	Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto
EMEI	Escola Municipal de Educação Infantil
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EEHC	European Environment and Health Committee (Comitê Europeu de Saúde e Ambiente)
EERP/USP	Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
EESC/USP	Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
EPA	Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental)
ETA	Estação de Tratamento de Água
FCFRP/USP	Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LSA	Laboratório de Saúde Ambiental
MS	Ministério da Saúde
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

OMS/WHO	Organização Mundial da Saúde/World Health Organization
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCARP/USP	Prefeitura do Campus Administrativo de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
Planasa	Plano Nacional de Saneamento
PNSA	Plano Nacional de Saúde e Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Proágua	Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos
Sinvas	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
Siságua	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água
SME	Secretaria Municipal da Educação
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
Unesp	Universidade Estadual Paulista
Unicef	Fundo das Nações Unidas para a Infância
Usepa	United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental Norte americana)
USP	Universidade de São Paulo
Vigiágua	Vigilância Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano

LISTA DE SÍMBOLOS

CaF_2	Fluoreto de cálcio
$\text{Ca}(\text{OCl})_2$	Hipoclorito de cálcio
Cl_2	Cloro molecular gasoso
F^-	Íon Fluoreto
H_2O	Água
HOCl	Ácido hipocloroso
H_2SiF_6	Ácido fluossilícico
KH_2PO_4	Fosfato de monopotássio
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Cloreto de magnésio
NaF	Fluoreto de sódio
NaOCl	Hipoclorito de sódio
Na_2SiF_6	Fluossilicato de sódio
NO_2	Íon nitrito
NO_3	Íon nitrato

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

RESUMEN

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO.....	23
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.1. Água.....	27
2.2. Saneamento, saúde e ambiente.....	30
2.2.1. Condições ambientais e infância.....	44
2.3. Monitoramento e controle de qualidade da água.....	49
2.3.1. Parâmetros para avaliação da qualidade da água.....	55
2.3.1.1. Parâmetros Físicos.....	55
2.3.1.2. Parâmetros Químicos.....	56
2.3.1.3. Parâmetros Microbiológicos.....	70
2.4. Abastecimento de água para populações urbanas.....	71
3. OBJETIVOS.....	76
3.1. Geral.....	76
3.2. Específicos.....	76
4. METODOLOGIA.....	77
4.1. Delineamento do estudo.....	77
4.2. Procedimento metodológico.....	78
4.2.1. Cenário do estudo.....	78
4.2.2. Local da pesquisa.....	79
4.2.3. Coleta de dados.....	81
4.2.4. Métodos de análise da água.....	85
4.2.4.1. Físicos.....	85
4.2.4.2. Químicos.....	85
4.2.4.3. Microbiológicos.....	88

4.2.5. Análise estatística.....	90
4.2.6. Implicações éticas.....	90
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
5.1. Dados sobre os locais pesquisados.....	91
5.2. Dados analíticos.....	93
5.2.1. Características físicas.....	93
5.2.2. Características químicas.....	96
5.2.3. Características microbiológicas.....	114
6. CONCLUSÕES.....	117
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
8. REFERÊNCIAS.....	121
APÊNDICE A. Ofício ao Secretário Municipal da Educação de Ribeirão Preto-SP.....	139
APÊNDICE B. Planilha para registros de dados obtidos durante a coleta...	141
APÊNDICE C. Valores de Turbidez (UNT) nas amostras de água analisadas.....	143
APÊNDICE D. Valores de pH nas amostras de água analisadas.....	144
APÊNDICE E. Valores de Cloro Residual Livre (mg L^{-1}) nas amostras de água analisadas.....	145
APÊNDICE F. Valores de Flúor (mg L^{-1}) nas amostras de água analisadas.....	146

APRESENTAÇÃO

Ingressei na Universidade Estadual Paulista – UNESP, no Campus de Jaboticabal – SP, para cursar Ciências Biológicas no ano de 2002 e, no segundo ano, surgiu o interesse pelo desenvolvimento de pesquisas científicas ao realizar um estágio no Laboratório de Saúde Ambiental do Departamento de Engenharia Rural da UNESP, sob a coordenação do Prof. Dr. Luis Augusto do Amaral. Nesse estágio, desenvolvemos o trabalho “O uso da radiação solar na desinfecção da água de poços rasos”, com o qual pude aprender alguns métodos de análise da água e ter uma aproximação com o trabalho acadêmico.

Com esse estágio pude aprender muito, mas queria aprofundar mais o meu conhecimento. Foi quando o Prof. Dr. Luis Augusto do Amaral me ofereceu a oportunidade de desenvolver o projeto de Iniciação Científica intitulado “Qualidade higiênico-sanitária do gelo utilizado para consumo humano comercializado na cidade de Jaboticabal/SP”. Depois desse trabalho passei a ter a certeza de ser esta a área em que gostaria de continuar meus estudos.

No final da graduação, buscando cursos acadêmicos de pós-graduação, encontrei a Profa. Dra. Angela Maria Magosso Takayanagui, responsável pelo Laboratório de Saúde Ambiental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto e, após alguns encontros e discussões sobre a possibilidade de desenvolver um projeto de pesquisa, fui aceita pela referida professora para fazer parte do grupo de pesquisadores do Laboratório de Saúde Ambiental. A partir disso, passei a trabalhar na construção de um projeto de mestrado inserido na linha de pesquisa em Saúde Ambiental, sob a orientação da professora Angela e a me preparar para o processo seletivo do programa de pós-graduação em Enfermagem em Saúde Pública do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da EERP/USP.

Em 2007 me matriculei no curso de pós-graduação e passei a cursar disciplinas do programa, entre elas: “A pós-graduação e o pós-graduando: formação e pesquisa” e “Políticas de Saúde”, que foram de extrema importância para me situar dentro da área da saúde pública, pois estava diante de informações que até então desconhecia, e que foram imprescindíveis para o meu desenvolvimento no curso de pós-graduação.

Também cursei a disciplina “Seminário sobre pesquisa em saúde”, que contribuiu muito para o aperfeiçoamento do meu projeto de pesquisa com algumas

sugestões, tanto por parte dos alunos da disciplina, quanto pelos professores. A disciplina “Estatística aplicada à saúde pública” foi igualmente importante para minha formação, pois aprendi a trabalhar com os dados coletados em investigações acadêmicas utilizando métodos estatísticos.

Durante esse período, também cursei a disciplina “Paradigmas pedagógicos da prática docente em saúde”, que me ajudou na realização do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino - PAE, na disciplina de Saúde Ambiental com os alunos do primeiro ano da graduação, tendo sido uma experiência única, propiciada pela Profa. Dra. Angela Takayanagui, pois pude conhecer um pouco sobre o desenvolvimento do trabalho de docência, como preparação de materiais, de atividades didáticas e de avaliação, acompanhando, também, alunos em visita de campo.

Também cursei a disciplina “Ecologia e Saúde”, uma disciplina que através de várias leituras e discussões propiciou uma reflexão sobre a complexidade da vida e das relações do homem com o ambiente.

Outra oportunidade que tive foi de conhecer o trabalho desenvolvido pelo Grupo Interinstitucional de Estudos da Problemática de Resíduos de Serviços de Saúde – GIERRS, coordenado pela Prof^a. Dr^a. Angela Maria Magosso Takayanagui, passando a fazer parte dele, como aluna de pós-graduação.

Com essas experiências, o curso de mestrado proporcionou-me um grande amadurecimento como profissional e também como pessoa. O fato de poder trabalhar em equipe com profissionais de diversas áreas do conhecimento como, enfermeiros, químicos, dentistas e biomédicos é enriquecedora, pois tem contribuído para o meu aprimoramento com grande troca de conhecimentos, além de criar laços de amizade e companheirismo.

Dentro do curso de pós-graduação foi desenvolvido o presente projeto com o objetivo de conhecer a qualidade da água consumida por escolares de instituições de ensino infantil da cidade de Ribeirão Preto – SP.

Início a apresentação do projeto fazendo uma introdução geral sobre o tema de estudo, água para consumo humano, abordando sua importância para a manutenção da vida e os riscos à saúde devido a água de qualidade comprometida.

A revisão de literatura encontra-se dividida em quatro partes para uma melhor apresentação dos assuntos abordados.

A primeira parte trata especificamente do tema água, em termos de sua importância, disponibilidade no mundo e no Brasil, bem como os usos múltiplos e a importância do seu monitoramento e controle, para garantir o acesso à água de qualidade adequada, sem causar danos à saúde. Também são trazidos alguns elementos relativos aos principais parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água, fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho.

A segunda parte abrange a questão de saneamento, saúde e ambiente e sua importância para a saúde pública, seguida de temas que abordam essa relação, bem como as condições ambientais e infância.

Na terceira parte da revisão é abordada a questão do monitoramento da água, trazendo conceitos sobre o monitoramento de sistemas de abastecimento de água e a situação da implantação de redes de monitoramento no Brasil.

A quarta parte é sobre o abastecimento de água para populações urbanas.

Na seqüência, é apresentada a metodologia utilizada no projeto, compreendendo o delineamento do estudo e os procedimentos metodológicos.

Na parte final são apresentados os resultados seguidos da discussão, das conclusões e considerações finais.

1. INTRODUÇÃO

A água é considerada um dos nutrientes mais importantes para o ser humano, cujo corpo é constituído por cerca de 70% de água, podendo chegar a 80% no corpo de recém-nascidos. Essencial à vida de todos os seres vivos, está presente em todas as reações químicas do organismo humano, sendo ingerida em maior quantidade do que quaisquer outros alimentos reunidos, além de ser também o principal elemento de excreção.

Um adulto ingere por dia cerca de dois litros de água, aproximadamente 3% de seu peso corpóreo; sendo assim, há um contato elevado, que pode justificar e explicar a facilidade com que elementos indesejáveis, como parasitas atingem o homem e nele se desenvolvem (RIEDAL, 1992).

Sob essa ótica, a qualidade física, química e microbiológica da água é indispensável para a manutenção da saúde da população, pois pode oferecer riscos à saúde de seus consumidores, caso a qualidade esteja comprometida, servindo de veículo para vários agentes biológicos e químicos (WALDMAN et al., 1997; BARCELOS et al., 1998; MOZA et al., 1998; SOARES et al., 2002; HELLER et al., 2003). Por isso, é preciso estar atento aos fatores que podem interferir negativamente na qualidade da água para consumo humano.

Na condição de solvente universal, a água pode arrastar consigo uma variedade de substâncias e microrganismos patogênicos e assim, representar sérios riscos à saúde da população. Segundo GALAL-GORCHEV (1996), nos países em desenvolvimento, nos quais se enquadra o Brasil, estima-se que 80% das doenças e mais de um terço das mortes estão associadas à utilização e consumo de águas contaminadas.

Quando a água servida à população não é tratada convenientemente, podem surgir surtos de doenças causadas por microrganismos (ISAAC-MARQUES et al., 1994); assim, para as autoridades sanitárias, o provento de água em quantidade e qualidade adequadas é medida prioritária na promoção da saúde e prevenção de doenças (CARDOSO et al., 2007).

A água utilizada para abastecimento público pode ser obtida a partir de extensões superficiais como rios, riachos e lagos, onde tais fontes naturais podem estar poluídas por esgotos domésticos e agro-industriais, uma vez que águas residuais geralmente são despejadas nessas fontes naturais, carreando uma carga de contaminantes.

De acordo com o IBGE (2002), 47,8% dos municípios brasileiros não possuem coleta de esgoto. A região Norte é a que apresenta a maior quantidade de municípios sem coleta de esgoto (92,9%), seguido do Centro-Oeste (82,1%), Sul (61,1%), Nordeste (57,1%) e Sudeste (7,1%). O número de municípios que possuem apenas serviço de coleta (32%) é maior que daqueles que possuem coleta e tratamento de esgoto (20,2%).

Segundo dados da ONU, cerca de 40 mil pessoas morrem todas as semanas devido a doenças relacionadas à baixa qualidade de água e a ausência de saneamento. Entre 1990 e 2004, 1,2 bilhões de pessoas no mundo tiveram acesso a melhorias do saneamento. Entretanto, mais que o dobro, ou seja, 2,6 bilhões de pessoas ainda sofrem com a falta de sistemas de esgoto e de latrinas simples. O Brasil, assim como os outros países-membro da ONU, assumiu o compromisso para com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM em 2000, buscando, desde então, melhorar o acesso ao saneamento no país. Registrou em 2004 que $\frac{1}{4}$ da população não tinha acesso ao saneamento. Porém, a proporção de pessoas, no

país, que desfrutam desse recurso aumentou de 71% em 1990 para 75% em 2004 (PNUD, 2008).

Ainda, segundo esse mesmo organismo, as crianças são as que mais sofrem com doenças e desnutrição agravadas por condições inadequadas de saneamento. Estima-se que a falta de saneamento resulte em uma morte infantil a cada 20 segundos, ou 1,6 milhões por ano. De acordo com a mesma nota, o aumento do acesso a esgoto e água potável pode reduzir em um terço as mortes por diarreia em crianças no mundo.

Para Calazans et al. (2004), as duas classes etárias mais predispostas a doenças de veiculação hídrica são as crianças, pela imaturidade do sistema imune, e os idosos, pela debilitação do mesmo sistema. Afirma, ainda, a importância da realização de um controle e monitoramento periódico da qualidade da água abastecida em escolas, creches e asilos.

Água para consumo humano de boa qualidade representa maior segurança para os consumidores em termos de saúde, pois deve estar livre de organismos capazes de provocar doenças, assim como de outras substâncias que potencialmente induzem danos fisiológicos. É necessário também ser esteticamente aceitável: sem cor, sem cheiro ou sabor. Essas condições, chamadas organolépticas, formam o padrão aceito para a água para consumo humano e quando esse padrão é respeitado, a água é considerada potável.

De acordo com Heller (1998), o melhoramento nos serviços de abastecimento de água reflete diretamente na melhoria da saúde da população, onde falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas. Em sistemas de distribuição de água potável, essa pode sofrer uma série de mudanças, fazendo com que a qualidade da

água na torneira do usuário seja diferente da qualidade da água que deixa a estação de tratamento. Tais mudanças podem ser causadas por variações químicas e biológicas ou por uma perda de integridade do sistema (DEININGER et al., 1992).

A questão das relações entre água e saúde precisa focalizar certas condições básicas como o suprimento de água na quantidade e qualidade adequadas; a conservação da água, mediante a promoção de políticas orientadas para reduzir, reutilizar e reciclar; a determinação do uso de mais alta prioridade, para dar força ao conceito do direito a uma água pura; a promoção da participação do público; a garantia da equidade no acesso à água e ao saneamento; a priorização da saúde e do bem-estar, estabelecendo-se indicadores de eficiência para avaliar os projetos de suprimento de água; e a busca de abordagens alternativas para o tratamento da água que possam ser custeadas pelos países em desenvolvimento e que reflitam as práticas culturais (SELBORNE, 2001).

Nesse contexto, destaca-se a necessidade de se conhecer as substâncias presentes na água destinada para consumo humano e as que podem vir a contaminá-la, além de suas concentrações limites e reações em organismos vivos. Também é de extrema importância que autoridades sanitárias, ambientais e de planejamento urbano desenvolvam políticas que priorizem a realização do monitoramento desses parâmetros, evitando-se, assim, que casos de epidemias e acidentes ambientais ligados aos recursos hídricos possam colocar em risco a saúde da população (DIAS, 2006).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Água

Água é um elemento essencial à vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro de atividades humanas, destacando-se, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática, onde a escassez e uso indevido representam crescentes ameaças para o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente (BLANCO-HERNANDÉS; ALONSO-GUTIERREZ; JIMENEZ de BLAS, 1998).

Água doce e limpa é um recurso limitado. Mais de 97% da água do Planeta é salgada e encontra-se nos mares e oceanos. Aproximadamente 2/3 da água disponível encontram-se distribuídos em geleiras e calotas polares. A água doce representa menos de 1% do total e distribui-se na atmosfera, lagos, rios, riachos, terras úmidas e água subterrânea. O Brasil detém 11,6% da água doce superficial disponível no Planeta; 70% da água disponível para utilização está localizada na região Amazônica e os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo país para atender a 93% da população brasileira; como exemplo, a região sudeste, constituída por 42,65% da população brasileira, detém apenas 6% dos recursos hídricos (UNIAGUA, 2007).

No Brasil, os potenciais de água doce são extremamente favoráveis para os diversos usos; no entanto, as características de recurso natural renovável, em várias regiões do país, têm sido drasticamente afetadas. Os processos de urbanização, de

industrialização e de produção agrícola não têm levado em conta a capacidade de suporte dos ecossistemas (REBOUÇAS, 1997).

Por muitos anos, a preocupação com a preservação dos recursos hídricos do Planeta foi deixada de lado, visto que a água era considerada um recurso inesgotável. Atualmente, com o aumento da poluição, da degradação ambiental e do uso inadequado, observa-se uma diminuição acelerada na disponibilidade de água limpa em todo o Planeta onde a crescente expansão demográfica e industrial das últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios (UNIÁGUA, 2007).

As atividades humanas, respaldadas em um estilo de vida e desenvolvimento, têm determinado alterações significativas no meio ambiente, influenciando a disponibilidade de uma série de recursos. A água, em alguns territórios, tem-se tornado um recurso escasso e com qualidade comprometida. Os crescentes desmatamentos, os processos de erosão e assoreamento dos mananciais superficiais, os lançamentos de efluentes e detritos industriais e domésticos nos recursos hídricos têm contribuído para tal situação. Nos países em desenvolvimento essa problemática é agravada em razão da baixa cobertura da população por serviços de abastecimento de água com qualidade e em quantidade (BRASIL, 2006).

De acordo com Tundisi; Rebouças; Braga (2002), o intenso uso dos recursos hídricos e a poluição gerada contribuem para agravar sua escassez, além de resultar na necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade da água. Faz parte do gerenciamento dos recursos hídricos o controle ambiental, de forma a impedir que problemas decorrentes da poluição da água venham comprometer seu aproveitamento múltiplo e integrado. Dessa forma, o controle da

qualidade da água pode colaborar para a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente, assim como para a saúde.

Reconhecendo a importância crucial dos recursos hídricos para o futuro do Planeta, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2003 como o Ano Internacional da Água Doce, com a intenção de promover a sensibilização da comunidade mundial para que satisfaçam suas necessidades utilizando a água de forma sustentável (ONU, 2003).

Em relação à utilização mundial dos recursos hídricos, o maior percentual se destina à agricultura, com 70%, seguido pela indústria com 22% e, o uso doméstico com apenas 8% (UNIÁGUA, 2008)

Segundo dados da Agência Nacional de Água – ANA, 59% da água doce no Brasil se destina à irrigação na agricultura, 22% para o consumo doméstico e 19% para o industrial. Um dos fatores que modificam essa demanda é a crescente urbanização da população. Em 1940, as cidades brasileiras concentravam 13 milhões de habitantes (32% da população total da época), enquanto em 2000 a população urbana atingiu 138 milhões de habitantes (81,2% da população nacional) (SUGUIO, 2006).

A falta de políticas ambientais e de recursos financeiros nos países em desenvolvimento agrava esse problema, pela impossibilidade da aplicação de medidas corretivas para reverter a situação vigente. Diferentemente do que se pensava, a disponibilidade de água doce na natureza pode ser dada como limitada, pois, sua obtenção nas formas menos convencionais, como no caso de água do mar e de águas subterrâneas demanda de um processo complexo e de alto custo. Portanto, a preservação, o controle e a utilização racional das águas doces superficiais devem ser prioridade (UNIÁGUA, 2008).

A água não é encontrada pura na natureza, onde, ao cair em forma de chuva, carrega impurezas presentes no próprio ar, e ao atingir o solo, seu poder de dissolver e carrear substâncias pode alterar ainda mais sua qualidade. Entre o material dissolvido, podem ser encontradas várias substâncias, como por exemplo, as calcáreas e magnesianas, que tornam a água dura; substâncias ferruginosas, que lhe conferem cor e sabor diferentes; além de substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais e matéria orgânica, que a tornam imprópria para o consumo (BRASIL, 2007).

A água também pode carrear substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos onde passa e que dão turbidez à mesma; pode também carrear organismos, como algas que modificam o gosto e o odor, além de liberar toxinas; ou ainda, quando passa por terrenos expostos a atividades humanas, pode levar em suspensão microrganismos patogênicos que podem causar danos à saúde humana e ao ambiente (BRASIL, 2007).

Sendo assim, torna-se de extrema importância um adequado sistema de saneamento e abastecimento de água na prevenção de doenças diarréicas e outras infecções, bem como sua contribuição para erradicação da pobreza, visto que são medidas efetivas para a saúde pública (BARRETO et al., 2007).

2.2. Saneamento, saúde e ambiente

De acordo com a definição clássica da Organização Mundial da Saúde - OMS, saneamento constitui o controle de todos os fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre o estado de bem estar físico, mental ou social dos seres humanos. Esse conceito considera saneamento com um

enfoque ambiental, ao situá-lo no campo do controle dos fatores do meio físico, e com uma abordagem preventiva de saúde (HELLER,1998).

O Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, em 1971, definiu saneamento básico como ações de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Por outro lado, algumas definições de saneamento ambiental, incluem ações como o saneamento dos alimentos, das habitações e dos locais de trabalho, além da higiene industrial e o controle da poluição atmosférica e sonora. De acordo com Heller (1998), para efeito de padronização, a tendência predominante no Brasil tem sido a de considerar como integrantes do saneamento as ações de:

- abastecimento de água, caracterizado como o fornecimento às populações de água em quantidade suficiente e com qualidade que a enquadre nos padrões de potabilidade;
- esgotamento sanitário, compreendendo a coleta dos esgotos gerados pelas populações e sua disposição de forma compatível com a capacidade do meio ambiente em assimilá-los;
- limpeza pública, incluindo todas as fases de manejo dos resíduos sólidos domésticos, até sua disposição final, compatível com as potencialidades ambientais;
- drenagem pluvial, significando a condução das águas pluviais, de forma a minimizar seus efeitos deletérios sazonais sobre as populações e as propriedades;

- controle de vetores de doenças transmissíveis, especialmente artrópodes e roedores.

A Organização Mundial da Saúde define saúde como “um estado de completo de bem-estar físico, mental, social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade”. A saúde ambiental é definida também pela OMS, como o campo de atuação da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do ser humano, que podem exercer alguma influência sobre sua saúde e seu bem-estar.

A importância do saneamento e de sua associação com a saúde remonta às mais antigas culturas e, vem se desenvolvendo de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com a queda das mesmas, ora renascendo com o surgimento de outras (BRASIL, 2007).

O Velho Testamento apresenta diversas abordagens vinculadas às práticas sanitárias do povo judeu, como, por exemplo, a importância do uso da água para limpeza: “roupas sujas podem levar a doenças como a escabiose”; “sujeira pode levar à insanidade”. Embasados nessa visão, são mencionados, naquela época, cuidados como a garantia de que os poços fossem mantidos tampados, limpos e distantes de possíveis fontes de poluição e de árvores, (KOTTEK, 1995).

