

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA - SC

Alex Vieira Benedet

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA – SC

Alex Vieira Benedet

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Guilherme Farias Cunha**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA - SC


ALEX VIEIRA BENEDET

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II

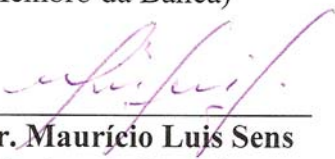
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Guilherme Farias Cunha
(Orientador)



**Prof. Dra. Cátia Regina Silva
de Carvalho Pinto**
(Membro da Banca)



Prof. Dr. Maurício Luís Sens
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

À minha família, por todo o seu
apoio nesta longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Guilherme Farias Cunha pela orientação neste trabalho, pela confiança e principalmente pelo seu companheirismo e amizade.

Agradeço à minha família: meus pais, Gilberto Benedet e Sirlei Vieira Benedet, cujo apoio nos estudos foi fundamental para que eu chegasse até aqui; e meus irmãos Gilberto Benedet Junior e Giuliano Vieira Benedet.

Agradeço à Isabel Medeiros Moreira por todo o seu apoio e principalmente por todo o seu carinho.

Agradeço ao Prof. Dr. Maurício Luiz Sens a oportunidade de ter trabalhado no Laboratório de Potabilização das Águas (LAPOÁ – UFSC) durante parte da graduação. Também, a todos os amigos que lá fiz, em especial à Doutoranda Denise Conceição Santos por toda a sua ajuda.

Agradeço ao SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) de Içara, em especial à Química Grasiela Ramos Luciano, pela ajuda na realização deste trabalho.

Agradeço a Deus por tudo.

RESUMO

A água abastecida à população pode veicular um elevado numero de enfermidades, que podem ser transmitidas, principalmente, pela ingestão de água de baixa qualidade. Este trabalho teve como finalidade avaliar a qualidade da água de abastecimento e de consumo em seis escolas do município de Içara – SC. Foram usados como indicadores da qualidade da água os parâmetros: Cloro Residual Livre; Cor Aparente; Turbidez; Flúor; pH; Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes, com base nos padrões estabelecidos pela Portaria MS 518/2004. Os resultados mostraram que das seis escolas estudadas, quatro apresentaram água própria para o consumo e duas apresentaram água imprópria para o consumo. Dentre as escolas onde a água analisada não se apresentou potável uma apresentou resultados positivos para Coliformes Totais e uma para Coliformes Totais e Fecais, representando um risco à saúde dos seus alunos e funcionários.

Palavras-chave: qualidade da água; saúde; escola.

ABSTRACT

The water supplied to the population can carry a large number of diseases, which can be transmitted, mainly, by ingestion of water with bad quality. This work was intended to assess the quality of water supplied and consumed in six schools in the town of Içara – SC. As water quality indicators the follow parameters were used: Residual Free Chlorine; Apparent Color; Turbidity; Fluoride; pH; Total Coliforms and Thermotolerant Coliforms; based on standards sets by Portaria MS 518/2004. The results showed that in the six studied schools, four had potable water and two had no potable water. Among the schools where the water was not considered a drinking water, one showed positive results for Total Coliforms and one for Total and Fecal Coliforms, representing a risk for the health of their students and employees.

Key-words: water quality; health; school.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. Saúde	12
3.2. Saneamento.....	13
3.3. A água destinada ao consumo público	16
3.3.1. <i>Perigos a serem considerados na água destinada ao consumo público</i> ..	18
3.3.2. <i>Controle da qualidade da água destinada ao consumo público</i>	20
3.3.3. <i>Características físicas, químicas e biológicas da água</i>	22
3.3.4. <i>Água na transmissão de doenças</i>	31
3.3.5. <i>Legislação</i>	34
3.4. Educação	37
4. METODOLOGIA	39
4.1. Introdução	39
4.2. Levantamento da qualidade da água de abastecimento em Içara nos anos de 2007 e 2008.....	39
4.3. Coleta de amostras nas escolas	40
4.3.1. <i>Locais de coleta</i>	40
4.3.2. <i>Métodos de coleta</i>	43
4.4. Análises laboratoriais	44
4.4.1. <i>Análises físico-químicas</i>	44
4.4.2. <i>Análises bacteriológicas</i>	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47

5.1. Caracterização da água distribuída em Içara nos anos 2007 e 2008	47
5.2. Caracterização da água abastecida e consumida nas escolas	48
5.2.1. <i>Escola de Educação Básica Melchiades Bonifácio Espíndola</i>	48
5.2.2. <i>Escola de Educação Básica Antônio Guglielmi Sobrinho</i>	49
5.2.3. <i>Escola de Educação Básica Professora Maria da Glória Silva</i>	51
5.2.4. <i>Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos</i>	53
5.2.5. <i>Colégio Cristo Rei</i>	55
5.2.6. <i>Escola Municipal Professora Amélia de Souza Silva</i>	56
6. CONCLUSÕES	59
7. RECOMENDAÇÕES	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Síntese das principais doenças relacionadas com a água (Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).....	33
Tabela 4.1 – Parâmetros físico-químicos analisados e métodos utilizados	44
Tabela 4.2 – Parâmetros biológicos analisados e métodos utilizados	46
Tabela 5.1 – Quadro-resumo das características físico-químicas e bacteriológicas da água distribuída no município em 2007 e 2008.....	47
Tabela 5.2 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Melchiades Bonifácio Espíndola.....	48
Tabela 5.3 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Antônio Guglielmi Sobrinho.....	50
Tabela 5.4 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Prof. ^a Maria da Glória Silva.....	52
Tabela 5.5 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Prof. ^a Salete Scotti dos Santos.....	53
Tabela 5.6 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada no Colégio Cristo Rei.....	55
Tabela 5.7 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. M. Prof. ^a Amélia de Souza Silva.....	57

1. INTRODUÇÃO

A saúde é o bem maior de todo o ser humano. Independentemente de raça, cor, credo político ou de condição social ou econômica, todos têm o direito de desfrutar do melhor estado de saúde que se é possível atingir.

O saneamento é um conjunto de ações ambientais que tem por objetivo proteger a saúde humana, conservando e melhorando as condições do meio ambiente para que todos possam ter uma boa qualidade de vida.

O Brasil ainda encontra-se deficiente e precário com relação aos serviços de saneamento, pois grande parte da população brasileira não tem acesso aos seus serviços básicos, como abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos e drenagem urbana, ou tem acesso a estes serviços, porém em condições inadequadas.

O abastecimento de água potável, atividade primordial do saneamento, é um direito humano básico. Entretanto, o acesso regular à água com qualidade adequada não tem sido estendido a toda a população, especialmente aquela que vive em periferias urbanas esquecidas pelas políticas públicas de saneamento e saúde.

A água pode veicular um elevado número de enfermidades, que podem ser transmitidas por diferentes tipos de mecanismos, principalmente pela ingestão de água com qualidade inadequada.

Para que a água seja abastecida à população com uma boa qualidade ela deve passar pelos tratamentos necessários nas estações de tratamento de água, visando garantir uma água sem coloração, sem gosto e sem odor, aos seus consumidores e, principalmente, sem conter nenhum tipo de substância que possa causar efeitos prejudiciais à saúde. Além disso, a qualidade da água deve ser monitorada e mantida na rede de distribuição de água e também a nível intra-predial, ou seja, nas tubulações e reservatórios de cada local abastecido.

Diante disso, este estudo foi elaborado para avaliar a qualidade da água de abastecimento e de consumo em seis escolas do município de Içara, localizado no sul do estado de Santa Catarina. Foram escolhidas escolas como locais de estudo devido ao fato de concentrarem um elevado número de pessoas diariamente, consumindo esta água, e também pelo fato de crianças e adolescentes serem mais susceptíveis aos

males que podem ser causados por uma água com qualidade imprópria para o consumo humano.