Ruínas de uma grande civilização ao norte da Índia com mais de 4 mil anos, indicam evidências da existência de hábitos higiênicos, incluindo a presença de banheiros e de sistemas de coleta de esgotos sanitários nas edificações, além de drenagem nos arruamentos. Os egípcios, por exemplo, dispunham de sistemas de drenagem de água, bem como da existência de grandes aquedutos. Destaca-se

também, os cuidados com o destino dos dejetos na cultura creto-micênica e as noções de engenharia sanitária dos quíchuas (ROSEN, 1994).

Porém, conquistas alcançadas em épocas remotas ficaram esquecidas durante séculos, pois não chegaram a fazer parte do povo em geral, uma vez que tal conhecimento era privilégio para pessoas de maior cultura (BRASIL, 2004).

Há relatos na literatura sobre o ano 2 mil a.C., de tradições médicas na Índia, recomendando que “a água impura deveria ser purificada pela fervura sobre um fogo, pelo aquecimento no sol, mergulhando um ferro em brasa dentro dela ou ainda, por filtração em areia ou cascalho, e então resfriada” (USEPA, 1990).

O progresso das práticas sanitárias coletivas alcançou maior destaque na Antiguidade, com a construção dos aquedutos, banhos públicos, termas e esgotos da Roma antiga, tendo como símbolo histórico a Cloaca Máxima de Roma (HELLER, 1997).

Iniciado nos fins do século XIX e princípio do século XX, o processo de implantação de sistemas coletivos de saneamento apontou para uma melhoria constante do estado de saúde das populações beneficiadas, independente da existência de evidências científicas que permitissem associar melhorias na saúde pública à implantação de sistemas coletivos de saneamento (TEIXEIRA; GUILHERMINO, 2006).

De acordo com Branco (1991), a história brasileira é toda pontuada por aspectos institucionais e de regulação sobre a qualidade das águas, que se modificaram na medida em que os conceitos de saúde e meio ambiente foram sendo incorporados.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está relacionada ao meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia, que com mais de

quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais afligem a humanidade; e, entre as causas dessa doença, destacam-se as condições inadequadas de saneamento (BRASIL, 2007).

Ainda, embora a saúde e higiene tenham sido motivos de preocupações em políticas urbanas na América Latina desde meados do século XIX, somente nos últimos anos o acesso aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário passou a ser considerado como tema ambiental, inclusive no Brasil (SOARES; BERNARDES; CORDEIRO NETTO, 2002).

A ausência de serviços de saneamento tem acarretado precárias condições de saúde de uma parte significativa da população brasileira, com a incidência de doenças, principalmente as de veiculação hídrica, como diarreias, hepatite, cólera, parasitoses intestinais, febre tifóide, entre outras.

De acordo com o relatório divulgado pelo Programa Conjunto da Organização Mundial da Saúde e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (OMS/Unicef) sobre Monitoramento do Abastecimento de Água e Saneamento, atualmente, o número de pessoas que não têm acesso a uma fonte isenta de contaminação química e fecal, denominada fonte melhorada, caiu em relação à primeira coleta de dados em 1990, ou seja, 87% da população mundial têm acesso a fontes melhoradas de água potável, e, se forem mantidas as tendências atuais, até 2015, essa proporção vai superar 90% (ONU, 2008).

Ainda, de acordo com esse mesmo relatório, o número de pessoas que, em todo o mundo, praticam a defecação ao ar livre diminuiu, passando de 24%, em 1990, para 18%, em 2006. O relatório avalia, também, as disparidades dentro das fronteiras nacionais, especialmente entre os moradores do campo e os da cidade. No mundo, há quatro vezes mais pessoas vivendo em áreas rurais, ou seja,

aproximadamente 746 milhões, que não tem acesso a fontes de água melhoradas, se comparadas com os cerca de 137 milhões de moradores urbanos.

A falta de saneamento ameaça a sobrevivência das crianças, uma vez que um ambiente contaminado por resíduos fecais está diretamente ligado às doenças diarreicas, uma das principais causas de morte de crianças menores de 5 anos (ONU, 2008).

Com aumento da população mundial, a manutenção de sistemas de saneamento e o fornecimento de água limpa e segura, tornaram-se uma aquisição de maior dificuldade de alcance. Em 1955, 68% da população global viviam em áreas rurais, e 32% em áreas urbanas. Em 1995 essas proporções tinham mudado para 55% (áreas rurais) e 45% (áreas urbanas), e a previsão é de que atingirão 41% e 59%, respectivamente, em 2025. Em quase todo o mundo em desenvolvimento a taxa de investimento nos sistemas de suprimento de água caiu em relação ao crescimento urbano. Dentro das cidades, as taxas de mortalidade são mais elevadas nos bairros de classe baixa, devido à moradia inadequada, à grande densidade demográfica e à carência de serviços básicos (SELBORNE, 2001).

A água pode servir de veículo para várias enfermidades, sendo que essa transmissão pode ocorrer por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio pode ingerir água que contenha um componente nocivo à saúde e a presença desse componente no organismo humano pode provocar o aparecimento de doença. Um segundo mecanismo refere-se à quantidade insuficiente de água, gerando hábitos higiênicos insatisfatórios e, a partir daí, doenças relacionadas à inadequada higiene. Outro mecanismo compreende a situação da água no ambiente físico, proporcionando

condições propícias à vida e à reprodução de vetores ou reservatórios de doenças (BRASIL, 2006).

A possibilidade dos ambientes aquáticos servirem de reservatório e possibilitarem a sobrevivência de microrganismos assume um aspecto epidemiológico de grande importância para a saúde pública.

As doenças de veiculação hídrica são causadas, em sua maioria, por microrganismos patogênicos de origem entérica transmitidos pela rota fecal-oral, ou seja, excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos por outros, na forma de água ou alimentos contaminados por água poluída por fezes, sendo que alguns desses microrganismos são de origem animal (GRABOW, 1996).

Os microrganismos patogênicos de origem fecal são detectados em baixos números em amostras de água, sendo também de difícil detecção e aparecem de forma intermitente em amostras de água. Devido a esses fatores, o nível de poluição fecal em amostras de água é avaliado utilizando-se outros microrganismos indicadores, entre eles, os coliformes totais e coliformes fecais (MORIÑIGO et al., 1990).

Nos países em desenvolvimento, em função das precárias condições de saneamento e da má qualidade da água, as doenças de veiculação hídrica, como, por exemplo, febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos bem como pelas elevadas taxas de mortalidade infantil relacionadas à água para o consumo humano (PELCZAR Jr; CHAN; KRIEG, 1997; JAWETZ et al., 1998; MACÊDO, 2001).

Assim, fica claro que a problemática do saneamento encontra-se fortemente associada ao modelo sócio-econômico praticado e que a população mais vulnerável

corresponde justamente àquela excluída dos benefícios do desenvolvimento. Dessa forma, de acordo com Heller (1998), uma vez que no processo de globalização, claramente amparado numa visão neo-liberal de desenvolvimento, a continuidade da relação de dependência da economia periférica mundial, acarreta maior exclusão e aprofundamento da pobreza, confirmando assim, a manutenção das preocupações com a relação saneamento-saúde.

De acordo com Carvalho (1996), as transformações ocorridas no mundo têm colocado a humanidade em uma etapa importante da sua história e causado impacto de maneira significativa, no campo da saúde. “Essas mudanças estimularam a adoção de um novo paradigma, menos fragmentado e incorporado a uma visão holística, que orienta as mudanças de atitude e as preocupações a respeito do processo saúde-doença” (JULIÃO, 2003).

Ainda, segundo esse mesmo autor, torna-se necessária uma nova forma de pensar sobre a saúde, ou seja, uma forma para atender às necessidades das populações, o que ficou evidente nos debates e conferências internacionais que enfatizaram a promoção da saúde como um conceito de extrema importância para as práticas sanitárias.

De acordo com Buss (2000), as distintas conceituações sobre promoção da saúde podem ser reunidas em dois grupos. No primeiro, a promoção da saúde consiste nas atividades direcionadas à transformação dos comportamentos dos indivíduos, focando nos seus estilos de vida e localizando-os nas famílias e, no máximo, no ambiente em que se encontram. Nesse caso, os programas ou atividades de promoção da saúde tendem a se concentrar em componentes educativos, relacionados a riscos comportamentais passíveis de mudanças.

Já o segundo grupo de conceituações baseia-se no entendimento de que a saúde é produto de um amplo leque de fatores relacionados com a qualidade de vida, incluindo um padrão adequado de alimentação e nutrição, e de habitação e saneamento; boas condições de trabalho; oportunidades de educação ao longo de toda a vida; ambiente físico limpo; apoio social para famílias e indivíduos; estilo de vida responsável; e um espectro adequado de cuidados de saúde.

De acordo com Vilela e Mendes (2000), a promoção da saúde se constitui em uma ferramenta essencial para o desenvolvimento sustentável, que é um dos caminhos para responder às ameaças emergentes à saúde e, num aspecto mais amplo, à crise global pela qual a população mundial vem passando.

Em vista da necessidade de ação urgente de todos os governos, de todos os que trabalham nos campos da saúde e desenvolvimento e da comunidade mundial para promover a saúde de todos os povos do mundo, foi realizada, em 1978, em Alma-Ata, na Rússia, a I Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde, promovida pela Organização Mundial da Saúde, e que resultou na formulação da Declaração de Alma-Ata. Nessa Conferência, 134 países e 67 organismos internacionais se comprometeram com a meta de garantir saúde para todos até o ano 2000, baseando-se nos quatro princípios básicos que norteiam a Declaração:

- A estruturação dos sistemas de saúde através da organização dos cuidados primários;
- Cuidados primários e o sistema nacional de saúde e a construção da equidade em saúde;
- O direito à saúde e o controle social;
- Ação intersetorial e participação cidadã (OPAS, 2003).

Desde então, a partir da década de 80, vários eventos e documentos têm sido produzidos com a finalidade de discutir e apresentar propostas para as questões da saúde e sua promoção, cabendo ressaltar a importância da realização de Conferências Mundiais da Saúde e consequentes relatórios, em que países participantes assumiram compromissos a serem cumpridos pelas diferentes sociedades, com o objetivo de promover a saúde dos povos envolvidos (TAKAYANAGUI, 1993; PEREIRA; PENTEADO; MARCELO, 2000).

Em 1986, ocorreu em Ottawa, Canadá, a I Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, resultando na Carta de Ottawa, um importante documento que enfatizou a promoção da saúde como sendo um processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria da sua qualidade de vida e saúde.

Após essa I Conferência, seguiram-se outros importantes eventos voltados para o desenvolvimento no campo da promoção da saúde, como:

- II Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde: Políticas Públicas Saudáveis, em Adelaide, na Austrália, realizada em abril de 1988, cujo tema central foram as políticas voltadas para a saúde (políticas saudáveis);
- III Conferência sobre Promoção da Saúde: Ambientes Favoráveis à Saúde, realizada em Sundsvall, na Suécia, no ano de 1991;
- Conferência de Santa Fé de Bogotá, na Colômbia, em 1992; onde 550 representantes de 21 países se reuniram para definir o significado da promoção da saúde na América Latina e debater princípios, estratégias e compromissos relacionados com o sucesso da saúde da população da região;
- Conferência de Jacarta, na Indonésia, em 1997, ocasião em que se refletiu sobre o que foi aprendido sobre promoção da saúde, bem como foram

reexaminados os determinantes da saúde e identificadas as direções e estratégias necessárias para enfrentar os desafios da promoção da saúde no século XXI.

- Conferência da Cidade do México, em junho de 2000, que resultou na Declaração do México, que se constituiu em um documento que enfatiza os determinantes sociais da saúde com auxílio na melhoria da qualidade de vida econômica e social de populações menos favorecidas.

- Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada em Bangkok na Tailândia, em agosto de 2005, que resultou na Carta de Bangkok, documento que identifica ações, compromissos e promessas necessários para abordar os determinantes da saúde em um mundo globalizado através da promoção da saúde (OPAS, 2008).

No Brasil, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, também denominada Conferência RIO-92, com a participação da maioria dos países do mundo e que teve como resultado a *Agenda 21*, um documento assinado por mais de 170 países e considerado um programa de ação baseado em um documento de 40 capítulos, constituindo-se na mais ousada e abrangente tentativa de se promover um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, fazendo um extenso diagnóstico das desigualdades sócio-econômicas mundiais e suas repercussões para os habitantes do Planeta (TAKAYANAGUI, 1993).

Esse documento aborda a dimensão da saúde dentro de uma lógica integradora de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, que é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem

comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro (WWF-BRASIL, 2008).

Enfatiza ainda a importância das estratégias de promoção da saúde, configurando, sem dúvida, numa grande agenda intersetorial da atualidade (FERRAZ, 1998), trazendo, assim, uma significativa contribuição para a incorporação de outros determinantes no processo saúde-doença, com ênfase na situação do ambiente físico e social. Todo esse movimento contribuiu para uma concepção de saúde mais ampliada, não considerando somente a ausência de doença (PEREIRA; PENTEADO; MARCELO, 2000).

Os princípios gerais que orientam as ações de saúde no Brasil são os da universalidade de acesso aos serviços em todos os níveis, integralidade das ações, equidade no atendimento e solidariedade no financiamento. Esses princípios são previstos na Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8080 de 1990), que estabelece a Política Nacional de Saúde e considera que a saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais (BRASIL, 1990).

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) traz em seu texto princípios fundamentais e necessários para a construção de uma sociedade justa e harmônica e para a integração dos diferentes setores da administração pública, do setor privado e da coletividade, atribuindo e distribuindo responsabilidades e competências, direitos e deveres, bem como, atribuindo à coletividade um papel ativo no controle e de co-responsabilidade nas ações que visem à preservação da qualidade de vida e do meio em que vivemos.

Princípios, como o da participação comunitária, organização, prevenção e proteção ambiental, equidade, integralidade, diversidade e descentralização estão previstos no texto constitucional, aplicados ao Setor Saúde, aos Recursos Hídricos e à coletividade.

O Art. 225 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) contém princípios fundamentais que visam à garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado em que o homem viva em condições saudáveis e harmônicas, sendo para isso que o poder público e a coletividade têm o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

No final do século XX e primeira década do século XXI, cresceu a compreensão que as atividades de saneamento integram as ações de saúde pública, uma vez que visam à saúde da população no seu sentido mais amplo da promoção e proteção da saúde coletiva. Deve ser destacado o papel cada vez maior da educação ambiental nos programas de saneamento, uma vez que sem a participação da população, dificilmente os programas de saneamento obtêm êxito (TEIXEIRA; GUILHERMINO, 2006).

De acordo com Teixeira; Guilhermino (2006), atualmente, há uma valorização nos serviços de saneamento, considerados de extrema importância para a proteção da saúde da população, colaborando para minimizar as consequências da pobreza, ao mesmo tempo que protegendo o meio ambiente. Assim, o processo saúde-doença não deve ser entendido como uma questão puramente individual, e sim como um problema coletivo.

O ano de 2008 foi instituído pela ONU como o Ano Internacional do Saneamento, a fim de acelerar o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio conforme pactuado na Cúpula do Milênio, realizada em Nova York, em

setembro de 2000. Dentre os objetivos, a ONU aponta que universalizar o acesso a esgoto no Planeta requer 10 bilhões de dólares por ano ao longo de duas décadas, e, se esse mesmo valor for aplicado até 2015, será possível cumprir a meta de reduzir pela metade a proporção de pessoas que não têm acesso a esse benefício. Segundo a ONU, o valor de 10 bilhões de dólares equivale ao “gasto anual dos europeus com sorvete, a 1/3 do dispêndio com água mineral no mundo e a menos de 1% dos gastos militares globais em 2005” (PNUD, 2008).

No Brasil, o saneamento básico se tornou prioridade dentre as políticas públicas do país, com o aumento da oferta de recursos para investimentos e a criação de um ambiente legal e jurídico para o setor. Os últimos anos assinalaram aumento expressivo dos recursos para investimentos em saneamento. No quadriênio 2003-2006, foram assumidos compromissos de investimentos no valor de R\$ 12,5 bilhões. A partir de 2007, com o lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, R\$ 40 bilhões deverão ser investidos no setor no quadriênio 2007-2010 (BRASIL, 2008).

Após 20 anos sem uma legislação específica para o setor de saneamento, foi aprovada em 5 de janeiro de 2007, a Lei 11445, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Também de grande importância para o setor é a Lei dos Consórcios Públicos - Lei 11107, instituída em 6 de abril de 2005, que estabelece normas gerais para a gestão associada de serviços públicos entre entes federados no caso de objetivos de interesse comum, o que inclui a gestão de serviços de saneamento (BRASIL, 2008).

Visando reverter o quadro de carências no setor de saneamento e melhorar a qualidade dos serviços prestados à população, foi formulada uma agenda de ações, no âmbito nacional, com o objetivo de marcar a participação do Brasil no “Ano

Internacional do Saneamento”. Nessa perspectiva, foi constituído, por meio de Resolução Administrativa de 02/04/2008, um grupo de trabalho sob a coordenação executiva da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, com a finalidade de mobilizar e articular os diversos segmentos que atuam com a temática saneamento (BRASIL, 2008).

Essa iniciativa originou-se da necessidade de fixar, definitivamente, o saneamento como elemento essencial no novo modelo de desenvolvimento urbano, voltado para a redução da desigualdade social e territorial e ampliação da cidadania, considerando a importância da atuação articulada e cooperada, envolvendo os diversos órgãos do Governo Federal, no sentido de associar os esforços de seus programas e projetos com impacto na área, para a melhoria da qualidade dos serviços de saneamento prestados ao cidadão (BRASIL, 2008).

Pesquisa realizada por Holcman, Latorre e Santos (2004), concluiu que as políticas públicas voltadas para a melhoria das condições de saneamento básico das comunidades foram eficazes para diminuir a mortalidade infantil pós-neonatal, período este em que os óbitos ocorrem devido principalmente a doenças relacionadas às condições do ambiente em que vivem. Esse fato confirma que o aumento da cobertura populacional por sistemas de esgotamento sanitário, pode contribuir para reduzir ainda mais a mortalidade infantil no Brasil.

2.2.1. Condições ambientais e infância

As crianças requerem proteção especial, uma vez que são mais vulneráveis aos efeitos causados por riscos ambientais, por exemplo, elas recebem maior

exposição por peso corporal do que adultos e são mais suscetíveis aos efeitos por causa dos seus sistemas serem imaturos (EEHC, 1999).

O reconhecimento de que as crianças apresentam maior vulnerabilidade a certos riscos ambientais resultou em uma maior atenção por parte da comunidade científica, legisladores e população. As crianças não são “pequenos adultos”, elas respiram maior quantidade de ar, comem mais e bebem mais água do que os adultos e, por isso podem ser relativamente mais expostas à contaminantes por peso corporal (CEC, 2006). Soma-se a isso, o fato de que possuem o comportamento de “levar tudo a boca”, o que as coloca em contato direto com diferentes contaminantes (USEPA, 2003).

Os primeiros anos de vida constituem um importante alicerce para a saúde futura dos indivíduos, motivo pelo qual a criança merece especial atenção em todas as sociedades (ROCHA, 1998).

De acordo com a Unicef (2008a), é na primeira infância que a criança desenvolve grande parte do potencial mental que terá na idade adulta. Dessa maneira, o investimento na primeira infância constitui a maior e melhor maneira para reduzir as iniquidades, enfrentar a pobreza e construir uma sociedade com condições sociais e ambientais sustentáveis.

A taxa de mortalidade infantil – número de crianças que morrem antes de completar um ano de vida para cada mil nascidos vivos, e a taxa de mortalidade na infância – número de crianças menores de cinco anos que morrem por mil nascidos vivos, são os principais indicadores de desenvolvimento humano. A atenção concentra-se principalmente no primeiro ano de vida, período esse em que ocorre a maior quantidade de óbitos (UNICEF, 2008b).

Nos países em desenvolvimento, uma em cada cinco pessoas não tem acesso à água limpa e, aproximadamente 50% da população não dispõe de condições de saneamento adequadas. Estima-se que quase dois milhões de crianças menores de cinco anos morrem a cada dia, no mundo, devido a diarreia, o quê, em muitos países chega a atingir cerca de 20% da proporção de mortes infantis, cuja causa primária é diarreia (OMS, 2007). Calcula-se que 88% das mortes causadas por diarreia podem ser atribuídas a práticas de higiene precárias, abastecimento inadequado de água para consumo e dificuldade de acesso a instalações adequadas de saneamento (UNICEF, 2006).

No Brasil, a saúde infantil apresenta um perfil que está intimamente ligado ao oferecimento à população, de condições básicas de vida, tais como oferta e qualidade de saúde, alimentação, moradia, educação, renda familiar, saneamento básico, condições ambientais, lazer, transporte, entre outras (MONTEIRO; FREITAS, 2000).

O Brasil possui a maior população infantil de seis anos das Américas, o que representa 11% de toda população brasileira. Os dados sócio-econômicos apontam que a grande maioria das crianças na primeira infância no Brasil se encontra em situação de pobreza (UNICEF, 2008a).

As crianças são especialmente vulneráveis às violações de direitos, à pobreza e à iniquidade no país.

A taxa de mortalidade em menores de 5 anos vem diminuindo no Brasil, onde, de 50,6 em 19910 caiu para 26,9 em 2004 (RIPSA, 2008). De acordo com Unicef (2008a), a queda da mortalidade infantil no Brasil está associada a uma série de melhorias nas condições de vida e na atenção à saúde da criança em relação a

questões como segurança alimentar e nutricional, saneamento básico, vacinação e modelo de atenção à saúde.

Diante da importância em se investir em pesquisas direcionadas à saúde infantil, alguns trabalhos científicos são encontrados na literatura com o objetivo de avaliar a qualidade da água abastecida em escolas, uma vez que o ambiente escolar representa uma extensão da casa da criança, ocupando cerca de um terço do seu dia, além do fato de que a criança permanecendo todo esse tempo na escola ingere bastante água (CALAZANS et al., 2002).

No mundo todo, poucos trabalhos realizados com o intuito de avaliar a qualidade da água em escolas, são encontrados na literatura, tais como os estudos de Bryant (2004), que avaliou os níveis de chumbo na água de 292 escolas na Filadélfia, entre 2000 e 2001, concluindo que 57% delas apresentavam água com níveis de chumbo que excediam o permitido pela Agência de Proteção Ambiental. Al - Saleh (1996) avaliou os níveis de metais na qualidade da água para consumo humano de 32 escolas em Riyadh, na Arábia Saudita, encontrando altas concentrações de metais que excediam limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1996).