As amostras de água coletadas nas seis escolas foram analisadas no Laboratório da Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Faxinal, pertencente ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Içara. Posteriormente, os resultados foram confrontados com padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água em seis escolas de Içara - SC, com base em padrões de potabilidade da legislação vigente.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água distribuída às escolas em estudo, com base em padrões de potabilidade da legislação vigente;
- Avaliar a qualidade da água para consumo nas escolas em estudo, com base em padrões de potabilidade da legislação vigente;
- Comparar a qualidade da água distribuída com a qualidade da água para consumo, nas escolas em estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Saúde

A mais clássica definição de saúde é a da Organização Mundial da Saúde, que declara: “*saúde é o estado de completo bem estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade*” (BARROS E MATARUNA, 2005; DI BERNARDO *et al*, 2003, PEREIRA, 1987, OMS, 1946). Esta definição pode ser complementada conceituando saúde como um bem coletivo que é compartilhado individualmente por todos os cidadãos, englobando assim duas dimensões essenciais, a do indivíduo e a da coletividade (MATARUNA DOS SANTOS, 2000 citado por BARROS E MATARUNA, 2005).

A saúde é também o resultante das condições de alimentação, habitação, renda, meio ambiente, trabalho, esporte, lazer, emprego, liberdade, educação, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde (MINAYO, 1992). A saúde de uma criança está diretamente relacionada com a qualidade de vida da sua comunidade e de seus familiares, considerando qualidade de vida como o somatório todos os fatores que interferem na vida do indivíduo, em suas múltiplas dimensões (física, mental, social, entre outras) (LOUREIRO, 1996 citado por BARROS E MATARUNA, 2005).

A saúde pública é a ciência e a arte de evitar doenças, prolongar a vida e desenvolver a saúde física e mental. É também eficiência para o saneamento do meio ambiente, o controle de infecções na comunidade, a organização dos serviços médicos e paramédicos para o diagnóstico precoce e o tratamento preventivo de doenças. O seu objetivo, através do esforço organizado de grupos sociais, é assegurar a cada indivíduo um padrão de vida adequado à manutenção da saúde (ROUQUAYROL, 1999).

A Organização Mundial da Saúde, no preâmbulo de sua constituição, diz que gozar do melhor estado de saúde que é possível atingir constitui um dos direitos fundamentais de todo o ser humano, sem distinção de raça, de religião, de credo político, de condição econômica ou social. Diz, também, que a saúde de todos os povos é essencial para conseguir paz e segurança e depende da mais estreita cooperação dos indivíduos e dos Estados. E, que os Governos são responsáveis pela

saúde dos seus povos, a qual só pode ser assumida pelo estabelecimento de medidas sanitárias e sociais adequadas (OMS, 1946).

A Constituição Brasileira declara que a saúde é um direito de todos, e um dever do Estado. Este direito deve ser garantido mediante políticas econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a sua promoção, proteção e recuperação (BRASIL, 1988).

3.2. Saneamento

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento é “*o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem efeito deletério sobre o seu bem estar físico, mental e social*” (DI BERNARDO *et al*, 2003; PEREIRA, 1987). Outra definição de saneamento é “*o conjunto de ações que tendem a conservar e melhorar as condições do meio ambiente em benefício da saúde*”. Baseando-se nessas definições e no conceito de saúde, que é o estado de completo bem estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença, entende-se que o saneamento é o conjunto de medidas de controle ambiental que tem por objetivo proteger a saúde humana (DI BERNARDO *et al*, 2003).

Saneamento básico, de acordo com a Lei Federal nº 11.445, é o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, sendo constituídos por (BRASIL, 2007):

- **Abastecimento de água potável:** conjunto das atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- **Esgotamento sanitário:** conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte,

transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias publicas;

- **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

As ações do saneamento básico têm reflexo direto nas condições ambientais e, conseqüentemente, no bem estar humano, produzindo a redução na morbidade e mortalidade. Assim, podem-se relacionar as ações de saneamento ambiental com a saúde da população, utilizando como ferramenta a vigilância epidemiológica que atua na avaliação e monitoramento, ao longo do tempo, dos riscos e agravos à saúde que tenham como origem as questões ambientais. Além de serem fundamentalmente ações de saúde pública e proteção ambiental, as ações do saneamento são, também, um bem de consumo coletivo, um serviço essencial, um direito do cidadão e um dever do estado (OPAS, 2004).

Mesmo com as melhorias alcançadas na última década, o saneamento no Brasil encontra-se ainda deficiente e precário, principalmente em relação a serviços de coleta e tratamento de esgotos sanitários e drenagem urbana. O volume de esgoto tratado é extremamente baixo, atendendo somente uma pequena parte da população. A deficiência na coleta e a inadequada disposição final do lixo, que na grande maioria das cidades brasileiras é lançado a céu aberto, são também serio problema ambiental e de saúde pública (DI BERNARDO *et al*, 2003). Nas áreas urbanas brasileiras, em 2000, havia aproximadamente 18 milhões de pessoas sem acesso ao abastecimento público de água, 93 milhões sem coleta adequada de esgotos sanitários e 14 milhões sem serviços de coleta de resíduos sólidos (RAZZOLINI E GÜNTER, 2008). As camadas mais pobres da população são as que mais sofrem as conseqüências da baixa infra-estrutura dos sistemas de tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto e resíduos sólidos. Doenças como cólera, febre tifóide, giardíase, amebíase, hepatite e diarreia têm ocorrência constante entre esses indivíduos, evidenciando a desigualdade social existente no país e contribuindo para a diminuição da qualidade de vida da população (FUNASA, 2004).

As doenças relacionadas com deficiências no saneamento ambiental resultaram em 3,4 milhões de internações no Brasil, no período de 1995 a 1999. Serviços adequados de saneamento ambiental poderiam ter prevenido 80% dos casos de febre tifóide e paratifóide, 60% a 70% dos casos de tracoma e esquistossomose e de 40% a 50% das doenças diarréicas e outras parasitoses (RAZZOLINI E GÜNTER, 2008). Estimativas mostram que cada R\$1,00 investido em saneamento possibilita economizar R\$4,00 em medicina curativa (DI BERNARDO *et al*, 2003).

O acesso aos serviços de saneamento está diretamente ligado às condições de saúde, principalmente infantil, e de longevidade da população. Regiões onde os serviços de abastecimento de água, de coleta de esgoto e de lixo gerado e de drenagem urbana são mais abrangentes, a população apresenta maior expectativa de vida e menor taxa de mortalidade infantil (DI BERNARDO *et al*, 2003).

O saneamento ambiental tem como atividade primordial o abastecimento de água. Embora seja um direito humano básico, o acesso regular à água potável não tem sido estendido a toda a população, especialmente àquela encontrada em periferias urbanas esquecidas pelas políticas públicas de saneamento e saúde. Esta atividade, cada vez mais vem preocupando os gestores públicos, pois a falta de acesso à água com qualidade adequada é considerada fator de risco à saúde, além de limitante ao desenvolvimento (RAZZOLINI E GÜNTER, 2008). Em se tratando de regiões, o acesso aos serviços de abastecimento de água decresce das Regiões Sudeste e Sul para o Nordeste e Norte, esta última com os menores índices do país. O acesso também diminui da população urbana para a rural e de municípios mais populosos para os menos populosos. Nas áreas urbanizadas a cobertura decai do centro para as periferias. Também, decai dos ricos para os pobres (OPAS, 1998).

As condições locais de saneamento ambiental podem ter contribuição decisiva para a qualidade sanitária da água de consumo. A inexistência ou a precariedade do esgotamento sanitário e a disposição de resíduos sólidos a céu aberto são fatores que induzem a proliferação de insetos e roedores vetores. Nestas localidades, contaminantes podem ser disseminados e alcançar as fontes de água ou os reservatórios de armazenamento, e conseqüentemente doenças infecciosas relacionadas com excretas, lixo e vetores, podem atingir a população exposta (RAZZOLINI E GÜNTER, 2008).