Uma pesquisa realizada em 140 escolas da região de Zenica-Doboj Canton, na Bósnia e Herzegovina, fez análises microbiológicas e físico – químicas da água e encontrou que 18,57% das amostras nas análises microbiológicas e 80,26% das amostras nas análises físico – químicas não estavam de acordo com os padrões estabelecidos para consumo humano (DURMISEVIC; IMAMOVIC; DURMISEVIC, 1998). Estudo realizado em 26 escolas primárias em Abidjan – Costa do Marfim, para determinar a potabilidade da água, revelou que essa apresentava

uma péssima qualidade, o que expõe os consumidores a riscos de saúde (KOUADIO et al., 1998).

No Brasil, também poucos estudos são encontrados sobre esse tema. Um trabalho realizado pela Universidade Federal de Pernambuco avaliou a qualidade da água para consumo humano em escolas da rede pública no Recife, resultando em 37% das escolas com a qualidade da água em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira (FEITOSA-NETO et al., 2006).

Outro estudo encontrado sobre o tema objetivou avaliar a qualidade da água no aspecto microbiológico nos cavaletes, ponta da rede, e pós-cavaletes, ponto de consumo, da rede pública escolar do Município de Ibiúna SP, tendo sido realizadas 56 amostragens em 28 escolas, sendo 28 do cavalete e 28 no ponto de consumo, sendo que das 28 amostras no cavalete das escolas, 3,57% apresentaram coliformes totais e *E coli*. No ponto de consumo, das 28 amostras, 21,42% apresentaram coliformes totais e 14,28%, *E coli* (SOTO et al., 2005).

Trabalho realizado por Cardoso et al. (2007) objetivou avaliar a qualidade da água de 83 escolas em Salvador – BA, sendo 49 municipais e 34 estaduais. Foram coletadas amostras da cantina, em que foram pesquisados coliformes totais e termotolerantes. Os resultados obtidos mostraram que 32% das escolas estaduais e 22% das municipais não estavam de acordo com a legislação vigente.

Assim, a saúde humana tem, na qualidade da água consumida, um dos principais pilares para o alcance de melhor condição e proteção, o que pode ser obtido por meio de sistemas adequados e controlados de captação e distribuição de água potável para a população.

2.3. Monitoramento e controle de qualidade da água

A qualidade da água não é um termo absoluto, sendo algo que sempre se caracteriza em função de determinado uso. Interessa, pois, conhecer a água sob diversos pontos de vista: utilização fora do lugar primário, como é o caso de água potável, usos domésticos e urbanos, usos industriais, agrícolas e para dessedentação de animais, utilização dos cursos de água ou massa de água, para banho, pesca, navegação, etc. Também como meio aquático, que acolhe espécies animais e vegetais e como meio receptor de efluentes residuais de origem urbana ou industrial (CONEZA-VITÓRIA, 1998).

Esse fato indica a necessidade do país desenvolver sua tecnologia de redes de monitoramento de qualidade da água e reconhecer a importância desses investimentos, para melhorar e ampliar seus bancos de informações no setor de recursos hídricos (REBOUÇAS, 2002).

De acordo com Coneza-Vitória (1998), o Brasil é um país com poucos sistemas de monitoramento da qualidade da água, o que o coloca numa posição de país com pequena quantidade de informações sobre o estado de seus corpos de água. Há poucas redes instaladas com coleta sistemática de dados e, mesmo no caso de campanhas mais específicas quanto a objetivo e ao local, também não há grande disponibilidade.

Assim, torna-se necessário compreender os processos ambientais, para que se possa avançar no conhecimento sobre os ecossistemas e atuar corretamente sobre as causas das alterações encontradas. Isso somente é possível quando se dispõe de um conjunto de informações confiáveis obtidas a partir de observações sobre o que está ocorrendo no meio, e é assim que os sistemas de monitoramento

de qualidade de água devem ser entendidos e planejados (TUNDISI; REBOUÇAS; BRAGA, 2002).

O conceito de monitoramento da qualidade da água é muito mais amplo do que a simples verificação dos padrões estabelecidos legalmente para a qualidade da água. Esse controle envolve também a necessidade de se compreender as alterações que estão ocorrendo bem como suas possíveis causas, para que ações sejam tomadas com eficiência na redução dos danos ao meio ambiente. Assim, não basta coletar os dados no campo; é importante que se estabeleça formas de utilização desses dados, para que essas informações sejam úteis ao gestor dos recursos hídricos e à sociedade, e que delas resultem um passo a mais no conhecimento dos processos da natureza (TUNDISI; REBOUÇAS; BRAGA, 2002).

O monitoramento e controle da água no Brasil seguem as diretrizes ditadas por órgãos federais como, a Agência Nacional das Águas - ANA, criada em 27 de julho de 1999 e regulamentada pela Lei nº 9984 de 17 de julho de 2000 (BRASIL, 2000a) e pelo Decreto Federal nº 3692 de 19 de dezembro de 2000 (BRASIL, 2002b).

A ANA é uma entidade federal destinada à implementação de uma política nacional de recursos hídricos. Sua missão é regular o uso das águas de rios e lagos, e implementar um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, visando a garantia de um uso sustentável, com a finalidade de se evitar desperdícios e poluição, bem como assegurar água de boa qualidade e em quantidade suficiente para a atual e futuras gerações.

O Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Proágua Nacional, é um programa do governo brasileiro financiado pelo Banco Mundial, que originou-se da experiência do Proágua/Semi-árido e mantém sua missão estruturante, com ênfase no fortalecimento institucional de todos os envolvidos com

a gestão dos recursos hídricos no Brasil e na implantação de infra-estruturas hídricas viáveis do ponto de vista técnico, financeiro, econômico, ambiental e social, promovendo assim o uso racional dos recursos hídricos.

O objetivo geral do Proágua Nacional é contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, principalmente em regiões menos desenvolvidas do país, mediante planejamento e gestão dos recursos hídricos simultaneamente com a expansão e otimização da infra-estrutura hídrica, de forma a garantir a oferta sustentável de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (ANA, 2007).

A área de abrangência do Proágua Nacional inclui todos os Estados inseridos na região do semi-árido brasileiro (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) para as ações diretas de consolidação da infra-estrutura hídrica, e todo o território nacional para as ações de gestão de recursos hídricos (ANA, 2007).

Até 2004, o Brasil contou com legislações que estabeleceram os padrões de monitoramento da qualidade da água, considerando como padrão de potabilidade da água “o conjunto de valores máximos permissíveis das características de qualidade da água destinada ao consumo humano” (BRASIL, 2004).

A primeira delas, segundo essa mesma referência, foi a Portaria nº 36/GM do Ministério da Saúde, publicada em 19 de janeiro de 1990, que continha a recomendação para sua revisão num prazo máximo de cinco anos, a partir de sua promulgação, fato que poderia ser solicitado por qualquer dos componentes do setor da saúde.

O Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde - Funasa, da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental - CGVAM, do Centro

Nacional de Epidemiologia – Cenepi promoveu ao longo do ano de 2000, atualização das normas de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, resultando, em 29 de dezembro de 2000, na publicação da Portaria n.º 1469, do Ministério da Saúde.

Em junho de 2003, foi instituída a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde - SVS/MS, assumindo as atribuições do Cenepi. Devido a esse novo ordenamento no Ministério da Saúde, a Portaria MS n.º 1469/2000 foi revogada, passando a vigorar, no país, a Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004.

A Portaria MS n.º 518/04 (BRASIL, 2004), estabelece os procedimentos e responsabilidades relacionados ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade, destacando que os sistemas de abastecimento de água são os responsáveis pelo controle da qualidade da água, e as autoridades sanitárias do governo têm a missão da vigilância da qualidade da água. Essa portaria ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas em relação aos mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

O conceito de potabilidade da água implica no atendimento a padrões exigidos para que essa não cause danos à saúde da população. A potabilidade é estabelecida através de Valores Máximos Permitidos – VMP para cada parâmetro determinados pela Portaria n.º 518. Essa Portaria incorpora o significado e a importância dados à qualidade da água pela Organização Mundial da Saúde (BRASIL, 2006b).

As exigências humanas em relação à qualidade da água crescem com o progresso humano e da ciência. Para evitar os perigos decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos os padrões de potabilidade, que definem Valores Máximos Permissíveis - VMP para a presença de alguns elementos nocivos ou de características desagradáveis, que podem estar presentes na água, sem oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2006).

Em seu Capítulo III, estabelece os deveres e as responsabilidades em níveis: federal, estadual, municipal e dos responsáveis pela operação de sistema e/ou solução alternativa, a fim de garantir o controle da qualidade da água para o consumo humano em todo país, sendo esta mais uma justificativa para o controle e monitoramento da água consumida por escolares.

A Fundação Nacional da Saúde – Funasa estabeleceu um programa de monitoramento nacional de controle da qualidade da água para consumo humano, Vigiágua, que é a vigilância ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Consiste em desenvolver ações contínuas para garantir à população o acesso à água de qualidade dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação, visando à promoção da saúde.

Para operacionalizar as ações da Vigiágua foi elaborado um Programa Nacional, que é coordenado, no âmbito federal, pela Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde - CGVAM, da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS do Ministério da Saúde, que inclui modelo, campo e forma de atuação baseados nas diretrizes do SUS. Seus objetivos específicos de atuação (BRASIL, 2008) são:

- “Reduzir a morbi-mortalidade por doenças e agravos de veiculação hídrica, por meio de ações de vigilância sistemática da qualidade da água consumida pela população”;
- Buscar a melhoria das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano;
- Avaliar e gerenciar o risco à saúde das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água;
- Monitorar sistematicamente a qualidade da água consumida pela população nos termos da legislação vigente;
- Informar a população sobre a qualidade da água e riscos à saúde;
- Apoiar o desenvolvimento de ações de educação em saúde e mobilização social; e
- Coordenar o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água”.

O Siságua é um sistema de informação que tem como objetivo coletar, registrar, transmitir e disseminar os dados gerados rotineiramente provenientes das ações de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. A produção dessas informações é fundamental para nortear as decisões e o direcionamento das práticas de vigilância em todos os níveis do SUS.

Ainda, no Brasil, o Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde – Sinvas estabelece como prioritário em suas metas, o controle e o monitoramento da água para consumo humano.

A água destinada ao consumo humano deve atender a certos requisitos de qualidade, os quais variam de acordo com diferentes realidades. Naturalmente a água contém impurezas que podem ser caracterizadas como de ordem física,

química ou biológica e os teores dessas impurezas devem ser limitados até um nível não prejudicial ao ser humano, sendo estabelecidos pelos órgãos de saúde pública, como padrões de potabilidade (MOTTA, 1993).

Os padrões de qualidade da água referem-se a certo número de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença de algumas substâncias ou microrganismos que possam comprometer essa qualidade, avaliando assim os impactos decorrentes da atividade humana nas diferentes bacias hidrográficas. Dentre esses impactos estão os efeitos da poluição, contaminação e introdução de substâncias tóxicas no ambiente aquático (TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 1999).

2.3.1. Parâmetros para avaliação da qualidade da água

São considerados como parâmetros para avaliação da qualidade da água os parâmetros físicos (turbidez), químicos (pH, cloro residual livre, flúor e nitrato) e microbiológicos (coliformes totais e fecais).

O controle e monitoramento da qualidade da água seguido em vários países incluem diferentes parâmetros e valores de referência. No Brasil, a atual legislação considera alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos na avaliação da potabilidade da água, com destaque para:

2.3.1.1. Parâmetros Físicos

➤ Turbidez

A turbidez na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argila, sílica, matéria orgânica e inorgânica. Em concentrações elevadas reduz

a penetração da luz na água, inibindo assim a ação fotossintética no ambiente (MEDEIROS, 2003). A turbidez de uma amostra de água representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Esta redução se dá por absorção ou por espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca, devido à presença de sólidos em suspensão (MEDEIROS et al., 2002).

A turbidez é medida diretamente utilizando-se turbidímetros. O método denominado de nefelométrico é o mais indicado para a medida da turbidez devido a sua alta sensibilidade. A unidade de turbidez é denominada de Unidades Nefelométricas de Turbidez - UNT (RICHTER; AZEVEDO-NETTO, 1991).

2.3.1.2. Parâmetros Químicos

➤ pH

Segundo Carmouze, (1994), o termo pH - potencial hidrogeniônico é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade.

A água com pH baixo, isto é, ácida, é corrosiva; já águas com pH elevado, ou alcalinas, são incrustativas (BRASIL, 2007).

O pH fornece indícios sobre a qualidade hídrica, o tipo de solo por onde a água percorreu e indica a acidez ou a alcalinidade da solução (MATHEUS et al.,

1995). A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados.

➤ Cloro Residual Livre

Durante o processo de tratamento de água podem ser utilizados diferentes agentes oxidantes. Dentre os mais utilizados pode-se citar o cloro, cloraminas, dióxido de cloro, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio e ozônio, entre outros. As principais aplicações resultantes da utilização de agentes oxidantes no tratamento de água objetivam a oxidação de ferro e manganês e sua posterior remoção por processos de separação sólido-líquido, controle de odor e sabor, remoção de cor, desinfecção, oxidação de compostos orgânicos sintéticos específicos, redução da formação potencial de trihalometanos, controle do crescimento e desenvolvimento de biofilmes nas unidades componentes do processo de tratamento, entre outras (MONTGOMERY, 2005).

Historicamente, o agente oxidante mais empregado em processos de tratamento de água tem sido o cloro, na forma de cloro gasoso (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaOCl) e hipoclorito de cálcio (Ca(OCl)_2).

O uso de cloro na desinfecção da água iniciou-se com a aplicação do hipoclorito de sódio (NaOCl), obtido pela decomposição eletrolítica do sal. Inicialmente, o cloro era empregado na desinfecção de águas somente em casos de epidemias. A partir de 1902, a cloração foi adotada de maneira contínua na Bélgica. Em 1909, passou a ser utilizado o cloro guardado em cilindros revestidos com chumbo (MEYER, 1994).

De acordo com Rossin (1987), os processos de cloração evoluíram com o tempo, sendo que esta evolução pode ser caracterizada em diferentes décadas:

- 1908 a 1918 – início da cloração das águas com aplicação de pequenas quantidades de cloro;
- 1918 a 1928 – expansão no uso de cloro líquido;
- 1928 a 1938 – uso de cloraminas, adição conjunta de amônia e cloro, de modo a se obter um teor residual de cloraminas. Não se realizava ainda testes específicos para determinar os residuais de cloro;
- 1948 a 1958 – refinamento da cloração; determinação das formas de cloro combinado e livre; e cloração baseada em controles bacteriológicos”.

De acordo com Bazzoli (1993), o uso do cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção, que é a destruição dos microorganismos patogênicos, a oxidação, ou seja, a alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal mais comum em processos de cloração, o que acarreta, em alguns casos, o uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos.

Na América do Norte, o agente mais comum empregado para a purificação da água é o ácido hipocloroso – HOCl. Cerca de metade da população dos Estados Unidos faz uso de água superficial, e um quarto da população é abastecida por águas subterrâneas desinfetadas com auxílio desse composto. O HOCl é um composto neutro e covalente, que mata microrganismos, passando através de suas membranas celulares (BAIRD, 2002).

De acordo com Baird (2002), o HOCl não é um composto estável em sua forma concentrada, não podendo assim ser armazenado. Em instalações em grande escala, como, por exemplo, plantas municipais de tratamento e distribuição de água, é gerado por dissolução de cloro molecular gasoso – Cl_2 , em água, com valores moderados de pH.

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).

O cloro como agente oxidante e desinfetante apresenta uma relativa estabilidade na fase líquida e, após um determinado tempo de contato com essa fase suas concentrações tendem a ficar em zero ou em valores aproximadamente constantes, dependendo das dosagens aplicadas na fase líquida e do seu potencial de demanda. Em função disto, sabe-se que um dos problemas relativos à utilização do cloro livre como agente desinfetante diz respeito ao seu emprego em sistemas de abastecimento compostos por redes de distribuição com tempos de detenção hidráulicos muito elevados. Em função do consumo de cloro livre e decaimento da sua concentração ao longo do tempo, muitas vezes, a estação de tratamento de água - ETA efetua a aplicação de uma dosagem de cloro relativamente alta a fim de que seja mantida ao longo de toda a rede de distribuição uma concentração de cloro residual livre superior a 0,2 mg Cl₂/L (FERREIRA – FILHO; SAKAGUTI, 2008).

De acordo com Salgado (2008), como o cloro é um elemento não conservativo, sua concentração é reduzida conforme certas condições encontradas nos reservatórios e nas redes, acarretando diferença entre as condições da água tratada e da água que chega aos consumidores. Os responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento de água geralmente monitoram a concentração residual

de cloro; porém, nas redes públicas geralmente é feito o monitoramento alternado de alguns pontos, sendo o controle ao longo das tubulações mais difícil de ser realizado.

Assim, a concentração de cloro residual decai ao longo da rede de distribuição de água, e sua manutenção depende das reações que ocorrem dentro da tubulação. O cloro residual, ao reagir com substâncias presentes na água, como a matéria orgânica, além de reduzir a concentração residual pode produzir subprodutos prejudiciais à saúde (WHO, 2000).

Por serem fortes oxidantes, suas reações podem gerar alguns subprodutos de desinfecção perigosos aos consumidores e ao meio ambiente como, por exemplo:

- Compostos orgânicos halogenados: como trihalometanos, ácidos haloacéticos, halocetonas;
- Outros compostos orgânicos: como aldeídos, cetonas, carbono orgânico assimilável e carbono orgânico biodegradável;
- Compostos inorgânicos: como cloritos e cloratos (USEPA, 1999).

Os trihalometanos são compostos organoclorados formados a partir da interação do cloro residual livre com as substâncias resultantes da degradação de vegetais, denominadas substâncias húmicas – SH. Sabe-se, também, que compostos aromáticos presentes nas SH são substratos fortemente reativos em reações de substituição e oxidação. Ambas as reações são típicas na cloração aquática, resultando na formação de compostos organoclorados (IARC, 1991).

Em estudo realizado nos Estados Unidos, em 1974, foi apresentado, pela primeira vez, a correlação positiva entre águas de abastecimento público e câncer (HILDESHEIM et al., 1998). Várias pesquisas foram desenvolvidas, entre as quais se destaca a realizada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados

Unidos/Environmental Protection Agency – USEPA, em 113 Estações de Tratamento de Água - ETA. Foram encontrados trihalometanos em todas as ETA que utilizavam derivados clorados nos processos de desinfecção.

Para garantir a manutenção de níveis adequados de cloro residual em todos os pontos da rede, é comum elevar-se sua concentração inicial no ponto de saída, uma situação que pode gerar problemas relacionados às questões estéticas, de sabor e odor, além da questão ligada a riscos à saúde, devido à possibilidade de formação de subprodutos prejudiciais à saúde humana. Outra possibilidade, para compensar a perda do residual de cloro é a introdução de estações para reforço de cloração em pontos estratégicos do sistema (SALGADO, 2008).

Casos de contaminação não são inéditos no Brasil, onde no ano de 2000, 16 pacientes submetidos à hemodiálise em um hospital de Minas Gerais apresentaram reações hemolíticas compatíveis com sintomas de intoxicação por cloro e cloramina. Na ocasião, estava sendo instalado mais um reservatório no serviço, e, durante a reforma, as instalações foram abastecidas por um reservatório antigo, cujo serviço de desinfecção era feito à base de cloro, por firma terceirizada. O procedimento não foi acompanhado pelos funcionários do centro de hemodiálise, não tendo sido feito um efetivo controle do enxágue do circuito e dos testes de residual de cloro (CALDERARO; HELLER, 2001).

Nas sessões seguintes a essas mudanças do sistema de abastecimento de água, alguns pacientes apresentaram sintomas compatíveis com intoxicação por cloro. Os sintomas foram dores torácicas, lombares e abdominais, diarreia, hemólise, coagulação capilar, calor e rubor, sendo que alguns desses sinais e sintomas ocorreram simultaneamente em alguns pacientes. Após a realização das análises detectou-se uma concentração excepcionalmente elevada ($>2,75 \text{ mg L}^{-1}$) de cloro na

água utilizada no processamento, que se constatou ser originária do antigo reservatório utilizado temporariamente.

Em pesquisa realizada por Fluck et al. (1999) foi observado que concentrações elevadas de cloro e cloraminas em águas de hemodiálise podem provocar graves reações em pacientes, com possíveis danos à saúde. Essa constatação realça a importância da efetiva vigilância dos sistemas de abastecimento de água em serviços de saúde, nem sempre observada com eficácia para evitar agravos à saúde dos pacientes.

➤ Nitrato

Dentre as substâncias que podem constituir risco para a saúde humana, estão os compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

O nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas (APHA, 1992), sendo que o seu consumo por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e à formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BOUCHARD; WILLIAMS; SURAMPALLI, 1992).

De acordo com Baird (2002), o excesso de nitrato em água potável representa um risco à saúde humana, uma vez que pode resultar em metemoglobinemia tanto em bebês recém-nascidos, quanto em adultos que apresentam determinada deficiência enzimática.

O processo patológico da metemoglobinemia ocorre quando bactérias presentes em mamadeiras não esterilizadas ou no estômago do bebê reduzem parte do nitrato para nitrito:

Íon nitrato

Íon nitrito

O nitrito, então, se combina com a hemoglobina do sangue e promove sua oxidação, impedindo a absorção e o transporte adequados de oxigênio para as células. O bebê adquire coloração azul e sofre de insuficiência respiratória. A ocorrência da metemoglobinemia, ou “síndrome do bebê azul”, é atualmente relativamente rara em países industrializados, mas ainda constitui um problema em países em desenvolvimento (BAIRD, 2002).

As crianças pequenas, principalmente as menores de 3 meses de idade, são bastante susceptíveis ao desenvolvimento dessa doença devido às condições mais alcalinas do seu trato gastrointestinal (OLIVEIRA et al., 1987), fato também observado em adultos, que apresentam gastroenterites, anemia, porções do estômago cirurgicamente removidas e mulheres grávidas (BOUCHARD; WILLIANS; SURAMPALLI, 1992).

As nitrosaminas e nitrosamidas podem surgir como produtos de reação entre o nitrito ingerido ou formado pela redução bacteriana do nitrato com as aminas secundárias ou terciárias e amidas presentes nos alimentos. O pH favorável para a ocorrência dessa reação é entre 2,5 e 3,5, faixa semelhante à encontrada no estômago humano após a ingestão de alimentos (AWWA, 1990). Tanto as nitrosaminas, quanto as nitrosamidas, estão relacionadas com o aparecimento de tumores em animais de laboratório (BOUCHARD; WILLIANS; SURAMPALLI, 1992).

O aumento da contaminação das águas por compostos nitrogenados vem merecendo atenção especial, uma vez que está se tornando um problema mundial, devido a sua ampla e diversificada procedência (ROVIRA; CANOVES, 1988; BOUCHARD; WILLIAMS; SURAMPALLI, 1992; MATO, 1996). No Brasil, as águas subterrâneas constituem uma fonte importante de abastecimento, sendo que no Estado de São Paulo mais de 20 mil poços profundos e uma quantidade imensurável de poços rasos escavados fornecem água para abastecimento público, uso industrial e irrigação (HIRATA et al., 1990).

As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas estão, em geral, diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos (FREITAS; ALMEIDA, 1998). Além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês (NORDBERG; GOYER; CLAKSON, 1985), também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

➤ Flúor

Descoberto e isolado por Henry Moissan em 1886, Buendia, em 1996, descreve o elemento químico Flúor, representado pelo símbolo F, que em seu estado natural é encontrado na forma de gás, possuindo grande potência de reatividade química, motivo pelo qual não é encontrado livre na natureza. O íon fluoreto está sempre associado a outros elementos químicos compondo inúmeros compostos, solúveis ou insolúveis.

Desse modo, devido à sua estrutura atômica, o Flúor é o elemento químico mais eletronegativo que existe, o que justifica a sua potência de reatividade. Possui predileção pelos metais bi e tri valentes, especialmente pelo Cálcio, Ferro e Magnésio, auxiliando a fixação deles no organismo (PERES, 2001).

Por sua capacidade de interferir na formação de lesões de cárie, inibindo a desmineralização dental e potencializando a sua remineralização, a adição de flúor na água de abastecimento é considerada uma medida coletiva importante em saúde pública, pois é um método eficiente, adequado, prático, econômico e perene de prevenção da doença cárie dental, desde que respeitadas a continuidade e regularidade dos teores adequados (HOROWITZ, 1996; LIMA et al., 2004; AERTS; ABEGG; CESA, 2004).

Na fluoretação de água de abastecimento, o importante é a presença do íon fluoreto (F-) que irá proporcionar benefício para a saúde; sempre ao se referir ao flúor, na fluoretação de águas, na realidade, o que ocorre é a formação de um composto que sofreu dissociação iônica, liberando o íon fluoreto (F-). De acordo com Peres (2001), os compostos de flúor mais empregados na fluoretação das águas de abastecimento são: fluossilicato de sódio (Na_2SiF_6), ácido fluossilícico (H_2SiF_6), fluoreto de sódio (NaF) e fluoreto de cálcio ou fluorita (CaF_2).

A fluoretação das águas de abastecimento apresenta grande alcance populacional, promovendo uma efetiva redução na incidência de cárie em populações de diferentes níveis sócio-econômicos, independente da cooperação e do interesse dos mesmos (NEWBRUN, 1988; PINTO, 1990). Isso pode ser demonstrado através de estudos em comunidades que consomem água fluoretada em concentrações ideais, sem interrupções, chegando a apresentar uma redução

percentual de 50 a 60% nos níveis de cárie dental (CURY, 1989; CURY, 1992; NEWBRUN, 1988; PEREIRA, 1996; PINTO, 1990).

Viegas, em 1961, remete as primeiras observações sobre as possibilidades do uso de flúor ao início do século XIX, quando Morichini comprovou a presença de flúor no esmalte de dentes humanos. De acordo com esse mesmo autor, em 1892, Crichton-Browne indicava que um suprimento adequado de flúor durante o desenvolvimento dos dentes favoreceria a formação do esmalte mais resistente.

Programas de fluoretação da água têm sido implementados em aproximadamente 39 países, atingindo mais de 200 milhões de pessoas. Acrescenta-se a isso um adicional estimado de outras 40 milhões de pessoas que ingerem água naturalmente fluoretada (BRASIL, 1999).

Recomendada pela American Dental Association, desde 1950, e pela Organização Mundial da Saúde desde 1969, a fluoretação de águas no Brasil vem sendo utilizada desde 1953, tendo instalado o primeiro projeto em Baixo Guandu, no Espírito Santo (TORRIANI, 1996; FERREIRA et al., 1999).

Estudos científicos observaram sua ação na diminuição da prevalência da doença cárie de 40 a 60%, quando comparada com as regiões não-fluoretadas (DANTAS; DOMINGUES, 1996). Cury (1992) e Pinto (2000) relataram que comunidades que consomem água fluoretada em níveis ideais, sem interrupções, têm conseguido reduzir os níveis de cárie em 50 a 60%.

Apesar de todas as vantagens comprovadas que a fluoretação da água pode proporcionar como medida de promoção de saúde e prevenção da cárie dental, muitas são as cidades brasileiras que não dispõem desse processo ou não possuem uma política de vigilância sanitária que controle de forma satisfatória a sua execução (MAIA et al., 2003).

Contudo, para que esta medida possa efetivamente oferecer os benefícios esperados, é necessário que seja mantida a continuidade e regularidade de teores ótimos de íon flúor presentes nas águas de abastecimento (LIMA et al., 2004), pois, apesar de todas as vantagens e benefício comprovados que o flúor pode proporcionar, como qualquer outra substância farmacologicamente ativa, deve ter sua utilização controlada em termos do risco-benefício, uma vez que, enquanto a subdosagem não traz benefícios, a sobredosagem, por tempo continuado, durante o período de formação dos dentes, pode estar associada à ocorrência de uma anomalia de desenvolvimento que afeta a estética do esmalte dos dentes sob a forma de manchas conhecidas como fluorose dental (AERTS; ABEGG; CESA, 2004; TOASSI; ALBEGG, 2005).

O Centers for Disease Control/Centro para o Controle de Doenças – CDC (1991) recomenda que a fluoretação da água de abastecimento público seja mantida em níveis ótimos e, levando-se em consideração a ingestão total de flúor a partir de todas as fontes, seja mantido um nível de ingestão que garanta o benefício da prevenção da cárie dental e ofereça um risco mínimo quanto à fluorose.

A fluoretação da água continua sendo um método eficaz e efetivo, mesmo em regiões onde a prevalência de cárie tem diminuído e onde o custo de implementação do método é maior (O'MULANE, 1990). Dean; Arnold; Elvolve (1942) verificaram que níveis próximos de 1 mg L^{-1} de flúor nas águas de abastecimento proporcionavam o melhor efeito contra as cáries e o menor nível de fluorose, com apenas 10 a 12% da população apresentando fluorose muito leve.

Selwitz et al. (1995), avaliaram a diferença na prevalência de fluorose dentária em regiões otimamente fluoretadas e superfluoretadas, durante os anos de 1980, 1985 e 1990. Os autores observaram que, nas regiões otimamente fluoretadas,

houve um aumento na prevalência de fluorose entre os anos de 1980 e 1985, que não continuou entre 1985 e 1990. Já nas regiões superfluoretadas, a prevalência de fluorose permaneceu estável ou teve aumentos insignificantes. Segundo Gary-Rozier (1999), a prevalência de fluorose em regiões com menos de 0,3 mg L⁻¹ de flúor na água de abastecimento tem aumentado.

Além disso, tem sido relatado que o aumento na concentração de flúor na água resulta numa maior prevalência e severidade das lesões por fluorose (HELLER; EKLUND; BURT, 1997). Alguns estudos na literatura avaliaram o efeito da interrupção da fluoretação da água de abastecimento público na prevalência de fluorose dentária. Burt; Keels; Heller (2000) analisaram o impacto de uma interrupção não planejada de 11 meses na fluoretação da água de Durham, Carolina do Norte e concluiu que a fluorose dentária é sensível a pequenas alterações no nível de flúor na água, principalmente nas idades de 1 a 3 anos, em relação às idades de 4 e 5 anos.

No entanto, num estudo subsequente, realizado por Burt; Keels; Heller (2003), a prevalência de fluorose, que se esperava aumentar na coorte examinada posteriormente, permaneceu estável, mesmo após a volta da fluoretação. Os autores sugeriram que o período de interrupção não foi longo suficiente para reduzir a prevalência de fluorose.

Opondo-se a estes resultados, estão os dados observados por Buzalaf et al. (2004) realizados em Jaú – SP, em que o período de interrupção na fluoretação da água perdurou por sete anos e a prevalência de fluorose foi menor nas coortes que consumiram água fluoretada, em comparação às que não receberam água fluoretada durante o período de risco para fluorose dentária. Nesse sentido, esses

autores concluíram que a água fluoretada não é um importante fator de risco para fluorose dentária.

Para Burt (1992), é provável que a água fluoretada tenha seu maior impacto na prevalência de fluorose indiretamente, por meio do uso no preparo de fórmulas infantis e outros alimentos e bebidas para crianças.

No entanto, vários estudos têm revelado a dificuldade das autoridades responsáveis pela manutenção da concentração de flúor da água de abastecimento público dentro dos teores adequados.

Nesse sentido, considerando todos os fatores que envolvem o processo de fluoretação da água de abastecimento público, tão importante quanto manter ou adicionar flúor à água, é controlar todo o processo, a fim de que a água se apresente permanentemente com teores adequados de flúor (NARVAI, 2001).

A concentração de flúor na água de abastecimento público, considerado adequado, depende de algumas variáveis. Uma dessas variáveis é o clima, o qual influencia diretamente no consumo de água. Essa concentração de flúor pode ser determinada a partir da obtenção das temperaturas mínima e máxima durante o período de cinco anos ou mais. Em países onde o clima é tropical, como o Brasil, a concentração de flúor deve ser mais baixa, por volta de 0,7 a 1,0 mg L⁻¹ (ARAÚJO et al., 2002).

Em se tratando de abastecimento público de água, embora seja indispensável para a população que a empresa responsável pela distribuição de água controle o processo de tratamento e distribuição, assegurando-lhe a qualidade exigida pela legislação, isto não é suficiente. São necessárias também, ações no âmbito da vigilância sanitária, de forma coordenada e contínua com equipe capacitada.

2.3.1.3. Parâmetros Microbiológicos

➤ Bactérias do grupo Coliforme

Denominam-se bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos, que fermentam a lactose entre 35-37°C, produzindo ácido, gás e aldeído, em um prazo de 24 a 48h. São também oxidase-negativos e não formam esporos. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se a fatores, como presença em fezes de animais de sangue quente, inclusive em seres humanos. A presença dessas bactérias significa relação direta com o grau de contaminação fecal, sendo também, facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; além disso, possuem maior tempo de vida na água do que bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, sendo incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; são, também, mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos (BRASIL, 2007).

O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwenia*, *Enterobactéria* e *Escherichia*, sendo esta última a principal representante desse grupo. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (UNIÁGUA, 2008).

Desse modo, a contagem padrão de bactérias é muito importante durante o processo de tratamento da água, pois permite avaliar a eficiência das várias etapas

do tratamento. É importante, também, conhecer a densidade das bactérias, tendo em vista que um aumento considerável da população bacteriana pode comprometer a detecção de organismos coliformes, embora a maioria dessas bactérias não seja patogênica, podendo representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (BRASIL, 2007).

2.4. Abastecimento de água para populações urbanas

Aproximadamente 15% da água fornecida às populações do Estado de São Paulo, pelos sistemas municipais, originam-se de poços profundos. Praticamente metade da população, tanto nas comunidades rurais como urbana, serve-se de poços rasos para obtenção de água. Considerando estes dados e mais o aumento contínuo da poluição, o risco para a saúde pública, decorrente do consumo da água tem crescido, constituindo-se atualmente num fato que precisa ser melhor avaliado e monitorado (CETESB, 1977).

Um sistema de abastecimento de água pode ser concebido e projetado tanto para atender pequenos povoados como também para grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações. Caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade e pelo transporte e fornecimento à população. Por definição, os sistemas de abastecimento de água são obras de engenharia que, além de objetivarem assegurar o conforto às populações e prover parte da infra-estrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos por uma água de qualidade inadequada (BRASIL, 2007).

Além de necessitar que a água seja de qualidade satisfatória, o ser humano precisa que ela esteja disponível em quantidade suficiente para satisfação de suas necessidades, não apenas de alimentação, mas também de higiene entre outros.

A água é destinada para vários fins (BRASIL, 2007), dentre eles:

- Domésticos: água que se destina para alimentação, banho, lavagem de roupas e utensílios, limpeza de casa e jardim, e esgotamento sanitário;
- Comerciais: água destinada a restaurantes, bares e outros estabelecimentos comerciais;
- Industriais: água utilizada em fábricas
- Públicos: água utilizada em jardins públicos e limpeza pública; para fins recreacionais e esportivos;
- Segurança: água utilizada no combate a incêndios.

Para que os sistemas de abastecimento cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde, é essencial que o desenvolvimento de todas as suas fases, como a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção sejam adequados (BRASIL, 2006).

De acordo com Dias (2006), as redes de abastecimento devem ser dotadas de equipamentos de monitoramento contínuo de qualidade da água. O ideal seria que toda a rede fosse monitorada para promover a máxima proteção da saúde pública. Porém, por razões de economia, admite-se que o monitoramento possa ser realizado com um número reduzido de equipamentos localizados em pontos estratégicos da rede, de forma a poder auxiliar na detecção de contaminantes, na identificação das suas fontes e na conseqüente redução do risco à população.

Embora seja indispensável que as empresas responsáveis pela distribuição da água de um município controlem o processo de tratamento e distribuição,

assegurando a qualidade exigida pela legislação vigente, são necessárias, também, ações de vigilância dos municípios.

No Brasil podem-se destacar as regiões Sudeste e Sul, que estão situadas sobre um dos maiores mananciais do mundo, o Aquífero Guarani.

O Aquífero Guarani é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Está localizado na região centro-leste da América do Sul, entre 12° e 35° de latitude sul e entre 47° e 65° de longitude oeste e ocupa uma área de 1,2 milhões de Km², estendendo-se pelo Brasil (840.000 Km²), Paraguai (58.500 Km²), Uruguai (58.500 Km²) e Argentina (255.000 Km²) (GASTMANS et al., 2005).

No país, o Aquífero Guarani se estende pelos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (RIBEIRÃO PRETO, 2008).

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente Paulista, há mil poços apenas no estado de São Paulo. Sua área de recarga ocupa cerca de 17.000 Km² onde se encontra a maior parte dos poços. Esta área é a mais vulnerável e deve ser objeto de programas de planejamento e gestão ambiental permanentes para se evitar a contaminação da água subterrânea do aquífero com o conseqüente rebaixamento do lençol freático e o impacto nos corpos d'água superficiais (REBOUÇAS, 1999).

Para o governo paulista, a água subterrânea tem importante papel no abastecimento público de muitas cidades do estado. Em 1997, cerca de 70% dos municípios paulistas eram total ou parcialmente abastecidos por esse recurso hídrico; 47% deles eram inteiramente abastecidos por águas subterrâneas. Entre eles estavam os municípios de Catanduva, Caçapava, Jales, Lins, Ribeirão Preto e Tupã.

A cidade de Ribeirão Preto, distante 320 Km da capital, é totalmente abastecida por água subterrânea proveniente do Aquífero Guarani, contando com um total de 103 poços de abastecimento de água cadastrados no Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto – Daerp, responsáveis pela captação aproximada de 14050 m³/h de água (RIBEIRÃO PRETO, 2009).

Devido ao fato de sua origem ser de poços profundos, a água de Ribeirão Preto requer somente a adição de cloro (Hipoclorito de sódio) e flúor (Ácido fluossilícico), realizada logo após sua captação por bombas dosadoras que adicionam os produtos na água de acordo com sua pressão e vazão ¹. A água clorada e fluoretada é então conduzida por tubulações dos reservatórios e distribuída para as redes de abastecimento.

Em Ribeirão Preto, o Daerp é a empresa responsável pelo controle e distribuição da água no município, realiza o monitoramento da água consumida pela população; porém, o controle da qualidade da água distribuída à população é feito diretamente nos poços de captação e em alguns pontos sorteados, como casas, mas somente na ponta da rede, onde está instalado o hidrômetro, e não nos pontos de consumo, como por exemplo, em torneiras de cozinhas.

De acordo com Verri-Filho (1993), ao Estado compete o gerenciamento dos recursos hídricos do seu território. O Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, da Secretaria de Energia e Saneamento do estado de São Paulo, é responsável pela administração das águas subterrâneas do Estado. À Companhia Estadual de Saneamento Básico – Cetesb, compete prevenir e controlar a poluição dessas águas e, a Secretaria do Estado da Saúde é responsável pela fiscalização dos padrões de potabilidade da água para consumo humano.

¹ Informações fornecidas pelo biomédico João Carlos Silva Ferreira, chefe da seção de tratamento do Daerp.

O controle e o monitoramento da qualidade da água abastecida na cidade são realizados pelo Daerp, porém durante o processo de abastecimento da água pode ocorrer contaminação por meio das tubulações, que são antigas e precisam ser trocadas para que não venham a causar riscos à saúde da população pelo consumo de água contaminada.

Entre os diferentes consumidores, as crianças em idade escolar representam um dos principais focos de interesse na busca de melhor qualidade da água consumida, principalmente por se encontrar na literatura científica um número muito reduzido de pesquisas sobre esse tema no país. Além disso, sendo Ribeirão Preto um importante município do interior do estado de São Paulo, localizado na bacia hidrográfica que tem como marco a zona de recarga de um dos maiores aquíferos do mundo, torna-se de fundamental importância um trabalho dessa natureza.

Assim, a presente proposta, além de contribuir para a promoção da saúde de escolares, considerando o risco à saúde devido à ingestão de água de qualidade inadequada, traz também uma contribuição para o sistema de gestão de recursos hídricos do município com o conhecimento sobre dados referentes à situação da qualidade da água em escolas públicas de ensino infantil do município. Ainda, propicia às autoridades sanitárias, ambientais e da área da educação, relevantes informações que podem auxiliar no monitoramento e controle da qualidade da água para escolares.

Diante do exposto, esta investigação trata de um tema de grande relevância para a saúde pública, que tem como finalidade contribuir para a promoção da saúde de escolares, considerando o risco que a ingestão de água com qualidade comprometida oferece a saúde humana, especialmente a populações mais vulneráveis, como crianças e idosos.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral:

Avaliar a qualidade da água consumida em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP.

3.2. Específicos:

- Analisar a qualidade da água de escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, por meio de análises das características físicas, químicas e microbiológicas.
- Identificar possíveis riscos ligados à água como via de transmissão de enteropatógenos a escolares.
- Oferecer subsídios para as autoridades sanitárias, no sentido do controle da qualidade da água utilizada por escolares.

4. METODOLOGIA

4.1. Delineamento do estudo

Trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo-exploratório, com características observacionais, baseada em método quantitativo, utilizando também como complementação, dados qualitativos, na busca por uma melhor compreensão da realidade estudada.

De acordo com SERAPIONI (2000), é possível obter-se uma complementaridade entre métodos qualitativos e quantitativos, de forma a promover uma integração positiva para investigações científicas, principalmente na área da saúde. Ambos são de diferentes naturezas: a investigação quantitativa atua em níveis de realidade e objetiva trazer à luz dados, indicadores e tendências observáveis; e, a investigação qualitativa, ao contrário, trabalha com valores, crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões. A combinação desses dois métodos contribui, então, para uma maior compreensão da realidade social (MINAYO; SANCHES, 1993).

De acordo com Minayo; Sanches (1993), nenhuma abordagem é mais científica do que a outra, trata-se de duas abordagens com características bem distintas, mas ambas dentro do método científico e que contribuem, sobremaneira, para a complementaridade de interpretação de dados de uma determinada realidade.

4.2. Procedimento Metodológico

4.2.1. Cenário do estudo

Este estudo foi desenvolvido na cidade de Ribeirão Preto, situada na região nordeste do Estado de São Paulo e distante 320 Km da capital. Os limites da cidade são dados pelos seguintes municípios: ao sul, Guataporã; a sudeste, Cravinhos; ao norte, Jardinópolis; a leste, Serrana; a oeste, Dumont; a noroeste, Sertãozinho; e, a nordeste, Brodósqui. Em um raio em torno de 200 Km do município encontram-se algumas das principais cidades do interior de São Paulo e Minas Gerais, como Araraquara, Bauru, Barretos, Campinas, Franca, Limeira, São Carlos, São José do Rio Preto, Uberaba, Uberlândia, entre outras, sendo o acesso facilitado pela boa qualidade das rodovias (RIBEIRÃO PRETO, 2008)

Com 547.417 habitantes, segundo o censo demográfico de 2007, o município de Ribeirão Preto encontra-se entre os maiores do estado de São Paulo (IBGE, 2007), (Figura 1).

Figura 1. Localização da cidade de Ribeirão Preto.
Fonte: Wikipédia, 2006

O município é o grande abastecedor de uma rica região, que apresenta índices de qualidade de vida semelhantes aos de países desenvolvidos, além de apresentar estrutura econômica forte e diversificada, com destaque para a agricultura. A qualidade do solo e o clima fazem com que essa seja uma das principais regiões agrícolas do Estado e do país, apresentando grande produção, com elevados níveis de rendimento das culturas, principalmente a da cana-de-açúcar, sendo a região a maior produtora mundial de açúcar e álcool (URBANO, 2003).

Com relação ao saneamento, Ribeirão Preto é uma cidade privilegiada, com 99,9% da população abastecida com água encanada, sendo a água consumida, distribuída pelo Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto – Daerp, captada por meio de poços profundos de um grande reservatório de água subterrânea denominado Aqüífero Guarani.

Nas últimas décadas, o município apresentou elevadas taxas de crescimento demográfico, devido principalmente aos fluxos migratórios atraídos pelo dinamismo econômico do município e de sua elevada qualidade de vida.

4.2.2. Local da pesquisa

De acordo com a Secretaria Municipal da Educação, a infra-estrutura escolar do município de Ribeirão Preto conta com 97 estabelecimentos de ensino público, além de mais 85 escolas autorizadas, com 42469 alunos atendidos em 2008, no total. No ano de 2008, a educação infantil atendeu 15538 alunos, sendo 3295 nos centros de educação infantil e 12243 na pré-escola (RIBEIRÃO PRETO, 2008).

Para este estudo foram consideradas 37 escolas da rede municipal de ensino infantil (EMEI's) que abrangem as idades de 4 a 5 anos, e também 24 Centros de Educação Infantil (CEI) entre 0 e 3 anos, totalizando 61 instituições de ensino infantil.

Para a seleção das instituições, o critério utilizado foi a distribuição geográfica dessas instituições de ensino na cidade, buscando abranger todas as regiões de forma proporcional à sua distribuição; ou seja, em regiões que possuíam maior número de instituições de ensino foram selecionadas maior número unidades.

Esta investigação foi realizada em 20 instituições da rede pública municipal de ensino infantil da cidade de Ribeirão Preto-SP, selecionadas de forma a abranger proporcionalmente as 5 regiões do município (norte, sul, leste, oeste e central), partindo-se de um cadastro disponibilizado pela Secretaria Municipal da Educação. Dessa forma, na região norte foram selecionadas 6 instituições; na sul 2; na leste 3; na oeste 7 e na região central foram selecionadas 2 instituições.