Apesar de o serviço de abastecimento de água apresentar atendimento superior a 58% em toda a região do País, esses resultados devem ser analisados cuidadosamente, pois muitas vezes a qualidade da água abastecida não é levada em conta. Distritos que são abastecidos por águas que não atendem o padrão de potabilidade especificado pela legislação, ou até mesmo abastecidos por águas que não recebem qualquer tipo de tratamento, são incluídos no percentual de atendimentos por rede de distribuição de água (DI BERNARDO *et al*, 2003).

3.3. A água destinada ao consumo público

Segundo o Ministério da Saúde (2006), a água destinada ao consumo público vem sendo uma preocupação crescente para a humanidade, em função da escassez do recurso água e da deterioração da qualidade dos mananciais. As atividades humanas, baseadas em seu estilo de vida e desenvolvimento, têm determinado alterações significativas no meio ambiente, influenciando a disponibilidade de uma série de recursos. Em alguns territórios, a água tem se tornado um recurso escasso e com sua qualidade comprometida.

A água destinada ao consumo público deve ser uma água pura e saudável, livre de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam vir a causar efeitos fisiológicos prejudiciais ou de organismos capazes de causar qualquer tipo de enfermidade aos consumidores, bem como isenta de matéria suspensa visível, cor, gosto e odor. Nas fontes naturais de água, podem ser encontrados inúmeros tipos de impurezas, desde inofensivas, pouco desejáveis e até mesmo extremamente perigosas, como vírus, bactérias, parasitas, substâncias tóxicas e até mesmo elementos radioativos (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991).

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) afirma que a água e a saúde da população são inseparáveis, e destaca: “*A disponibilidade de água de qualidade é uma condição indispensável para a própria vida, e mais que outro fator, a qualidade da água condiciona a qualidade de vida.*” Esta relação entre a saúde e a água deve ser entendida a fundo e permitirá a tomada de decisões com mais efetividade e impacto. Todas as pessoas, independentemente de suas condições sócio-econômicas, em quaisquer estágios de desenvolvimento, têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável (OPAS/OMS, 2001).

De acordo com o relatório da Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável (Copasad), atualmente cerca de 30% da população brasileira é abastecida por água proveniente de fontes inseguras, sendo que boa parte daquelas atendidas por rede pública nem sempre recebe água com qualidade adequada e em quantidade suficiente (COPASAD, 1996). Outro relatório, feito pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1992), diz que aproximadamente metade da população dos países em desenvolvimento sofre de problemas de saúde causados por falta de água potável, assim como pela presença de microorganismos contaminantes na água.

A garantia da qualidade da água para abastecimento destinada ao consumo humano está diretamente ligada à proteção da respectiva fonte de água bruta. A gestão das causas de contaminação das águas naturais reflete a disponibilidade de uma água com menor grau de contaminação. Isto, além de garantir maior segurança na qualidade da água fornecida aos consumidores, implica em menor esforço no seu processo de tratamento. Assim, quanto menos poluída for a água afluyente a uma estação de tratamento, menos extensivos serão os meios necessários para garantir a saúde dos seus consumidores. Além disso, uma menor quantidade de produtos químicos utilizados, correspondendo a uma redução na formação de subprodutos do tratamento e um benefício econômico e ambiental decorrente da redução dos custos operacionais, do consumo de recursos e da produção de resíduos. É muito importante compreender as razões pelas quais ocorrem alterações na qualidade da água bruta, pois elas podem influenciar os níveis de tratamento exigido, e conseqüentemente, todo o processo de produção de água para o consumo humano (DE PÁDUA *et al*, 2006).

Mesmo com os grandes avanços no desenvolvimento de tecnologias para tratamento de águas ocorridos nos últimos 100 anos, ainda há um grande caminho a seguir em busca de soluções seguras para se garantir a produção de água potável a partir de mananciais de superfície. Com a descoberta de vários compostos naturais, industrialmente produzidos e, até mesmo, gerados durante o próprio tratamento da água, que podem manifestar-se em concentrações potencialmente perigosas para a saúde pública, este desafio mantém-se inalterado, talvez até maior (DE PÁDUA *et al*, 2006).

Em áreas onde já ocorre desenvolvimento industrial significativo, é cada vez mais difícil proporcionar água com qualidade segura à população consumidora, em face da quase impossibilidade de eliminação dos micropoluentes presentes nas águas pelos métodos e sistemas convencionais de tratamento. Alguns elementos extremamente tóxicos como o mercúrio, o cádmio e o chumbo só podem ser removidos por sistemas de tratamento especialmente projetados e operados para esta finalidade. Os micropoluentes orgânicos sintéticos, tais como os organofosforados e organo-clorados, compostos benzênicos, fenólicos, ésteres do ácido ftálico, aromáticos polinucleares, também não são removidos pelos sistemas tradicionais de tratamento de água proveniente de mananciais que recebem efluentes industriais. Nessas condições, a definição dos padrões de potabilidade ou de qualidade da água de beber, torna-se uma tarefa muito complexa, que exige pessoal cada vez mais qualificado e recursos tecnológicos e laboratoriais cada vez mais avançados e caros (REBOUÇAS, 1999).

A nível mundial, nos últimos anos tem-se assistido a uma preocupação crescente no sentido de se considerar que os sistemas de abastecimento de água, além de satisfazerem aos padrões de qualidade estabelecidos legalmente, devem apresentar níveis de desempenho que mereçam a confiança dos seus consumidores, em se tratando da qualidade da água que lhes é fornecida (VIEIRA E MORAIS, 2005).

3.3.1. Perigos a serem considerados na água destinada ao consumo público

Os perigos a serem considerados, na água destinada ao consumo público, podem ter origem biológica, química ou física (VIEIRA E MORAIS, 2005).

Os perigos biológicos estão geralmente associados a organismos patogênicos presentes na água, tais como bactérias, vírus e protozoários, e também cianobactérias tóxicas que podem constituir ameaça à saúde dos consumidores. Muitos deles se originam no manancial e podem ser destruídos através de técnicas de desinfecção adequadas, com o desinfetante ideal e com doses ideais na fase de tratamento (VIEIRA E MORAIS, 2005).

Os perigos químicos estão geralmente associados à presença de substâncias químicas que em certas concentrações tóxicas podem vir a ser nocivas para a saúde

dos consumidores. Estas substâncias químicas podem ocorrer naturalmente ou surgirem durante as operações e os processos de tratamento e nas fases de transporte e reserva da água. O número de constituintes químicos (orgânicos ou inorgânicos) existentes, que podem influenciar significativamente na qualidade da água, é amplo e dependendo da sua toxicidade, podem causar perturbações de saúde em curto prazo, gerar doenças crônicas ou, embora não constituindo um perigo direto aos consumidores interferir nas características organolépticas da água. Deve-se ter especial atenção à ocorrência de subprodutos da desinfecção, em resultado das substâncias utilizadas na eliminação de microorganismos patogênicos (desinfecção) e a matéria orgânica natural, eventualmente presente na água bruta (VIEIRA E MORAIS, 2005).

Os perigos físicos estão geralmente associados às características estéticas da água, tais como cor, turbidez, sabor e odor. São características de apreciação imediata, que podem levar o consumidor a questionar a qualidade e a segurança da água, mesmo podendo não significar um perigo direto para a saúde humana. Inversamente, mesmo que uma água tenha uma boa aparência estética não significa, necessariamente, que ela seja adequada ao consumo. Alguns exemplos de perigos físicos são a presença de sedimentos, de materiais incorporados à água pela passagem nas tubulações, reservatórios e equipamentos, além de biofilmes. Os biofilmes podem, também, criar condições para o aparecimento de microorganismos patogênicos, zonas de biocorrosão e consumir cloro residual (VIEIRA E MORAIS, 2005).