Das 20 instituições de ensino selecionadas para a pesquisa, 12 eram escolas Municipais de Ensino Infantil (EMEIs), com crianças entre 4 e 5 anos, correspondendo a 32,4% das 37 escolas municipais existentes, e 8 eram de Centros de Educação Infantil (CEIs), que atendem crianças entre 0 e 3 anos, o que representou 33,3% do total de 24 CEIs do município. A proporção geral das instituições selecionadas representa 1/3 das 61 instituições de ensino infantil da rede municipal de Ribeirão Preto.

4.2.3. Coleta de dados

Foi planejada a coleta de amostras de água das 20 instituições selecionadas para o estudo, de três pontos distintos: 1) torneira de entrada do local selecionado (ponta da rede de abastecimento público), por este ser um ponto de entrada da água fornecida pelo sistema de abastecimento público aos escolares; 2) bebedouro localizado em ponto de maior acesso dos alunos; e 3) torneira principal da cozinha, utilizada para lavagem de frutas, verduras e para fazer sucos. Os pontos de coleta podem ser observados nas Figuras 2, 3 e 4.

Foi realizado um estudo piloto em quatro escolas públicas municipais de ensino infantil, com a finalidade de refinamento da metodologia e levantamento de possíveis dificuldades, o que não ocorreu, motivo pelo qual incluiu-se essas 4 escolas nesta pesquisa.

Para efeito de padronização, as coletas nos bebedouros foram realizadas sempre nas últimas torneiras, pois em caso de haver alguma via de contaminação entre torneiras, coletando água das últimas seria possível saber a real situação do ponto de coleta.

Figura 2. Torneira de entrada de água em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP.
Foto: Takayanagui, 2008

Figura 3. Torneira da cozinha em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP
Foto: Takayanagui, 2008

Figura 4. Bebedouro de água em escola pública municipal de ensino infantil de Ribeirão Preto – SP
Foto: Takayanagui, 2008

As coletas de amostras de água foram realizadas em duas fases. A primeira fase foi entre os meses de maio e julho de 2008 e a segunda entre setembro e dezembro de 2008. Justifica-se a opção pela realização das coletas em duas fases pela possibilidade de variação da qualidade da água fornecida para o abastecimento público. As coletas foram também programadas durante o período letivo, uma vez que a população do estudo era composta por escolares.

➤ **Preparação do campo**

Inicialmente, foi enviado ao Secretário Municipal da Educação um ofício explicando a finalidade do projeto de pesquisa e solicitando autorização para coleta de amostras de água das escolas (APÊNDICE A).

Com a autorização da Secretaria Municipal da Educação, foi feito um contato prévio com os diretores das escolas com o intuito de explicar a importância da realização do estudo, visando obter autorização para realização da pesquisa na instituição selecionada.

➤ Coleta das amostras de água

Com as autorizações para a realização da pesquisa, as coletas foram agendadas, de forma a se fazer de uma a duas coletas por semana e, coletando amostras de duas a três instituições por dia. Todas as amostras foram coletadas pela pesquisadora no período da manhã.

As amostras foram coletadas em frascos esterilizados e bolsas esterilizadas tipo *Nasco* nos três pontos selecionados.

Primeiramente, a torneira era limpa com álcool e, em seguida era deixada aberta para escorrer água, durante dois a três minutos. As amostras eram coletadas de acordo com as análises que seriam realizadas, ou seja, um frasco para análises de pH, turbidez, cloro, flúor e nitratos e uma bolsa esterilizada, tipo *Nasco*, para as análises microbiológicas.

O material identificado era transportado imediatamente para o Laboratório de Saúde Ambiental – LSA/EERP em caixa isotérmica contendo cubos de gelo, sendo processado logo após sua chegada.

A coleta das amostras deste estudo foi registrada em uma planilha contendo dados sobre a identificação da instituição, dos seus responsáveis, bem como sobre condições de higiene dos pontos de coleta e também sobre ocorrência de vazamentos (APÊNDICE B).

As diferentes análises feitas nesta pesquisa foram realizadas nos seguintes laboratórios: Laboratório de Saúde Ambiental da EERP/USP, onde foram analisados pH e cloro residual livre; Laboratório de Controle Sanitário do Biotério Geral da PCARP/USP, onde foram processadas as análises microbiológicas; Laboratório de Bioquímica da FCFRP/USP, para determinação de fluoretos; e, Laboratório de

Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, para as análises de nitrato e turbidez.

4.2.4 Métodos de Análise da Água

4.2.4.1 Parâmetros Físicos

➤ Turbidez

As análises de turbidez foram realizadas em turbidímetro da marca HACH, modelo 2100 P, previamente calibrado com os padrões de formazina de 0,1; 20; 200; 1000 e 4000 UNT (unidade nefelométrica de turbidez). Depois de feita a calibração procedeu-se à leitura das amostras.

4.2.4.2 Parâmetros Químicos

➤ pH

As leituras de pH das amostras foram realizadas utilizando-se pHmetro com eletrodo combinado modelo 206 (Digital Instruments).

➤ Determinação dos teores de Cloro

Os teores de cloro livre e total foram obtidos através do método colorimétrico, com o medidor de cloro residual livre e cloro total Gama Alta modelo HI 93734 (Hanna Instruments).

➤ Nitrato

Para a determinação de nitratos, primeiramente foram transferidos 25 ml da amostra para um erlenmeyer de 250 ml e adicionados 0,5 ml de ácido clorídrico a 1,0 mol L⁻¹. O mesmo foi feito para o branco, utilizando água deionizada e padrão de 0,3 mg de NO₃ L⁻¹, para comprovar a precisão. Primeiramente colocou-se o branco no compartimento de células para zerar o aparelho, depois colocou-se a amostra no compartimento e realizou-se a leitura em mg de NO₃ L⁻¹. O Equipamento utilizado para a leitura foi o Espectrofotômetro UV-Vísível da marca SHIMADZU modelo UV-160a. A curva de calibração para a leitura dos valores de nitrato está apresentada na Figura 5.

Figura 5. Curva de calibração para leitura de nitrato em amostras de água.

➤ Determinação dos teores de fluoretos

Para a determinação dos fluoretos na água foi escolhido o método do eletrodo seletivo de fluoreto. As determinações de fluoreto nas diferentes amostras foram realizadas por potenciometria direta, utilizando o eletrodo seletivo combinado de fluoreto da marca Orion – modelo 96 - 09, usando como ajuste de força iônica e de

pH, o tampão citrato 0,5 mol L⁻¹ com pH 5,50 na proporção de 1:1 amostra/tampão (SPADARO, 1986).

Para a leitura das amostras, primeiramente foi feita uma curva de calibração, apresentada na Figura 6, obtida a partir de leituras em mV de soluções padrões de fluoreto de sódio. No momento da determinação da concentração de fluoreto, tomou-se 0,5 mL da solução padrão (diluída e mantida em geladeira) e 0,5 mL de tampão citrato 0,5 mol L⁻¹, pH 5,50, sendo o mesmo procedimento realizado para as amostras, onde a proporção amostra: tampão também era de 1:1.

Figura 6. Curva de calibração das leituras de fluoreto em amostras de água

A partir da curva de calibração, com os valores de A e B, a equação da reta encontrada foi:

$$y=79.90-57.70\log x$$

A partir dessa equação foram então calculados os valores de flúor nas amostras de água analisadas.

4.2.4.3 Parâmetros Microbiológicos

- Determinação dos números mais prováveis de coliformes totais e fecais

Para neutralizar a ação do cloro nas amostras de água foi utilizado o Tiosulfato de Sódio a 10%, colocando-se 0,1 mL do produto para cada 100 mL de água coletada.

A coleta e análise laboratorial das amostras para a avaliação de coliformes foram realizadas de acordo com os procedimentos do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 1998) e da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (1993).

Para a determinação dos números mais prováveis de coliformes fecais e totais foi utilizado o método do substrato cromogênico que consistiu em, transferir 10 mL da amostra com uma pipeta para um frasco contendo 90 ± 2 mL de água de diluição tamponada.

O preparo da água de diluição procedeu-se a partir da Solução A: 34 g de KH_2PO_4 p.a em 1000 mL de água deionizada e Solução B: 81,1 g de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ p.a em 1000 mL de água deionizada. Foram adicionados 1,25 mL da Solução A e 5 mL da Solução B em 1000 mL de água deionizada. Assim foi preparada a primeira diluição decimal (10^{-1}), sendo que 1 mL da mesma corresponde a 0,1 mL da amostra, procedendo nesta seqüência de diluições até que foram obtidas as diluições desejadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) (Figura 7).

Figura 7. Preparo das diluições decimais.

Com uma pipeta de 5 mL foi inoculado 1 mL da amostra em cada um dos tubos correspondentes a essa quantidade de inóculo. Após a inoculação de todos os volumes da amostra e/ou das diluições requeridas para o exame, a estante contendo os tubos inoculados foi armazenada em estufa de cultura $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, durante 24 ± 2 horas.

Após esse período foi realizada a leitura dos resultados, observando-se coloração amarela, indicativa do desenvolvimento de coliformes totais e para a observação de *Escherichia coli* foi utilizada uma lâmpada UV de 6W de potência e 365 nm de comprimento de onda para a confirmação da fluorescência (Figura 8).

Figura 8. Leitura dos coliformes totais e fecais pelo Método Colilert® após 24 horas de incubação.

Fonte: TONANI, 2008

4.2.5. Análise estatística

Para a análise estatística dos resultados obtidos foi utilizado o Programa Statística 8.0. A análise de variância – ANOVA foi utilizada a um critério de classificação, com o teste F para comparar a qualidade da água nos três pontos de coleta em relação aos parâmetros analisados.

A análise de variância foi aplicada às variáveis que satisfizeram as pressuposições de independência, homocedasticidade e normalidade. A suposição de igualdade de variância (homocedasticidade) requerida pela ANOVA foi verificada com o uso do teste de Levene. Para as variáveis que apresentaram diferenças entre os pontos de coleta foi realizado o teste de Tukey.

4.2.6. Implicações éticas

O presente trabalho foi dispensado da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa por não envolver diretamente seres humanos; no entanto, por questões éticas, foi preservada a identidade das instituições de ensino infantil pesquisadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Dados sobre os locais pesquisados

Nesta pesquisa foram analisados parâmetros para avaliar a qualidade da água de 20 instituições de ensino infantil distribuídas nas cinco regiões da cidade de Ribeirão Preto—SP (norte, sul, leste, oeste e central), em duas fases do ano de 2008. Foram coletadas amostras de água em três pontos distintos das escolas selecionadas (torneira de entrada, bebedouro e cozinha).

Durante a coleta de amostras de água de cada instituição também foram observadas algumas características dos locais de estudo, como as condições de infra-estrutura, manutenção e higiene de cada ponto de coleta.

Em 6 instituições (30%) foram observadas construções antigas, com destaque para uma delas, que funciona em uma antiga estação de trem adaptada, com aparente necessidade de reformas. A ocorrência de obras e/ou reformas durante a coleta de dados foi verificada em 1 instituição (5%), que estava sendo ampliada.

No momento da coleta de amostras de água de 1 instituição foi observada a ocorrência de falta de água e, ao se questionar a direção, a informação foi de falta de água desde 48 horas antes da coleta, tendo sido, por isso, solicitado um caminhão pipa pela escola ao Daerp, para abastecer o reservatório da instituição.

As coletas efetuadas nas torneiras de entrada (ponta da rede), em 12 instituições (60%), tiveram que ser realizadas no ramo mais próximo (torneira mais próxima da entrada), pois na ponta da rede, onde fica o registro, não havia torneira. Assim, o ramo utilizado foi o mais próximo, que recebia água proveniente do sistema de abastecimento público.

Segundo informações levantadas durante os contatos com a direção das instituições de ensino, em 75% delas, as caixas d'água estavam instaladas sob a lage e 25% eram do tipo torre de alvenaria.

Também, de acordo com informações fornecidas pela direção das instituições e pela Secretaria Municipal da Educação, a limpeza das caixas d'água das instituições de ensino do município é realizada por empresa terceirizada, que efetua a limpeza e analisa a qualidade da água a cada seis meses, porém, não tivemos acesso a nenhum documento a respeito desse procedimento. Também, foi informado que os filtros eram trocados a cada seis meses.

Quanto à situação encontrada nos bebedouros, observou-se que em 80% deles a água era proveniente da caixa d'água da instituição, possuindo, também, filtro, 15% recebiam água da rua com filtro e 5% água da rua sem filtro. Nas torneiras das cozinhas, 90% recebiam água da caixa d'água com filtro e 10% água da rua com filtro.

Foi também observada a presença de vazamento em alguns pontos de coleta, como em: 10% dos bebedouros, na primeira fase de coleta; 5% das torneiras; e, 15 % dos bebedouros, durante a segunda fase de coleta. Considerando a importância da água para a saúde e a necessidade de monitoramento e controle contínuos, destaca-se a necessidade de se evitar os tipos de problemas observados, o que exige, de certo modo, uma tomada de solução em curto espaço de tempo, a fim de se evitar o desperdício de água, visto que esse é um recurso de extrema importância para a sobrevivência humana e que está se tornando cada vez mais escasso.

Quanto às condições de higiene observadas no momento da coleta, todas as 20 instituições mostraram-se em boas condições, apresentando um ambiente limpo

e bem cuidado, principalmente os locais junto aos bebedouros. Durante as coletas efetuadas nas cozinhas, foi observada uma preocupação com a higiene e limpeza por parte das merendeiras de todas as instituições pesquisadas, com o pessoal de serviço devidamente paramentado para a manipulação de alimentos, com equipamentos de proteção como toucas descartáveis, avental e propé.

5.2. Dados analíticos

Além das características observadas em cada instituição de ensino, as amostras de água coletadas foram submetidas a análises laboratoriais quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

5.2.1. Características físicas

- **Turbidez**

Os valores de turbidez obtidos nas análises da água coletada nos três pontos de consumo das 20 instituições de ensino infantil, nas duas fases de coleta de dados, apresentaram-se na faixa de 0,19 a 2,08 UNT (APÊNDICE C). Esses valores mostram que todas as amostras analisadas encontravam-se de acordo com o VMP da Portaria do MS nº 518/04, que determina como valor máximo de turbidez na água para consumo humano 5,0 UNT.

Nas Figuras 9 e 10 estão apresentados os valores obtidos nas análises das amostras de água das instituições selecionadas. Na primeira fase, destaca-se que na instituição de número 3, as amostras de água coletadas do bebedouro e da cozinha apresentaram valores que se diferenciavam das demais, por apresentarem

valores mais elevados de turbidez. Considera-se que Isso possa ocorrer devido às partículas em suspensão dos reservatórios que abastecem esses pontos, embora estivessem de acordo com a legislação.

Na segunda fase de coleta de dados, todas as amostras coletadas mostraram-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria, embora as instituições de números 8, 10, 11, 13, 14, 19 e 20 apresentassem valores superiores em relação às demais, mas continuando dentro dos valores estabelecidos pela legislação.

Figura 9. Valores de turbidez em água utilizada para consumo de escolares de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes aos meses de maio a julho de 2008.

Figura 10. Valores de turbidez em água utilizada para consumo de escolares de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referentes aos meses de Setembro à Dezembro de 2008.

Através da análise estatística pode-se observar que não houve diferença significativa entre os grupos (torneira, bebedouro e cozinha) nas duas fases, uma vez que os valores de p foram maiores que 0,05, tendo sido encontrados os valores de $p=0,5625$ e $p=0,9681$ respectivamente para a primeira e segunda fase das coletas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão, Intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro turbidez.

	Média Torneira	IC (95%)	Média Bebedouro	IC (95%)	Média Cozinha	IC (95%)	Teste F p
Fase 1	0,34 (0,07)	0,30- 0,37	0,43 (0,36)	0,27- 0,60	0,42 (0,40)	0,23- 0,61	$p=0,5625$
Fase 2	0,43 (0,20)	0,33- 0,52	0,44 (0,21)	0,34- 0,53	0,42 (0,16)	0,34- 0,50	$p=0,9681$

IC: Intervalo de Confiança

*Entre parênteses: desvio padrão

Para fins de potabilidade, os valores de turbidez devem ser inferiores a 5,0 UNT e, a manutenção dos valores na rede de distribuição de água abaixo desse limite fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, uma vez que a turbidez, que é a presença de partículas em suspensão, pode atuar como “escudo” para os microorganismos patogênicos e assim minimizar a ação do desinfetante.

5.2.2. Características químicas

- **pH**

Das amostras de água analisadas para o parâmetro pH, coletadas nos três pontos de amostragem de cada instituição de ensino, na primeira fase de coleta, 81,67% apresentaram-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria MS nº 518/04, que determina que para a água de consumo humano, os valores devem permanecer na faixa de 6,0 a 9,5. Porém, 18,33% das amostras apresentaram valores de pH inferiores ao recomendado pela Portaria.

Na segunda fase de realização de coletas, 83,34% das amostras analisadas apresentaram valores dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 518, e 16,66% apresentaram valores inferiores ao determinado pela referida portaria.

Os resultados das leituras de pH obtidos na primeira e segunda fase de coleta de dados podem ser observados nas Figuras 11 e 12, respectivamente e no APÊNDICE D.

Pela Figura 11, referente à primeira fase de coleta, pode-se verificar inadequação dos valores de pH em alguns pontos de coleta em algumas

instituições, como: na instituição de número 8, na torneira e no bebedouro utilizado pelas crianças foram encontrados valores de pH inferiores ao recomendado pela Portaria. O mesmo foi observado para as instituições 10 e 13 nos três pontos de consumo; para a instituição 19, na torneira e instituição 20 na torneira e bebedouro.

Figura 11. Leituras de pH na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referente aos meses de maio a julho de 2008.

Na segunda fase de coleta, representada pela Figura 12 observa-se que as instituições: 8 na torneira e bebedouro; 10 na torneira, bebedouro e cozinha; 13 no bebedouro e cozinha e 20 na torneira, bebedouro e cozinha, também apresentaram valores de pH inferiores a 6,0.

Figura 12. Leituras de pH na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, referente aos meses de Setembro à Dezembro de 2008.

Vale lembrar que água com pH na faixa ácida é corrosiva, e, por isso é de extrema importância que seja realizado o controle e o monitoramento desse parâmetro pelos órgãos competentes visando assim, garantir a integridade da rede de abastecimento de água.

Também verificou-se que os valores de pH das torneiras de entrada em nove escolas (45%) na 1ª fase apresentaram, valores de pH inferiores aos valores obtidos nos bebedouros e cozinha e, para a 2ª fase esse percentual foi de 25%, equivalente a cinco escolas.

No entanto, baseando-se em análise estatística, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os grupos (torneira, bebedouro e cozinha) nas duas fases, pois os valores de $p < 0,05$, sendo $p = 0,2728$ para a primeira fase e $p = 0,9410$ para a segunda fase (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro pH.

	Média Torneira	IC (95%)	Média Bebedouro	IC (95%)	Média Cozinha	IC (95%)	Teste F p
Fase 1	6,40 (0,37)	6,22-6,57	6,56 (0,49)	6,33-6,79	6,60 (0,40)	6,42-6,79	p=0,2728
Fase 2	6,60 (0,45)	6,38-6,81	6,60 (0,60)	6,32-6,88	6,65 (0,47)	6,43-6,86	p=0,9410

IC: Intervalo de Confiança

**Entre parênteses: desvio padrão

Vale lembrar que nos sistemas de abastecimento, a manutenção dos valores de pH dentro da faixa recomendada pela legislação nacional é uma medida de extrema importância, uma vez que baixos valores de pH podem contribuir para a corrosão das tubulações das redes de abastecimento, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações.

- **Cloro residual livre**

Os resultados obtidos através das análises de cloro residual livre nas amostras de água pesquisadas ficaram no intervalo de 0,15 a 2,57 mg L⁻¹ (APÊNDICE E).

A Portaria MS nº 518/04 (2004) estabelece que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg L⁻¹ e mínimo de 0,2 mg L⁻¹ em qualquer ponto da rede de distribuição.

Comparando-se os resultados de cloro residual livre, apresentados nas Figuras 13 e 14, com os valores estabelecidos pela Portaria MS nº 518, observa-se que na primeira fase de coleta de amostras de água 85% estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação nacional, e 15% apresentavam valores fora dos padrões. Na segunda fase de coleta de dados, 98,34% das amostras

apresentavam valores dentro dos estabelecidos pela mesma Portaria, e 1,66% apresentavam-se fora dos padrões.

Observando a Figura 13 destaca-se que, na primeira fase de coleta de dados as instituições de número 6, para as amostras coletadas no bebedouro; número 10, amostras coletadas do bebedouro e da cozinha; número 18 amostra da cozinha; e, 20, amostra coletada da cozinha, apresentavam valores de cloro inferiores ao recomendado pela Portaria MS nº 518/04 (BRASIL, 2004), que determina, como valor mínimo de cloro residual livre, $0,2 \text{ mg L}^{-1}$. Essa concentração de cloro inferior ao recomendado pode ser devido ao maior tempo de contato do agente oxidante com substâncias presentes na tubulação.

Porém, as instituições de número 14, nas amostras de água coletadas na torneira de entrada; número 15, para as amostras da torneira e do bebedouro; número 17, para as amostras da torneira e instituição número 18 das amostras do bebedouro apresentavam valores superiores ao determinado pela referida portaria, que é de $2,0 \text{ mg L}^{-1}$. Isso se deve provavelmente a erros com a bomba dosadora de cloro, presentes no sistema de distribuição de abastecimento público.

Ao observar a Figura 14, referente aos resultados de cloro residual livre da segunda fase de coleta de dados, percebe-se que apenas a instituição de número 8, para amostra coletada da torneira, apresentou valor de cloro residual livre superior ao recomendado pela legislação. Todas as demais amostras se encontravam dentro dos valores estabelecidos pela legislação nacional.

Figura 13. Cloro residual livre na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, maio a julho de 2008.

Figura 14. Cloro residual livre na água utilizada para consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, setembro a dezembro de 2008.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a concentração de cloro residual decai ao longo da rede de abastecimento e sua manutenção depende das reações que ocorrem dentro da tubulação. A redução da concentração de cloro residual deve-se ao fato deste reagir, principalmente, com a matéria orgânica presente na tubulação, bem como na própria água, ocasionando uma possível formação de subprodutos clorados, que são considerados potencialmente carcinogênicos, como por exemplo, os trihalometanos e os ácidos haloacéticos (WHO, 2000).

Alguns casos de contaminação por cloro podem ser citados como, por exemplo, o ocorrido em 2000, em que 16 pacientes submetidos à hemodiálise em um hospital de Minas Gerais apresentaram reações hemolíticas compatíveis com sintomas de intoxicação por cloro e cloramina, devido à falta de um controle efetivo desse parâmetro. Após a realização das análises detectou-se uma concentração elevada, ou seja, $>2,75 \text{ mg L}^{-1}$ de cloro na água utilizada no processamento (CALDERARO; HELLER, 2001).