Com o rápido crescimento da população, urbanização, industrialização, e intensificação da produção agrícola, paralelamente ao uso de defensivos agrícolas, a partir de 1940, se tornam cada vez mais complexos os aspectos físicos, químicos e bacteriológicos da água destinada ao consumo, comprometendo o controle da sua qualidade (REBOUÇAS, 1999). Além disso, diversos fatores podem atingir um sistema de abastecimento de água ou solução alternativa de abastecimento, por mais sanitariamente eficientes que estes sejam. As mais imprevisíveis e variadas situações podem ocorrer, impondo riscos à saúde. Como exemplos, podem ser citadas as seguintes situações de risco (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006):

- Descarga acidental de contaminante no manancial;

- Lançamento clandestino de efluentes no manancial;
- Ocorrência de pressão negativa em tubulação - adutora ou rede de distribuição – e conseqüente penetração de contaminantes em seu interior;
- Rompimento de redes adutoras;
- Problemas operacionais ou de manutenção na estação de tratamento;
- Penetração de contaminantes diversos nos reservatórios públicos;
- Ausência de manutenção na rede distribuidora.

3.3.2. *Controle da qualidade da água destinada ao consumo público*

Tanto o controle da qualidade da água, exercido pela entidade responsável pela operação do sistema de abastecimento ou solução alternativa de abastecimento, quanto sua vigilância, por meio dos órgãos de saúde pública, são instrumentos fundamentais para garantia da proteção à saúde dos consumidores. Um conhecimento mais completo das situações de risco à saúde só pode ser verificado com procedimentos corretos de controle e vigilância da qualidade da água. Por meio desses tem-se a inspeção da água distribuída e consumida. Essa inspeção, realizada em frequência adequada e nos pontos mais vulneráveis do sistema, fornece uma visão da probabilidade da ocorrência de episódios de qualidade indesejável da água, o que permite identificar possíveis ocorrências negativas e assim impedi-las ou evitá-las, ou ainda corrigir possíveis procedimentos inadequados. A inspeção ocorre através de análises físico-químicas e microbiológicas, estrategicamente planejadas, para conjuntos de parâmetros de qualidade, conforme definido na legislação relativa aos padrões de potabilidade. Este procedimento tem concepção probabilística, procurando determinar por uma amostragem no sistema, o risco da qualidade da água à saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Destaca-se no processo, a avaliação da qualidade microbiológica da água, em vista do elevado número e da grande diversidade de organismos patogênicos, em geral de origem fecal, que pode estar presente na água. Tendo em vista a extrema dificuldade, quase impossibilidade, de avaliar a presença de todos os mais importantes organismos na água, a técnica adotada é a de se verificar a presença de

organismos indicadores. A escolha desses indicadores foi objeto de um processo histórico cuidadoso, realizado pela comunidade científica internacional, de modo que aqueles atualmente empregados reúnem determinadas características de conveniência operacional e de segurança sanitária, significando que sua ausência na água representa a garantia da ausência de outros patogênicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Em se tratando da qualidade física, a estratégia principal é identificar parâmetros que representem, de forma indireta, a concentração de sólidos em suspensão ou dissolvidos na água. Esses parâmetros têm um duplo significado para a saúde pública: Revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que águas com inadequado padrão estético, mesmo microbiologicamente seguras, podem conduzir os consumidores a recorrer a fontes alternativas menos seguras. Também, águas com elevado conteúdo de sólidos comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso os sólidos podem se mostrar associados à presença de microorganismos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