Em pesquisa realizada por Fluck et al. (1999) foi observado também que concentrações elevadas de cloro e cloraminas em águas de hemodiálise podem provocar graves reações em pacientes, com possíveis danos à saúde. Essa constatação realça a importância da efetiva vigilância dos sistemas de abastecimento de água em serviços de saúde, nem sempre observada com eficácia para evitar agravos à saúde dos pacientes. Igual cuidado deve ser estendido ao sistema de abastecimento público de água.

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos a partir da análise estatística aplicada aos resultados encontrados para o parâmetro cloro residual livre. Pode-se observar que, para a primeira fase o valor de $p < 0,0001$ ($p < 0,05$), e através do teste

de Tukey foi observada que houve diferença significativa quando comparadas amostras de água coletadas das torneiras de entrada com amostras dos bebedouros e amostras das torneiras com as amostras coletadas das cozinhas.

Quando comparadas as amostras coletadas das cozinhas com as amostras provenientes dos bebedouros, não foi verificada diferença estatística.

Em relação à segunda fase, onde o valor de $p = 0,0038$ ($p < 0,05$), também ocorreu diferença estatística na comparação entre as amostras das torneiras de entrada com as amostras dos bebedouros e amostras coletadas das torneiras e das cozinhas; porém, ao comparar as amostras coletadas dos bebedouros e das cozinhas, não foi observada diferença estatística.

Tabela 3. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro cloro residual livre.

	Média Torneira	IC (95%)	Média Bebedouro	IC (95%)	Média Cozinha	IC (95%)	Teste F P	Teste Tukey
Fase 1	1,44 (0,51)	1,21-1,68	0,65 (0,63)	0,35-0,94	0,64 (0,49)	0,41-0,87	$P < 0,0001^*$	T≠B T≠C B=C
Fase 2	1,31 (0,39)	1,13-1,49	0,65 (0,41)	0,46-0,84	0,43 (0,16)	0,35-0,51	$p = 0,0038$	T≠B T≠C B=C

IC: Intervalo de Confiança

* $p = 0,000009$ **Entre parênteses: desvio padrão

O consumo do cloro residual nas redes de distribuição ocorre devido a muitos fatores, que inclui a velocidade do escoamento, o tempo de residência, o diâmetro da tubulação, o decaimento na massa de água e o decaimento na região da parede da tubulação (CLARK; ROSSMAN; WYNER, 1995).

As características da água na saída do reservatório alteram-se ao longo do seu percurso pela rede de distribuição, inclusive podendo haver redução da desinfecção residual. Os sistemas de distribuição de água apresentam características semelhantes a um reator, onde ocorrem reações de origens químicas

e biológicas no escoamento e/ou entre a água e o material do reservatório e da tubulação (MARTINHO et al, 2006).

Sendo assim, torna-se necessário um controle da concentração de cloro residual livre, visto que esse é um eficiente agente desinfetante que propicia um controle microbiológico da água para consumo humano sem causar danos à saúde da população se mantido dentro do limite estabelecido pela legislação.

- **Nitrato**

Os resultados das análises de nitrato das amostras coletadas dos três pontos de consumo das 20 instituições de ensino infantil nas duas fases de coleta de dados variaram entre não detectado e 0,98 mg L⁻¹. Segundo a Portaria MS nº 518/04 (BRASIL, 2004), a concentração máxima permitida de nitrato na água destinada ao consumo humano é de 10 mg L⁻¹.

Nesta pesquisa, todos os valores obtidos para nitrato encontravam-se dentro das exigências da legislação nacional.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de nitrato encontrados nas duas fases de coleta de dados das 20 instituições de ensino. Pode-se observar que o maior valor encontrado foi para a amostra coletada do bebedouro da instituição de número 5 na segunda fase. Nessa mesma instituição, observa-se que as amostras coletadas na segunda fase, dos três pontos de coleta apresentavam valores superiores aos encontrados na primeira fase.

Outro fato verificado foi que em 33 amostras de água não foi detectada a presença de nitrato. Isso pode ser explicado devido ao fato das concentrações de nitrato apresentarem-se abaixo do limite de detecção do aparelho (limite de detecção

>0,0001), o que não significa que não tenha nitrato nas amostras, mas sim que ele não foi detectado pelo aparelho utilizado para as análises.

Pela Tabela 4 pode-se verificar que a instituição de número 9, para todas as amostras coletadas dos três pontos de consumo, os resultados não foram detectados. Na instituição de número 17, foi encontrado nitrato apenas na amostra de água coletada da cozinha, na primeira fase de coleta de dados.

Tabela 4. Resultados de nitrato nas amostras de água coletadas de 20 instituições de ensino infantil nas duas fases de coleta de dados.

Escolas	Concentração de Nitrato (mg L ⁻¹)					
	Torneira		Bebedouro		Cozinha	
	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase
1	0,13	0,10	0,07	n/d	0,08	n/d
2	0,03	n/d	0,11	n/d	0,13	n/d
3	0,05	0,01	0,13	n/d	0,07	n/d
4	0,10	n/d	0,04	n/d	0,11	n/d
5	0,38	0,86	0,40	0,98	0,38	0,96
6	0,26	0,03	0,22	0,30	0,10	0,09
7	0,06	0,12	0,03	n/d	n/d	n/d
8	0,31	0,64	0,28	0,42	0,25	0,28
9	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
10	0,14	0,09	0,11	0,21	n/d	n/d
11	0,21	0,23	0,17	0,15	0,11	0,60
12	n/d	0,5	0,48	0,35	0,22	0,18
13	0,55	0,16	0,38	0,47	0,33	0,16
14	0,90	0,01	n/d	0,03	0,13	n/d
15	0,10	0,08	0,11	0,07	0,11	0,13
16	0,10	0,04	0,05	0,16	0,08	0,05
17	n/d	n/d	n/d	n/d	0,05	n/d
18	0,66	0,61	0,67	0,67	0,52	0,71
19	0,02	n/d	n/d	n/d	n/d	0,02
20	0,55	0,64	0,42	0,35	0,56	0,43

n/d – não detectado

Limite de detecção >0,0001mg L⁻¹

Vale lembrar que o nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais, ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas (APHA, 1992).

O consumo de nitrato por meio de água de abastecimento público está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e à formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BOUCHARD; WILLIAMS; SURAMPALLI, 1992).

Na Tabela 5 estão apresentados valores médios das amostras coletadas em cada ponto, além do desvio padrão, intervalo de confiança e valor de p, para as duas fases de coleta de dados obtidos através da análise estatística.

A partir dos resultados encontrados por meio da análise estatística dos dados (Tabela 5), observa-se que, na primeira fase de coleta de dados não houve diferença estatística entre os três pontos de consumo, pois o valor de $p > 0,05$ ($p = 0,6049$). O mesmo ocorreu na segunda fase, em que não foi observada diferença estatística, uma vez que os valores de $p > 0,05$ ($p = 0,6328$).

Tabela 5. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro nitrato.

	Média Torneira	IC (95%)	Média Bebedouro	IC (95%)	Média Cozinha	IC (95%)	Teste F P
Fase 1	0,23 (0,26)	0,11-0,34	0,18 (0,19)	0,09-0,27	0,16 (0,17)	0,08-0,24	$p = 0,6049$
Fase 2	0,17 (0,26)	0,05-0,29	0,24 (0,28)	0,10-0,37	0,16 (0,26)	0,04-0,28	$p = 0,6328$

IC: Intervalo de Confiança

*Entre parênteses: desvio padrão

Devido ao fato que, em concentrações elevadas o nitrato pode oferecer risco à saúde humana, ressalta-se a necessidade dos órgãos responsáveis pela distribuição da água estar sempre atentos a possíveis desvios dos níveis aceitáveis de poluentes na água.

- **Flúor**

De acordo com a Resolução SS-65 de 12 de abril de 2005, da Secretaria da Saúde do estado de São Paulo (BRASIL, 2005), em seu artigo nº 12, os sistemas de abastecimento de água são obrigados a manter a concentração de íon fluoreto no intervalo 0,6 a 0,8 mg L⁻¹.

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios de flúor nas amostras analisadas de diferentes pontos de consumo de 20 instituições de ensino infantil nas duas fases de coleta.

Tabela 6. Valores médios das concentrações de íon fluoreto nas amostras analisadas de diferentes pontos de consumo de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP, nas duas fases de coleta de dados.

Escolas	Concentração íon fluoreto (mg L ⁻¹)					
	Torneira		Bebedouro		Cozinha	
	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase
1	0,25	0,58	0,17	0,43	0,24	0,44
2	0,26	0,39	0,22	0,39	0,50	0,39
3	0,30	0,38	0,23	0,21	0,29	0,19
4	0,33	0,34	0,28	0,31	0,27	0,33
5	0,28	0,36	0,23	0,40	0,29	0,33
6	0,40	0,41	0,36	0,36	0,37	0,38
7	0,27	0,30	0,29	0,31	0,27	0,23
8	0,14	0,36	0,16	0,33	0,20	0,33
9	0,29	0,24	0,34	0,24	0,32	0,24
10	0,35	0,02	0,26	0,25	0,33	0,10
11	0,39	0,45	0,55	0,42	0,54	0,38
12	0,29	0,33	0,27	0,32	0,30	0,25
13	0,32	0,01	0,33	0,04	0,33	0,01
14	0,35	0,28	0,31	0,33	0,33	0,34
15	0,46	0,43	0,41	0,50	0,39	0,45
16	0,29	0,41	0,25	0,36	0,26	0,35
17	0,31	0,37	0,30	0,43	0,30	0,49
18	0,27	0,38	0,24	0,42	0,24	0,54
19	0,42	0,43	0,30	1,45	0,32	0,54
20	0,30	0,81	0,28	1,09	0,29	1,68

Na Figura 15 são apresentados os resultados das análises das amostras de água das torneiras de entrada nas duas fases de coleta. A partir da Tabela 6 e da Figura 15, pode-se observar que nenhuma amostra se apresentou dentro dos parâmetros que constam na Resolução SS-65/2005. Na primeira fase de coleta de dados, todas as instituições apresentavam valores inferiores ao mínimo recomendado pela Resolução, que é de $0,60 \text{ mg L}^{-1}$.

Para a segunda fase, foi verificado que as amostras se mostravam em desacordo com a legislação, uma vez que amostras provenientes de 19 instituições apresentavam valores inferiores ao mínimo recomendado, com destaque para as instituições de número 10 e 13, que apresentavam valores muito baixos, $0,02$ e $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ de flúor respectivamente. A instituição de número 20, ao contrário das demais, apresentou valor superior ($0,81 \text{ mg L}^{-1}$) ao recomendado pela referida resolução, que é de $0,80 \text{ mg L}^{-1}$.

Figura 15. Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas das torneiras (ponta da rede) de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP referentes às duas fases de coleta de dados (maio a dezembro de 2008).

Analisando a Figura 16, que apresenta os resultados das amostras de água coletadas nos bebedouros das 20 instituições e a Tabela 6, observa-se que, na primeira fase de coleta de dados, todas as amostras se apresentaram em desacordo com a Resolução SS-65/2005, pois apresentaram valores inferiores ao mínimo recomendado.

Na segunda fase de coleta de dados, foi encontrado um elevado número de instituições (18) com amostras de águas que estavam com valores inferiores ao recomendado pela Resolução, com destaque para a instituição de número 13, com valor muito baixo de flúor na água do bebedouro ($0,04 \text{ mg L}^{-1}$). As instituições de número 19 e 20 apresentaram valores superiores ao estabelecido pela legislação, $1,45$ e $1,09 \text{ mg L}^{-1}$ respectivamente.

Figura 16. Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas dos bebedouros de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP referentes às duas fases de coleta de dados (maio a dezembro de 2008).

Na Figura 17 são apresentados os resultados das análises de flúor nas cozinhas das 20 instituições de ensino. A partir dos resultados apresentados na Tabela 6 e na Figura 17, observa-se que, na primeira fase, todas as amostras

estavam em desacordo com a legislação, pois apresentavam valores inferiores ao recomendado.

Na segunda fase, a instituição de número 20 apresentou-se em desacordo com a legislação por apresentar valores superiores ao recomendado ($1,68 \text{ mg L}^{-1}$). A instituição de número 13 apresentou valor de flúor muito baixo ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$), fato esse que se repetiu nos três pontos de consumo durante a segunda fase de coleta de dados.

Figura 17: Resultado das leituras do íon fluoreto em amostras de água coletadas das cozinhas de 20 instituições de ensino infantil de Ribeirão Preto-SP referentes às duas fases de coleta de dados (maio a dezembro de 2008).

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 6 e nas Figuras 15, 16 e 17 e, comparando-se com os valores recomendados pela Resolução SS-65/2005, observa-se que, de todas as amostras coletadas das 20 instituições de ensino infantil dos diferentes pontos de consumo, nenhuma se apresentou dentro dos padrões estabelecidos para o consumo humano, sendo que 97,5% das amostras analisadas apresentavam valores inferiores ao mínimo recomendado e 2,5% apresentavam valores acima do máximo permitido.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram observados por Maia et al. (2003) que objetivou avaliar o controle operacional da fluoretação da água na estação de tratamento que abastece o município de Niterói. Nesse estudo, 96% das amostras analisadas apresentaram valores inadequados de flúor.

Igualmente em estudo realizado por Lima et al. (2004), visando monitorar níveis de flúor na água de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, durante 24 meses, os resultados foram inconstantes, predominando níveis insuficientes de flúor no primeiro trimestre da pesquisa, com um aumento no número de amostras com concentração ideal em uma segunda fase da pesquisa; porém, também houve o aparecimento de alguns pontos que revelaram excesso de flúor. Essa pesquisa mostrou que o heterocontrole é fundamental para buscar a manutenção de um correto programa de fluoretação.

Na mesma direção, Toassi et al. (2007), com o objetivo de verificar de forma periódica e sistemática o teor de flúor na água de abastecimento público de Lages, Santa Catarina, revelou que 45,8% das 120 amostras de água coletadas apresentaram teores inadequados de flúor, sendo 10% com teores insuficientes – abaixo de $0,7 \text{ mg L}^{-1}$, e 35,8% com teores excessivos – acima de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Deve-se lembrar que Ribeirão Preto é uma cidade com temperaturas elevadas praticamente durante o ano todo; além disso, as pessoas, principalmente crianças, ingerem uma elevada quantidade de água, que não é a única fonte de flúor para a população, o que também pode se dar através da dieta e pela utilização de dentifrício fluoretado.

Além da água de abastecimento público, ocorre hoje um incremento no consumo individual de produtos fluoretados tais como gomas de mascar, sucos

industrializados, alimentos infantis, leite em pó e água mineral, entre outros (AERTS; ABEGG; CESA, 2004).

Nesta pesquisa, pelo tratamento estatístico, pôde-se constatar que não houve diferença significativa entre os grupos para as duas fases de coleta, pois $p > 0,05$ ($p = 0,195493$ na primeira fase e $p = 0,455319$ na segunda fase). Os valores encontrados na análise estatística dos dados podem ser observados na Tabela 7, onde são apresentados também os valores médios para cada grupo, o intervalo de confiança e desvio padrão nas duas fases de coleta.

Tabela 7. Valores médios, desvio padrão, intervalo de confiança e p dos grupos analisados nas duas fases de coleta de amostras de água para o parâmetro flúor.

	Média Torneira	IC (95%)	Média Bebedouro	IC (95%)	Média Cozinha	IC (95%)	Teste F p
Fase 1	0,31 (0,07)	0,29-0,33	0,29 (0,09)	0,27-0,31	0,32 (0,11)	0,29- 0,35	p=0,1955
Fase 2	0,36 (0,17)	0,32-0,40	0,43 (0,30)	0,35-0,51	0,40 (0,36)	0,31- 0,49	p=0,4553

IC: Intervalo de Confiança

*Entre parênteses: desvio padrão

A fluoretação de águas de abastecimento é uma medida de saúde pública de amplo alcance que é capaz de atingir várias faixas etárias e sociais, e que responde pela redução da prevalência da cárie dentária em torno de 40 a 60% quando comparadas regiões fluoretadas e não fluoretadas (TERNER; CURY, 1992).

As principais vantagens da utilização de flúor são: não exigir esforço algum daqueles que dele se beneficiam, ser eficiente, seguro e barato, proporcionando uma comprovada redução na incidência de cárie dental. Contudo, para que sua ação efetiva seja estabelecida, uma exposição constante é requerida, uma vez que em cidades onde o processo foi interrompido, uma queda no efeito inibidor desse elemento pode ser observada (CHAVES, 1986).

Um aspecto a ser levado em consideração em relação ao emprego dos fluoretos na promoção de saúde bucal relaciona-se as suas dosagens. As sub-dosagens reduzem progressivamente os benefícios, enquanto as descontinuidades no processo de fluoretação reduzem os benefícios de maneira mais brusca. Por outro lado, as sobre-dosagens provocam alterações sobre a estrutura do esmalte dental, ocasionando a chamada fluorose dental (NARVAI, 2001).

Sabe-se que a fluorose é uma alteração que ocorre devido ao excesso de ingestão de flúor durante a fase de maturação do esmalte dental, manifestando-se clinicamente pela alteração de cor do esmalte, que pode assumir uma tonalidade esbranquiçada ou exibir pequenas manchas ou linhas brancas. Nos casos mais graves adquire uma coloração acastanhada, resultante de um esmalte poroso, no qual se depositam os corantes introduzidos na cavidade bucal, principalmente durante a alimentação. Atualmente, a maior causa de fluorose é a ingestão de produtos fluoretados em locais onde já existe água fluoretada, sendo o mais comum a ingestão de dentifrícios fluoretados por crianças (RODRIGUES, 1999).

As manifestações dependem da quantidade de flúor ingerida, do tempo de exposição, da idade, do peso e do estado nutricional do indivíduo (FRAZÃO et al., 2004).

Assim, de acordo com Brienza (2005), para garantir a segurança e os benefícios da fluoretação da água, minimizando o risco de fluorose, torna-se necessário não apenas o controle operacional, mas também a vigilância do processo, de forma a se evitar a irregularidade no processo de fluoretação.

Os resultados obtidos no presente estudo revelam a necessidade de se estabelecer um controle efetivo dos teores de flúor na água de abastecimento público, pois a continuidade do processo com valores adequados de flúor é

fundamental para a eficácia do processo de fluoretação das águas de abastecimento na redução da cárie dental, além de que, de acordo com Brienza (2005), “da forma irregular com que o flúor chega a alguns setores da cidade, com teores abaixo do recomendado, representam desperdício de recursos públicos, seja através dos insumos sub-utilizados, ou dos recursos humanos envolvidos na implementação e acompanhamento desse processo”.

5.2.3. Características microbiológicas

- **Coliformes totais e fecais**

Quanto à presença de coliformes totais e fecais na água analisada dos três pontos de coleta realizada em cada uma das 20 instituições de ensino infantil selecionadas para esta pesquisa, foi detectada ausência desses indicadores em 100 mL de água (equivalente a $<1,1$ NMP/100 mL). Assim, todas as amostras apresentavam-se de acordo com a Portaria MS nº 518/04 (BRASIL, 2004).

Ao contrário do que foi observado neste estudo, é comum encontrar trabalhos na literatura científica com resultados positivos para este indicador, como no estudo de Carvalho; Silva (1997), que encontraram contaminações nas águas de bebedouro de escolas públicas municipais em Vitória-ES.

Alves; Odorizzi; Goulart (2002) analisaram microbiologicamente a água de abastecimento público da cidade de Marília-SP e identificaram 5,5% das amostras contaminadas por coliformes totais.

Calazans et al. (2004) analisaram a qualidade da água de nove creches do ponto de vista bacteriológico encontrando duas creches com água imprópria para o

consumo e, das outras sete creches que apresentaram água em condições adequadas; em uma delas a água apresentava-se adequada para consumo na ponta da rede, porém, após passar pelo reservatório apresentava-se inadequada para o consumo.

Pesquisa realizada no município de Ibiúna-SP avaliou a qualidade da água no cavalete (torneira de entrada) das escolas e no ponto de consumo (bebedouros), encontrando 3,57% das amostras dos cavaletes contaminadas por coliformes totais e *E. coli*. No ponto de consumo a porcentagem foi maior, 21,42% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais e *E. coli* (SOTO et al., 2005).

Estudo realizado no Recife-PE avaliou a qualidade da água de 35 escolas públicas quanto à qualidade bacteriológica da água, obtendo um resultado de 13 dessas escolas apresentando água imprópria para consumo. Esses resultados foram enviados aos diretores das escolas junto com informações e sugestões para a resolução dos problemas e, após três meses, a água dessas escolas foi novamente analisada e foi observado que 23% das escolas continuaram a apresentar coliformes totais e/ou termotolerantes (FEITOSA-NETO et al., 2006).

Pesquisa realizada em escolas de Salvador-BA encontrou em 32% das escolas estaduais e 22% das municipais, presença de bactérias do grupo coliforme (CARDOSO et al., 2007).

Compilando todos os resultados das amostras de água analisadas nos diferentes pontos de consumo de 20 instituições de ensino infantil da cidade de Ribeirão Preto-SP, selecionadas para este estudo, observa-se que apesar de terem sido encontrados alguns parâmetros dentro dos limites legais, é preciso que seja realizado o monitoramento em todas as fases do abastecimento da água, bem como

ações educativas das autoridades em relação à manutenção dos reservatórios das escolas.

De acordo com Renzetti; Dupont (2004) a responsabilidade pelo fornecimento de água com qualidade à população é do estado e do município, e todas as operações de tratamento e abastecimento, devem ser realizadas com máximo rigor.

Dessa forma, deve-se destacar a importância do controle e do monitoramento da qualidade da água para consumo humano pelas autoridades sanitárias. Também deve ser lembrado que, embora as empresas responsáveis pela distribuição da água de um município controlem o processo de tratamento e distribuição, assegurando a qualidade exigida pela legislação, também são necessárias ações de fiscalização e vigilância dos municípios.

6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos com esta investigação, pode-se concluir que:

- As condições de higiene observadas no momento das coletas de dados dos pontos de coleta de todas as instituições pesquisadas mostravam-se adequadas; porém foram observados vazamentos em 10% dos bebedouros na primeira fase de coleta, e em 5% das torneiras e 15 % dos bebedouros durante a segunda fase de coleta.
- Quanto ao parâmetro turbidez, todas as amostras encontravam-se dentro dos valores estabelecidos pela Portaria MS nº 518/04 (BRASIL, 2004);
- Em relação ao pH, amostras provenientes de 5 instituições (18,33%), na primeira fase de coleta, e de 4 instituições (16,66%), na segunda fase, apresentavam valores de pH inferiores ao recomendado pela legislação nacional;
- Para os valores de pH, foi observado que 4 instituições (20%) apresentavam inadequações tanto na primeira, quanto na segunda fase de coleta de dados.
- Quanto ao cloro residual livre, na primeira fase, 85% das amostras analisadas apresentavam-se de acordo com a legislação nacional e 15% em desacordo. Na segunda fase, 98,34 % das amostras mostravam-se adequadas em relação à legislação e a amostra de água coletada da torneira de entrada de 1 instituição (1,66%) apresentava valor superior ao recomendado pela Portaria MS nº518/04;
- Em 5 instituições de ensino (25%) foi verificada a presença de cloro residual livre com valores inadequados somente na primeira fase de coleta de dados e, para a segunda fase, apenas uma instituição apresentou valor de cloro

residual livre inadequado, o que não foi observado na primeira fase por essa instituição.

- Todas as amostras analisadas estavam de acordo com os padrões para consumo estabelecidos pela Portaria nº 518 para o parâmetro nitrato;
- Em relação ao flúor, todas as amostras analisadas apresentavam-se em desacordo com a Resolução SS-65/05 (BRASIL, 2005);
- As 20 instituições de ensino infantil pesquisadas apresentavam-se em desacordo com a legislação em relação ao flúor e, em 50% delas, além do flúor, apresentavam também valores inadequados de pH e/ou cloro residual livre.
- Todas as amostras apresentavam-se de acordo com a Portaria MS nº 518/04 em relação às análises microbiológicas, apresentando ausência do grupo coliforme nas amostras de água analisadas;

De modo geral, os resultados revelam a necessidade de se manter um sistema de monitoramento e controle para a adequada vigilância da qualidade da água para consumo de escolares.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi realizado em instituições de ensino infantil, considerados locais que devem oferecer, além de formação educacional, segurança aos alunos, por meio de uma infra-estrutura adequada, com limpeza e condições adequadas de higiene e alimentação.

Nesse contexto, a qualidade da água ocupa um papel básico e fundamental, visto que a criança permanece grande parte do dia nessas instituições escolares e também pela vulnerabilidade da saúde dessa faixa etária.

Os resultados obtidos revelam igualmente a possibilidade de se encontrar uma variação dos indicadores de potabilidade da água em situações como as do cenário desse estudo.

Sabe-se que as bactérias do grupo coliforme são indicadores freqüentemente encontrados em pesquisas relacionadas à qualidade da água para consumo humano. O fato desse grupo não ter sido detectado nas amostras de água analisadas no presente estudo não significa que não haja falhas e pontos críticos na rede de abastecimento público bem como no armazenamento da água em reservatórios, apenas retrata uma realidade amostral num dado momento.

A avaliação da qualidade da água deve ser feita de forma integrada, considerando-se o conjunto das informações de caráter físico, químico e biológico. Os diversos parâmetros aqui apresentados constituem instrumentos de avaliação que podem ser agrupados para contemplar as características mais relevantes da qualidade da água de abastecimento público.

Tanto o controle operacional da qualidade da água, exercido pelo órgão responsável pelo abastecimento público, quanto a sua vigilância, por meio dos

órgãos ambientais de saúde pública, são instrumentos essenciais para a garantia da proteção à saúde da população e, se realizados com frequência adequada e nos pontos mais vulneráveis do sistema, podem colaborar para uma visão da probabilidade de ocorrência de episódios que podem comprometer sua potabilidade, o que permite identificar possíveis ocorrências negativas e assim impedi-las ou evitá-las, dentro das premissas do sistema de vigilância ambiental em saúde do país.

Apesar dos esforços institucionais, das áreas da saúde e meio ambiente, no sentido de se promover a melhoria da qualidade da água consumida no país nos últimos anos, com a introdução de legislações atualizadas que estabelecem os valores máximos permitidos de parâmetros utilizados para o controle da potabilidade da água, ainda há muito a ser feito em relação ao monitoramento e controle da qualidade da água em unidades escolares.

Com os resultados obtidos nessa pesquisa, além de contribuir para um diagnóstico da qualidade da água consumida por escolares, fornecendo informações para as autoridades sanitárias na implantação de medidas compatíveis para a manutenção da qualidade da água, espera-se também fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas relacionadas à água para consumo humano.

8. REFERÊNCIAS²

AERTS, D.; ABEGG, C.; CESA, K. O papel do cirurgião dentista no Sistema Único de Saúde. **Rev. Ciênc. Saúde Coletiva**, v.9, n.1, p.131-138, 2004.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Rev. Saúde Pública**, v.32, p.160-165, 1998.

AL-SALEH, I. A. Trace elements in drinking water coolers collected from primary schools, Riyadh, Saudi Arabia. **Sci. Total. Environ.**, v.29, n.181, p. 215-221, 1996.

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Rev. Saúde Pública**, v.36, n.2, 2002.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standart methods for the examination of water and wastewater**, 16.ed., New York, 1992.

_____. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington DC, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Proágua**. Disponível em: <<http://proagua.ana.gov.br/proagua>>. Acesso em 12 de novembro de 2008.

ARAÚJO, I. C.; ARAGÃO, M. V.; MELO, C. S.; ARAÚJO, J. L. N.; BARROSO, R. F. Fluoretação das águas dos sistemas de abastecimento públicos. **JAO**, n.35, p.24-25, 2002.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA. **Water quality and treatment: a handbook of community water supplies**. New York: Mcgraw Hill. 1990.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman. 622p., 2002.

BARCELLOS, C.; COUTINHO, K.; PINA, M. F.; MAGALHÃES, M. M. A. E.; PAOLA, J. C. M. D.; SANTOS, S. M. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde:

²De acordo com ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

Análise de riscos à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando sistemas de informações geográficas. **Cad. Saúde Pública**, v.14, p.597-605, 1998.

BARRETO, M. L.; GENSER, B.; STRINA, A.; TEIXEIRA, M. G.; ASSIS, A. M. O.; REGO, R. F.; TELES, C. A.; PRADO, M. S.; MATOS, S. M. A.; SANTOS, D. N.; dos SANTOS, L. A.; CAIRNCROSS, S. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. **Lancet**, v.370, p.1622-1628, 2007.

BAZZOLI, N. **O uso da desinfecção no combate à cólera**. Apostila da Fundação Nacional de Saúde – Coordenação Regional de Minas- Gerais. Recife: FNS/Opas. (Mimeo.) 1993.

BLANCO – HERNANDÉZ, A. L.; ALONSO – GUTIERREZ, D.; JIMENEZ de BLAS, O. Estudio de los niveles de plomo, cádmio, cinc y arsénico em águas de La Província de Salamanca. **Rev. Esp. Salud Publica**, v.72, n.1, p.53-65, 1998.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. K.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of ground water: sources and potencial health effects. **J. Am. Water Works Assoc.**, v.84, p.85-90, 1992.

BRANCO, S. M. Aspectos institucionais e legais do controle da poluição. In: **Hidrologia ambiental**, p.349-373, São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/Edusp. 1991.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF: Senado, 1988.

_____. Lei nº 8080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, 1990.

_____. Ministério da Saúde. **Parecer técnico de 24 de agosto de 1999, do Comitê Técnico - Científico (CTC) de assessoramento à área técnica de saúde bucal do Ministério da Saúde**. DF, Brasil, com o objetivo de esclarecer seu posicionamento técnico-científico sobre o método de fluoretação da água de abastecimento público. Brasília: Ministério da Saúde; 1999.

_____. Lei n.º 9.984, de 17 de Julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional

de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. 2000a.

_____. Decreto nº 3692, de 19 de Dezembro de 2000. Dispõe sobre a instalação, aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos comissionados e dos cargos comissionados técnicos da Agência Nacional de Águas – ANA, e dá outras providências. 2000b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Declaração universal dos direitos da água**. Porto Seguro: MMA/SRH, 2000.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, DF, 2004.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed., 408p. 2007.

_____. Ministério das Cidades. 2008. **Brasil no ano internacional do saneamento**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/saneamento2008>> acesso em 17 de setembro de 2008.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 2004.

_____. Ministério da Saúde. Resolução SS-65, de 12 de abril de 2005. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no estado de São Paulo e dá outras providências. 2005.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de vigilância em saúde. Vigilância Ambiental em Saúde. Sistema de informação de vigilância da qualidade da água para consumo humano - **Siságua**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=21562> Acesso em 17 de setembro de 2009.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 212p., 2006a.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília. 284p., 2006b.

BRIENZA, J. A. **A fluoretação das águas de abastecimento público no município de Ribeirão Preto (SP)**. 2005. 148p. Dissertação (mestrado em Saúde Pública). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2005.

BRYANT, S. D. Lead-contaminated drinking waters in the public schools of Philadelphia. **J. Toxicol. Clin. Toxicol.**, v.42, n.3, p. 287-294, 2004.

BUENDIA, O. C. **Fluoretação de águas**: manual de orientação prática. São Paulo, American. Med, 138p, 1996.

BURT, B. A. The changing patterns of systemic fluoride intake. **J. Dent. Res.**, v.71, n.5, p.1228-1237, 1992.

BURT, B. A.; KEELS, M. A.; HELLER, K. E. The effects of a break in water fluoridation on the development of dental caries and fluorosis. **J. Dent. Res.**, v.79, n.2, p.761-769, 2000.

BURT, B. A.; KEELS, M. A.; HELLER, K. E. Fluorosis development in seven age cohorts after an 11-month break in water fluoridation. **J. Dent. Res.**, v.82, n.1, p.64-68, 2003.

BUSS, P. M. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Rev. Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 5, n.1, p.163–177, 2000.

BUZALAF, M. A.; de ALMEIDA, B. S.; OLYMPIO, K. P.; CARDOSO, V. E. S.; PERES, S. H. C. S. Enamel fluorosis prevalence after a 7-year interruption in water fluoridation in Jaú, São Paulo, Brazil. **J. Public Health Dent.**, v.64, n.4, p.205-208, 2004.

CALAZANS, G. M. T.; MOURA, G. J. B.; ARAÚJO, J. M.; SOUSA, M. F. V. Q. Análises Bacteriológicas da Água em Escolas Públicas. In: I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2002, João Pessoa/PB. **Anais do I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. João Pessoa, v.1, 2002.

CALAZANS, G. M. T.; ALMEIDA, F. R.; JÁCOME Jr, A. T.; ESPINDULA, J. C. Análises bacteriológicas de águas provenientes de creches, asilos e poços

artesianos situados próximos ao Campus da UFPE. In: **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. Belo Horizonte, 2004.

CALDERARO, R. V. V.; HELLER, L. Surto de reações hemolíticas associado a residuais de cloro e cloraminas na água de hemodiálise. **Rev. Saúde Pública**, v.35, n.5, São Paulo, 2001.

CARDOSO, R. C. V.; ALMEIDA, R. C. C.; GUIMARÃES, A. G.; GÓES, J. A. W.; SILVA, S. A.; SANTANA, A. A. C.; HUTTNER, L. B.; VIDAL Jr, P. O.; FIGUEIREDO, K. V. N. A. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA. **Rev.Inst.Adolfo Lutz**, v.66, n.3, p.287-291, 2007.

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos**: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo. Editora Edgard Blücher – FAPESP. 253p, 1994.

CARVALHO, A. I. Da saúde pública às políticas saudáveis: saúde e cidadania na pós – modernidade. **Rev. Cienc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 104-121, 1996.

CARVALHO, M. T.; SILVA, N. S. P. Análise da água consumida nas creches e escolas municipais de Vitória-ES segundo os padrões da potabilidade. **Inf. Epidemiol.SUS**, v.6, n.2, p.15-20, 1997.

COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL COOPERATION - CEC. **Children's health and the environment in North America**: a first report on available indicators and measures. 144p., 2006. Disponível em: <http://www.cec.org.br/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=1813> Acesso em 03 de abril de 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB Secretaria de obras e do meio ambiente. **Poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1977.

_____. **Variáveis de qualidade das águas**. 2001. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#zinco>> Acesso em 12 de novembro de 2008.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL - CDC. Public Health Service report on fluoride benefits and risks. **J. Am. Dent. Ass.**, v.266, n.8, p.1661-1662, 1991.

CHAVES, M. M. **Odontologia social**. 3.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1986.

CLARK, R.; ROSSMAN, L. A.; WYNER, L. J. Modeling distribution system water quality: regulatory implications. **J. Water Resour. Plann. Manag.**, v. 121, p. 423-428, 1995.

CONEZA-VITÓRIA, V. F. Guia metodologica para la evaluacióne del impacto ambiental. **Ediciones Mundi-prensa**, Madrid, España. 3.ed. 412p, 1998.

CURY, J. A. Uso do flúor. In: BARATIERI, L. N. et al. **Dentística: procedimentos preventivos e restauradores**. São Paulo. Quint., cap.2, 1989.

CURY, J. A. Flúor: dos 8 aos 80 anos? In: BOTTINO, M. A.; FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo, Artes Médicas, 1992.

CURY, J. A. Fluoretação da água: benefícios, riscos e sugestões. **Rev. Odont. Brasil Central**, v.2, n.5, p.32-34. 1992.

CURY, J. A. Uso do flúor. In: BARATIERI, L. N. **Dentística: procedimentos preventivos e restauradores**. 3.ed. São Paulo, p.43-67, 1993.

DANTAS, N. L.; DOMINGUES, J. E. G. Sistema de vigilância dos teores de flúor na água de abastecimento público de Curitiba. **Divulg. Saúde Debate**, n.13, p.70-82, 1996.

DEAN, H. T.; ARNOLD, F. A.; ELVOLVE, E. Domestic water and dental caries: V. Additional studies of the relation of fluoride domestic waters to dental caries experience in 4,425 children, aged 12-14 years, of 13 cities in 4 states. **Public. Health Rep.**, v.57, p.1155-1179, 1942.

DEININGER, R. A.; CLARK, R. M.; HESS, A. F.; BERNSTAM, E. V. Animation and visualization of water quality in distribution systems. **J. Am. Water Works Ass.**, v.84, p.48-52, 1992.

DIAS, L. F. S. **Estudo da localização otimizada de equipamentos para detecção de contaminação em redes de distribuição de água**. 2006. 144f. Dissertação (mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2006.

DURMISEVIC, S.; IMAMOVIC, D.; DURMISEVIC, J. Status of the quality of drinking water provided to schools in the area of the Zenj-Doboj Canton. **Med Arh.**, v.52, n.4, p.211-213, 1998.

EUROPEAN ENVIRONMENT AND HEALTH COMMITTEE - EEHC. **Children's health and the environment**. EUR/ICP/EHCO, p.3-12, 1999.

FASSMAN, D. R. Prenatal fluoridation: a literature review. **NY State Dent. J.**, v.59, p.47-51, 1993.

FEITOSA-NETO, C.; SILVA, J. L.; MOURA, G. J. B.; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da qualidade da água potável de escolas públicas do Recife, PE. **Rev. Hig. Alim.**, v.20, n.139, p.80-82, 2006.

FERRAZ, S. T. Promoção da saúde: viagem entre dois paradigmas. **Rev. Adm. Pública**, v.32, n.2, p. 49-60, 1998.

FERREIRA, H. C. G.; GOMES, A. M. M.; SILVA, K. R. C. S.; RODRIGUES, C. R. M. D.; GOMES, A. A. Avaliação do teor de flúor na água de abastecimento do município de Vitória - ES. **Rev. APCD**, v. 53, n.6, p.455-459, 1999.

FERREIRA-FILHO, S. S.; SAKAGUTI, M. Comportamento cinético do cloro livre em meio aquoso e formação de subprodutos da desinfecção. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.13 n.2. Rio de Janeiro, 2008.

FLUCK, S., MCKANE, W., CAIRNS, T., FAIRCHILD, V., LAWRENCE A., LEE, J. Chloramine-induced haemolysis presenting as erythropoietin resistance. **Nephrol. Dial. Transplant.**, v.14, p.1687-1691,1999.

FRANK, M. S.; ROSS Jr, J. W. Electrode for sensing fluoride ion activity in solution. **Science**, Lancaster, v.154, n.7, p.1553-1555, 1966.

FRAZÃO, P.; PEVERARI, A. C.; FORNI, T. I. B.; MOTA, A. G.; COSTA, L. R. Fluorose Dentária: comparação de dois estudos de prevalência. **Cad. Saúde Pública**, v.20, n.4, 2004.

FREITAS, M. B.; ALMEIDA, L. M. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In: **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo. 1998.

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

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA INFÂNCIA - UNICEF. **Progress for children: a report card on water and sanitation**. UNICEF, Nova Iorque, n.5, p.3, 2006.

_____. **Progress for children: a world fit for children statistical review**. UNICEF, Nova Iorque, n.6, p.39-41, 2007.

_____. **Situação mundial da infância 2008**. Cadernos Brasil. Brasil (DF). 64p., 2008a.

_____. **Situação mundial da infância 2008: sobrevivência infantil**. UNICEF. 164p., 2008b.

GALAL-GORCHEV, H. Desinfección del agua potable y subproductos de inter's para la salud. In: **La calidad del agua potable en America Latina: Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química**. Craun, G.F.; Castro, R., (eds), p. 89-100. ILSI Press: Washigton, EUA, 1996.

GARY-ROZIER, R. The prevalence and severity of enamel fluorosis in North American children. **J. Public Health Dent.**, v.59, n.4, p.239-246, 1999.

GASTMANS, D. Avaliação da hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no estado de Mato Grosso do Sul. **Rev. Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 35-48, 2005.

GRABOW, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. **Water SA**, v.22, n.2, p.193-202, 1996.

HELLER, K. E.; EKLUND, S. A.; BURT, B. A. Dental caries and dental fluorosis at varying water fluoride concentrations. **J. Public Health Dent.**, v.57, n.3, p.136-143, 1997.

HELLER, L. **Saneamento e saúde**. Organização Panamericana de Saúde. Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde. Representação do Brasil. Brasília. 97p. 1997.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Rev. Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.3, n.2. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81231998000200007&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 28 Setembro de 2008.

HELLER, L.; COLOSIMO, A. E.; ANTUNES, C. M. F. Environmental sanitation conditions and health: impact: a case-control study. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v.36, p.41-50, 2003.

HILDESHEIM, M. E.; CANTOR, K. P.; LYNCH, C. F.; DOSEMECI, M.; LUBIN, J.; ALAVANJA, M.; CRAUN, G. Drinking water source and chlorination by products. II. Risk of colon and rectal cancers. **Epidemiology**, v.9, n.1, p.29-35, 1998.

HOLCMAN, N. M.; LATORRE, M. R. D. O.; SANTOS, J. L. F. Evolução da mortalidade infantil na região metropolitana de São Paulo, 1980-2000. **Rev. Saúde Pública**, v.38, n.2, p.180-186, 2004.

HOROWITZ, H. S. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. **J. Public Health Dent.**, v.56, p.253-258, 1996.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Chlorinated drinking-water, chlorination by products, some other halogenated compounds, cobalt and cobalt compounds.** Lyon, p. 45-268, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades.** Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 28 de setembro de 2008.

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2000.** 397p., 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.htm>> Acesso em 14 de dezembro de 2008.

ISAAC-MARQUEZ, A. P.; LESAVA-DAVILA, C. M.; KUPECH, R. P.; TAMAY-SEGOVIA, P. Calidad sanitaria de los seministros de água para consumo humano em Campeche. **Salud Publica Méx.**, v.36, p. 655-661, 1994.

JAWETZ, E.; MELNICK, J. L.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia médica**. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.

JULIÃO, F. C. **Água para consumo humano e saúde: ainda uma iniquidade em área periférica do município de Ribeirão Preto – SP**. 2003. 76f. Dissertação (mestrado em Saúde Pública). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2003.

KOTTEK, S. S. Gems from the Talmud: public health I - water supply. **Israel J. Med. Sci.**, v.31, n.4, p.255-256, 1995.

KOZLOWSKI, F. C.; PEREIRA, A. C. Métodos de utilização de flúor sistêmico. In: PEREIRA, A. C. **Odontologia em Saúde Coletiva. Planejando ações e promovendo saúde**. Porto Alegre, Artmed, cap.1, p. 265-74, 2003.

KOUADIO, L. P.; EKRA, N. B.; ATINDEHOU, E.; NANOU, C.; MONNET, D. Potability of drinking water sold in bags to public primary school children in Abidjan. **Bull Soc Pathol Exot.**, v.91, n.2, p.167-168, 1998.

LIMA, F. G.; LUND, R. G.; JUSTINO, L. M.; De MARCO, F. F.; DEL PINO, F. A. B.; FERREIRA, R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v.20, n.2, p.422-429, 2004.

MACEDO, J. A. B. **Águas e águas**. São Paulo: Varela. Ed.1, 2001.

MACIEL-FILHO, A. A.; GOES-JÚNIOR, C. D.; CÂNCIO, J. A.; HELLER, L.; MORAES, L. R. S.; CARNEIRO, M. L.; COSTA, S. S. **Interfaces da gestão de recursos hídricos e saúde pública**. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/interfaces.pdf>> Acesso em 29 de agosto de 2008.

MAIA, L. C.; VALENÇA, A. M. G.; SOARES, E. L.; CURY, J. A. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v.19, n.1, p.61-67, 2003.

MARTINHO N., COSTA C., MARIANO T., MOURATO S. Aplicação de um modelo de simulação hidráulica e da qualidade da água no sistema de abastecimento de Abadia. In: **8º Congresso da água**, Figueira da Foz, 2006.

MATHEUS, C. E.; MORAES, A. J.; TUNDISI, T. M.; TUNDISI, J. G. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 62 p. 1995.

MATO, A. P. **Determinação de Nitratos, Nitritos e Prováveis Fontes de Contaminação em Águas de Poços e sua Influência na Metemoglobinemia Infantil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Mackenzie. São Paulo. 1996.

MEDEIROS, P. R. P.; SANTOS JUNIOR, R. C.; ANDRADE, E. L.; COSTA, F. J. C. B.; ARAUJO, A. E. M. Reservatório de Xingo: estimativa da turbidez pelos métodos kriging e curvatura mínima. **Bol. Est. Cienc. Mar.** UFAL, n.12, p.63-82, 2002.

MEDEIROS, P. R. P. Subprojeto 1.1.b - Determinação da carga de nutrientes do São Francisco na região da foz: Relatório final. In: **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco** (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Universidade Federal de Alagoas, 2003.

MEYER, S. T. O uso do 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.

MINAYO, M. C.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cad. Saúde Pública**, v.9, n.3, p.239-262, 1993.

MONTEIRO, C. A.; FREITAS, I. C. M. Evolução de condicionantes socioeconômicos da saúde na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). **Rev. Saúde Pública**, v.34, n.6, p.8-12, 2000.

MONTGOMERY, J. **Water treatment: principles and design**. New York, John Wiley & Sons, Ed.2, 1948p., 2005.

MORIÑIGO, M. A.; CORNAX, R.; MUNHOZ, M. A.; ROMERO, P.; BORREGO, J. J. Relationships between *Salmonella* sp. and indicator microorganisms in polluted natural waters. **Water Res.**, v.24, n.1, p.117-120, 1990.

MOTTA, S. Saneamento. In: ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e Saúde**. 4.ed. Rio de Janeiro: MEDS, cap.12, p.343-364, 1993.

MOZA, P. G.; PIERI, O. S.; BARBOSA, C. S.; REY, L. Fatores sócio-demográficos e comportamentais relacionados à esquistossomose em uma agrovila da zona canavieira de Pernambuco. **Cad. Saúde Pública**, v.14, p.107-115, 1998.

NARVAI, P. C. **Vigilância Sanitária da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, Brasil, no período de 1990-1999**. 2001. 148f. Dissertação (livre docente) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo.

NEWBRUN, E. **Cariologia**. 2ed. São Paulo: Ed Santos. 1988.

NORDBERG, G. E.; GOYER, R. A.; CLAKSON, T. W. Impact of effects of acids precipitation on toxicity of metals. **Environ. Health Persp.**, v.63, p.169-180, 1985.

OLIVEIRA, J. J. V.; VALLILO, M. I.; PEDRO, N. A. R.; ZENEBON, O. Estudo comparativo de métodos para determinação de nitrato em águas naturais. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.47.p.25-30, 1987.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Health status mortality world health statistics 2006**. WHO, Genebra, 80p. 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/whosis/whostat2006/en/index.html>> Acesso em 24 de janeiro de 2008.

O'MULLANE, D. M. The future of water fluoridation. **J. Dent. Res.**, v.69, n.Spec Iss., p.756-759, 1990.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Água doce**. 2003. Disponível em: <<http://www.wateryear2003.org>> Acesso em: 24 de janeiro de 2008.

_____. Nações Unidas no Brasil. **2,5 milhões não tem acesso a saneamento**. Disponível em: <http://www.unicef.org/brazil/pt/media_12597.htm> acesso em 12 de novembro de 2008.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. **Promoção da saúde**. Marco Conceitual. Disponível em: <http://www.opas.org.br/coletiva/carta.cfm> Acesso em 12 de novembro de 2008.

_____. **25 anos de Alma-Ata:** saúde é direito de todos. 2003. Disponível em: <http://www.opas.org.br/mostrant.cfm?codigodest=195>.> Acesso em 10 de maio de 2009.

PELCZAR Jr, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia:** conceitos e aplicações. 2.ed., v.1, 556p. São Paulo: Makron Books. 1997.

PEREIRA, A. C. **Comparação entre três índices de fluorose dentária na dentição permanente observados em escolares de 12 a 14 anos de idade, residentes em áreas com diferentes concentrações de flúor nas águas do consumo.** Tese (Doutorado). Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. 1996.

PEREIRA, I. M. T. B.; PENTEADO, R. Z.; MARCELO, V. C. Promoção da saúde e educação em saúde: uma parceria saudável. **O mundo da saúde**, v.24, n.1, p. 39-44, 2000.

PERES, S. H. C. S. **Perfil epidemiológico de cárie dentária perfitária em cidades fluoretadas e não fluoretadas na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. 2001. 184f.** Dissertação (Mestrado em Odontologia em Saúde Coletiva). Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo. 2001.

PINTO, V. G. Ministério da Saúde. **Saúde bucal:** panorama internacional. Brasília, Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1990.

PINTO, V. G. **Saúde bucal coletiva.** 4.ed. São Paulo: Santos; p.158-173, 2000.

PLANO NACIONAL DE SAÚDE E AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - PNSA. **Diretrizes para implementação.** Ministério da Saúde. Brasília, 1995.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Notícias.** Universalizar saneamento requer US\$ 10 bi por 20 anos. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/noticias/impressao.php?ido1=2868>> acesso em 27 de setembro de 2008.

PORTO, F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. (Org.). **Hidrologia ambiental**, São Paulo: EDUSP. p.375-390. 1991.

REBOUÇAS, A. C. Panorama da água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. (Org.). **Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 59-107, 1997.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, cap. 1, p. 1-37, 1999.

REBOUÇAS, A. C., Água e desenvolvimento rural. **Dossiê desenvolvimento rural**, p.327-344, n.43, São Paulo, 2002.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÕES PARA SAÚDE – RIPSA. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil**: conceitos e aplicações. Ripsa. 2ªed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS, 349p., 2008.

RENZETTI, S.; DUPONT, D. The performance of municipal water utilities: evidence on the role ownership. **J. Toxicol. Environ. Health**, v. 1861, p. 20-22, 2004.

RIBEIRÃO PRETO. **Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto - Daerp**. Disponível em: < <http://www.ribeiraopretosp.gov.br> > Acesso em 08 de maio de 2009.

_____. Secretaria Municipal da Educação. **Educação em números**. Disponível em <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br>> Acesso em 29 de janeiro de 2009.

_____. Secretaria Municipal da Educação. **Unidades Escolares**. Disponível em <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br>> Acesso em 29 de janeiro de 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO-NETTO, J. M. **Tratamento de água**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

RIEDAL, G. **Controle sSanitário dos Aalimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1992.

ROCHA, S. M. M.; LIMA, R. A. G.; SCOCHI, C. G. S.; VENDRÚSCULO, D. M. S., MELLO, D. F. Estudo da assistência integral à criança e ao adolescente através da pesquisa qualitativa. **Rev. Latino-am. Enfermagem**, v.6, n.5, p.5-15, 1998.

RODRIGUES, C. R. M. D. Fluorose. **Revista da APCD**, São Paulo, v.53, n.5, p.399, 1999.

ROMPANTE, P. Qual o papel e o valor dos suplementos sistêmicos de flúor em medicina dentária? **Rev. Port. Clin. Geral**, v.22, p.349-355, 2006.

ROSEN, G. **Uma história da saúde pública**. Tradução Marcos F. da Silva Moreira. São Paulo: Editora Unesp/HUCITEC/ABRASCO, 1994.

ROSSIN, A. C. Desinfecção. In: **Técnica de abastecimento e tratamento de água** (Tratamento de Água), v.2, São Paulo: CETESB/ASCETESB. 1987.

ROVIRA, R. F.; CANOVES, A. F. Nitratos: aspectos bromatológicos, toxicológicos e analíticos. **Rev. Alim.**, v.24, p.15-21, 1988.

SALGADO, S. R. T. **Estudo dos parâmetros do decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento**. 2008. 145f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2008.

SÃO PAULO. **Informações dos municípios paulistas – IMP**. São Paulo: Fundação SEADE, 2006. Disponível em <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>> Acesso em 01 de setembro de 2007.

_____. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. SABESP. **Regulamentação do setor de saneamento**. 2006. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=FFCDD6EDD87C83968325708200673822>> Acesso em 05 de agosto de 2008.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília. UNESCO, 80p. 2001.

SELWITZ, R. H.; NOWJACK-RAYMER, R. E.; KINGMAN, A.; DRISCOLL, W. S. Prevalence of dental caries and dental fluorosis in areas with optimal and above-optimal water fluoride concentrations: a 10-year follow-up survey. **J. Public Health Dent.**, v.55, n.2, p.85-93, 1995.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Rev. Cienc. Saúde Coletiva**, v.5, n.1, p. 187-192, 2000.

SOARES, S. R.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**, v.18, n.6, p.1713-1724, 2002.

SOTO, F. R. M.; FONSECA, Y. S. K.; ANTUNES, D. V.; RISSETO, M. R.; AMAKU, M.; ARINE, M. L. B. Avaliação da água de abastecimento público em escolas no município de Ibiúna – SP: estudo comparativo da qualidade da água no cavalete e pós – cavalete. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.64, n.1, p.128-131, 2005.

SPADARO, A. C. C. **Estudo sobre a interferência de cátions e alguns compostos orgânicos na quantificação de fluoreto: aplicação em medicamentos de interesse odontológico.** Ribeirão Preto, Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – USP. 1986.

SUGUIO, K. **Água.** Ribeirão Preto: Holos Editora. 242p. 2006.

TAKAYANAGUI, A. M. M. **Trabalhadores de saúde e meio ambiente: ação educativa do enfermeiro da conscientização para o gerenciamento de resíduos sólidos.** Ribeirão Preto, Tese (Doutorado). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – USP. 191p. 1993.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003 – IDB 2003. **Eng. Sanit. Ambient**, v.11, n.3. p.277-282, 2006.

TERNER, V., CURY, J. A. Prevalência de cárie dental em escolares de cidades com água fluoretada ou não fluoretadas e assistência odontológica: levantamento e análise crítica. **Cadernos ABOPREV**, Rio de Janeiro, p 81-89, 1992.

TOASSI, R. F. C.; ABEGG, C. Fluorose dentária em escolares de um município da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v.21,n.2,p.652-655, 2005.

TOASSI, R. F. C.; KUHLEN, M.; CISLAGHI, G. A.; BERNARDO, J. R. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público de Lages, Santa Catarina, Brasil. **Rev. Ciência e Saúde Coletiva**, v.12, n.3, p.727-732, 2007.

TONANI, K. A. A. **Identificação e quantificação de metais pesados, parasitas e bactérias em esgoto bruto e tratado da Estação de Tratamento de Esgoto de Ribeirão Preto**. 2008.179f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. 2008.

TORRIANI, D. D. Cárie dental: métodos preventivos. In: BUSATO A. L. et al. **Dentística: restaurações em dentes posteriores**. São Paulo: Artes Médicas; p.12-22, 1996.

TOYAMA, Y.; NAKAGAKI, H.; SHOICHI, K.; HUANG, S.; MIZUTANI, Y.; KOJIMA, S.; TOYAMA, A.; OHNO, N.; TSUCHIYA, T.; KIRKHAM, J.; ROBINSON, C. Fluoride concentrations at and near the neonatal line in human deciduous tooth enamel obtained from a naturally fluoridated and a non-fluoridated area. **Arch. Oral Biol.**, v.46, p.147-153, 2001.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, b.; TUNDISI, L.G. (Ed.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, cap.5, p.153-194, 1999.

TUNDISI, J. G.; REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: editora Escrituras, 704p, 2002.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA - UNIÁGUA. **Água no Planeta**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/aguanoplaneta.htm>> Acesso em 05 de maio de 2007.

URBANO, L. A. **A privatização da saúde e a implantação do SUS: cenários de uma cidade**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Environmental pollution control alternatives: drinking water treatment for small communities**. Cincinatti: EPA, 82p., 1990.

_____. Guidance manual – **Alternative disinfectants and oxidants**. Washington, DC. Report, n.815, 1999.

_____. **America's children and the environment:** measures of contaminants, body burdens and illnesses. Washington, DC: USEPA, 2003.

WALDMAN, E. A.; BARATA, R. C.; MORAES, J. C.; GUIBU, I. A.; TIMENETSKY, M. C. Gastroenterites e infecções respiratórias agudas em crianças menores de 5 anos, em área da região Sudeste do Brasil, 1986-1987. II - diarreias. **Rev. Saúde Pública**, v.31, p.62-70, 1997.

WIKIPÉDIA. **Mapa da localização da cidade de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo**, 2006. Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org.br/wiki/ficheiro:SãoPaulo_Municip_RibeiraoPreto.svg> Acesso em 29 de abril de 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: WHO. 1996.

_____. **Disinfectants and disinfectant by-product**. WHO: Geneva, 2000. (Environmental health criteria 216). Disponível em: <http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc_216/en/>, acesso em 15 de dezembro 2007.

WORLD WILDLIFE FUND/FUNDO MUNDIAL DA NATUREZA - WWF-BRASIL. **Sustentabilidade:** da teoria a prática. 2008. Disponível em <http://www.wwf.org.br/empresas_meio_ambiente/porque_participar/sustentabilidade/> Acesso em 05 de abril de 2009.

VERRI-FILHO, O. **Subsídios para o diagnóstico ambiental de Ribeirão Preto**. Ministério Público de Ribeirão Preto. Promotoria do Meio Ambiente de Ribeirão Preto. 88p., 1993.

VIEGAS, A. R. **Aspectos preventivos da cárie dentária**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, 1961.

VILELA, E. M.; MENDES, I. J. M. **Entre Newton e Einstein: desmedicalizando o conceito de saúde**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 83p.

APÊNDICE A

ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO COLABORADOR DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE PARA
O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM ENFERMAGEM

Avenida Bandeirantes, 3900 - Campus Universitário - CEP: 14040-902 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
FAX: 55 - 16 - 3633-3271/ 3630-2561 - Telefone: 55 - 16 -3602-3391/ 3602-3382

Ribeirão Preto, 13 de julho de 2007.

Prezado Senhor,

Solicitamos resposta ao ofício anexo, já encaminhado a essa Secretaria em 22 de março deste ano, sobre a possibilidade de desenvolvimento da pesquisa intitulada “Qualidade da água utilizada para consumo humano em escolas públicas municipais de Ribeirão Preto-SP”, pela aluna do curso de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública de nossa Unidade de Ensino, nível mestrado, Janaína Castania (RG nº 35.019.678-3).

Considerando a importância da obtenção da anuência desta Secretaria para o desenvolvimento da referida pesquisa, solicitamos manifestação o mais breve possível, uma vez que devemos proceder à tramitação dos entendimentos necessários para sua execução.

Colocamo-nos à disposição para os esclarecimentos necessários pelo telefone 3633-1296, diretamente com a aluna Janaina Castania ou conosco, pelo tel 3602-3391 (Secretaria do DEMISP-EERP/USP).

Agradecemos pela atenção dispensada, esperando obter sucesso com este novo encaminhamento .

Atenciosamente,

Angela Maria Magosso Takayanagui
Profa. Dra. Do Departamento Materno Infantil e Saúde Pública da EERP/USP

Ilustríssimo Senhor
Professor Doutor José Norberto Callegari Lopes
DD. Secretário Municipal da Educação de Ribeirão Preto

Recebido em
16/07/07

Duogo
Assinatura

po Educ. 2
lllllllllll
De acordo
17/07/07
MR

Maria Nair Marques Rebelo
RG: 2.925.811-X
Diretora do Departamento de Educação

APÊNDICE B

Planilha para registros de dados obtidos durante a coleta

() CRECHE () EMEI

Data da coleta: ____/____/____

1. Identificação

Nome da Instituição:

Responsável:

Endereço:

Telefone:

Total de alunos atendidos:

Total de funcionários:

1. Observações

Verificar se:

- A água dos bebedouros e cozinha é proveniente da rua ou se a instituição possui caixa d'água;

- A manutenção da caixa d'água é feita de forma adequada e periodicamente (a cada 6 meses);

- Os bebedouros e as torneiras das cozinhas possuem filtros e se são trocados periodicamente;

- Há ocorrência de obras ou reformas;
- A construção é antiga ou nova;
- Há ocorrência de falta de água;
- Há ocorrência de vazamentos;
- É adequada a situação de higiene dos pontos de coleta;
- Outras observações.

3. Quadro de resultados das análises das amostras de água da escola

Parâmetro/ponto de coleta	Torneira de entrada		Bebedouro		Cozinha	
	1ª Fase	2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	1ª fase	2ª Fase
pH						
Cloro residual livre (mg L ⁻¹)						
Flúor (mg L ⁻¹)						
Coliformes totais (NMP/100 mL)						
Coliformes fecais (NMP/100 mL)						
Turbidez (UNT)						
Nitrato (mg L ⁻¹)						

Horário da coleta:

APÊNDICE C

Valores de Turbidez (UNT) nas amostras de água analisadas

Escola	Torneira		Bebedouro		Cozinha	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
	Fase	Fase	Fase	Fase	Fase	Fase
1	0,36	0,30	0,40	0,28	0,66	0,3
2	0,34	0,28	0,54	0,30	0,38	0,26
3	0,31	0,38	1,90	0,35	2,08	0,47
4	0,42	0,27	0,35	0,27	0,32	0,31
5	0,27	0,26	0,37	0,27	0,29	0,27
6	0,37	0,30	0,40	0,37	0,33	0,29
7	0,34	0,31	0,31	0,31	0,25	0,31
8	0,35	0,33	0,33	0,29	0,26	0,36
9	0,4	0,26	0,33	0,31	0,48	0,32
10	0,23	0,28	0,26	0,24	0,3	0,38
11	0,47	0,35	0,24	0,23	0,21	0,27
12	0,28	0,25	0,22	0,21	0,34	0,37
13	0,2	0,22	0,22	0,34	0,19	0,25
14	0,3	0,29	0,48	0,42	0,34	0,38
15	0,41	0,39	0,34	0,29	0,5	0,30
16	0,43	0,34	0,53	0,28	0,26	0,28
17	0,32	0,28	0,32	0,28	0,34	0,29
18	0,33	0,3	0,34	0,32	0,34	0,30
19	0,35	0,3	0,33	0,30	0,34	0,36
20	0,27	0,31	0,49	0,40	0,28	0,22

APÊNDICE D

Valores de pH nas amostras de água analisadas

Escola	Torneira		Bebedouro		Cozinha	
	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase
1	6,52	6,61	6,91	7,13	6,86	7,00
2	6,27	7,06	6,99	7,11	6,96	6,52
3	6,47	6,73	7,12	7,07	6,98	7,15
4	6,37	6,48	6,64	6,75	7,06	6,81
5	6,28	6,65	6,24	6,62	6,24	6,80
6	6,70	7,04	6,91	7,22	6,63	6,78
7	6,69	6,61	6,61	6,29	6,69	6,57
8	5,91	5,80	5,87	5,72	6,35	6,33
9	6,42	6,67	6,57	6,70	6,89	7,18
10	5,89	5,68	5,62	5,36	5,63	5,45
11	6,45	6,27	6,10	6,06	6,52	6,40
12	6,89	6,85	7,26	7,22	7,05	6,96
13	5,93	6,12	5,84	5,95	5,84	5,97
14	6,69	6,54	6,94	6,28	6,61	7,04
15	6,62	6,98	6,46	7,12	6,39	6,73
16	6,34	7,10	6,54	6,97	6,56	6,73
17	7,10	7,25	7,21	7,14	7,00	7,26
18	6,73	7,10	6,98	7,22	6,84	6,96
19	5,71	6,50	6,45	6,52	6,78	6,39
20	5,98	5,88	5,97	5,58	6,20	5,92

APÊNDICE EValores de Cloro Residual Livre (mg L⁻¹) nas amostras de água analisadas

Escola	Torneira		Bebedouro		Cozinha	
	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase	1º Fase	2º Fase
1	1,25	1,17	1,11	0,81	1,02	0,23
2	0,96	1,10	0,21	0,35	1,13	0,36
3	1,33	0,68	0,27	0,31	1,36	0,59
4	1,40	1,08	0,20	0,26	1,81	0,43
5	0,64	1,24	0,51	0,41	0,97	0,25
6	1,50	1,28	0,19	0,72	1,55	0,97
7	1,11	0,98	0,31	0,37	0,51	0,41
8	1,79	2,22	0,42	0,62	0,27	0,26
9	1,54	1,27	0,98	0,32	0,40	0,39
10	1,25	1,69	0,19	0,45	0,19	0,23
11	1,66	1,50	0,25	0,61	0,26	0,48
12	1,43	1,61	1,41	1,49	0,52	0,42
13	1,30	1,02	0,51	0,49	0,47	0,49
14	2,57	1,03	0,53	0,56	0,29	0,45
15	2,15	1,88	2,30	1,23	0,55	0,48
16	1,27	1,23	0,23	0,33	0,44	0,52
17	2,29	1,89	0,31	0,25	0,31	0,48
18	1,89	1,52	2,10	1,66	0,19	0,32
19	0,56	1,01	0,47	0,65	0,40	0,51
20	1,01	0,86	0,45	1,10	0,15	0,34

APÊNDICE F

Valores de Flúor (mg L⁻¹) nas amostras de água analisadas

Escolas	Torneira						Bebedouro						Cozinha					
	1ª Fase			2ª Fase			1ª Fase			2ª Fase			1ª Fase			2ª Fase		
1	0,24	0,22	0,29	0,64	0,54	0,56	0,12	0,19	0,19	0,43	0,42	0,42	0,22	0,24	0,26	0,42	0,46	0,44
2	0,26	0,27	0,27	0,38	0,40	0,40	0,15	0,22	0,29	0,38	0,40	0,40	0,98	0,29	0,24	0,39	0,40	0,38
3	0,28	0,31	0,30	0,37	0,38	0,39	0,17	0,24	0,28	0,21	0,21	0,20	0,19	0,35	0,33	0,19	0,19	0,20
4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,37	0,34	0,24	0,30	0,31	0,30	0,32	0,32	0,28	0,27	0,26	0,32	0,33	0,32
5	0,28	0,28	0,28	0,35	0,36	0,38	0,14	0,29	0,26	0,41	0,40	0,40	0,28	0,28	0,30	0,26	0,36	0,38
6	0,40	0,40	0,40	0,32	0,41	0,41	0,35	0,35	0,38	0,36	0,37	0,37	0,36	0,36	0,38	0,38	0,38	0,39
7	0,24	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,28	0,30	0,30	0,29	0,34	0,30	0,27	0,27	0,27	0,20	0,25	0,25
8	0,16	0,16	0,10	0,36	0,35	0,36	0,11	0,18	0,19	0,31	0,34	0,35	0,19	0,19	0,20	0,32	0,34	0,33
9	0,26	0,30	0,31	0,24	0,24	0,23	0,33	0,35	0,35	0,23	0,24	0,25	0,31	0,31	0,33	0,23	0,24	0,25
10	0,37	0,36	0,32	0,03	0,01	0,01	0,26	0,26	0,25	0,23	0,24	0,27	0,31	0,37	0,31	0,04	0,11	0,14
11	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,47	0,55	0,55	0,55	0,41	0,43	0,42	0,53	0,55	0,53	0,37	0,39	0,39
12	0,31	0,28	0,28	0,29	0,34	0,35	0,28	0,28	0,26	0,32	0,33	0,32	0,29	0,31	0,31	0,21	0,28	0,28
13	0,32	0,32	0,32	0,03	0,00	0,02	0,34	0,34	0,32	0,05	0,04	0,04	0,34	0,32	0,34	0,02	0,02	0,01
14	0,37	0,34	0,34	0,25	0,29	0,31	0,32	0,31	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,32	0,32	0,34	0,34	0,34
15	0,53	0,43	0,41	0,40	0,46	0,44	0,41	0,41	0,41	0,51	0,48	0,50	0,39	0,39	0,37	0,40	0,46	0,51
16	0,31	0,29	0,28	0,43	0,39	0,40	0,25	0,26	0,25	0,35	0,36	0,36	0,28	0,26	0,25	0,34	0,36	0,36
17	0,31	0,31	0,31	0,36	0,39	0,38	0,29	0,31	0,31	0,43	0,43	0,43	0,31	0,29	0,31	0,46	0,51	0,49
18	0,28	0,29	0,25	0,35	0,39	0,41	0,24	0,25	0,24	0,43	0,42	0,41	0,25	0,25	0,24	0,58	0,53	0,51
19	0,39	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,31	0,31	0,29	1,41	1,43	1,49	0,34	0,32	0,31	0,58	0,53	0,51
20	0,29	0,31	0,29	0,91	0,75	0,77	0,29	0,28	0,28	1,17	0,91	1,19	0,29	0,29	0,28	1,19	2,68	1,17