A qualidade química é aferida à própria identificação do componente na água, através de métodos laboratoriais específicos. Esses componentes químicos não devem estar presentes na água acima de certas concentrações determinadas por estudos epidemiológicos e toxicológicos. As concentrações limites toleráveis significam que se a substância for ingerida por um indivíduo com constituição física mediana, em certa quantidade diária, durante determinado período da vida, adicionado à exposição esperada da mesma substância por outros meios (alimentos, ar, etc.), submete o indivíduo a um risco inaceitável de acometimento por uma enfermidade crônica resultante. Dois grupos importantes de substâncias químicas são as substâncias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e orgânicas, como os solventes, cada qual com suas origens e seus efeitos sobre a saúde humana (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Essas técnicas de amostragem e avaliação laboratorial da qualidade da água revelam a qualidade do produto, o que não elimina a inspeção do processo, que é uma importante ação complementar da vigilância da qualidade da água. Nesse caso, a vigilância verifica as condições físicas e operacionais do sistema de abastecimento,

identificando potenciais situações de risco e acionando os responsáveis pela sua correção. Assim, atua-se preventivamente, antecipando os problemas de qualidade da água, adicionalmente à ação corretiva, determinada após se ter observado a violação dos padrões de qualidade da água mediante análises laboratoriais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

3.3.3. Características físicas, químicas e biológicas da água

As principais características físicas, químicas e biológicas da água, as quais em seu conjunto permitem a avaliação da qualidade da água destinada ao consumo público, são descritas a seguir. Tais características podem ser expressas por meio de concentrações ou outros valores numéricos, assim são designadas como parâmetros.

3.3.3.1. Parâmetros físicos

a) Temperatura

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A influência da temperatura é marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A temperatura também tem influência na solubilidade dos gases e acentua a sensação de sabor e odor da água (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). Em se tratando de águas destinadas ao consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. Para o uso doméstico a água deve ter temperatura refrescante (PEREIRA *et al*, 1987).

b) Sabor e Odor

A conceituação de sabor envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor. Mas, genericamente se usa a expressão conjunta “*sabor e odor*” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991; PEREIRA *et al*, 1987). Sua origem está associada tanto à presença de substâncias

químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns microorganismos, notadamente algas. O padrão de potabilidade exige que as águas, quanto ao sabor e odor, devem ser inobjetíveis, ou seja, deve haver ausência de sabor e odor (BRASIL, 2004; PEREIRA *et al*, 1987).

c) Cor

A cor da água é gerada pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1µm, denominadas colóides, e finamente dispersas, com origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; OMS, 1985). Para se determinar a intensidade da cor da água se faz uma comparação da amostra com um padrão cobalto-platina, sendo que o resultado é fornecido em unidades de cor, chamadas de uH (unidade Hazen). Para efeito de caracterização de águas para o abastecimento, é feita a distinção da cor aparente, na qual se consideram as partículas suspensas, da cor verdadeira. A determinação da cor verdadeira é realizada após a centrifugação da amostra. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). O padrão de aceitação para o consumo humano exige que a água apresente cor aparente com intensidade máxima de 15 uH (BRASIL, 2004).

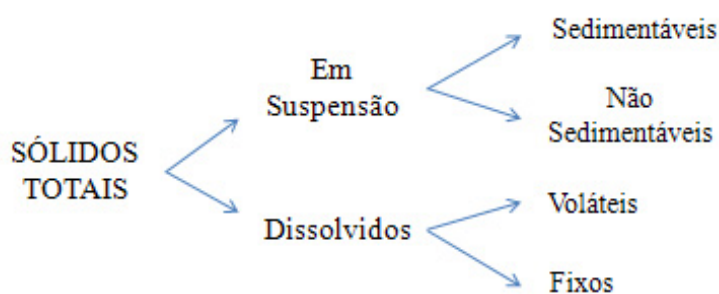
d) Turbidez

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo que é expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas de unidades de Jackson ou nefelométricas). Ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas, a turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; PEREIRA *et al*, 1987). Além da ocorrência natural, a turbidez da água pode ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais. A turbidez natural da água, geralmente está compreendida na faixa de

3 a 500 unidades (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A desinfecção da água, principalmente a inativação de vírus, é tanto mais eficaz quanto menor a turbidez da água. Assim, recomendam-se valores menores que 1 UT para águas que passam por processos de desinfecção. (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991; OMS, 1985). Porém, o padrão de aceitação para o consumo humano é de até 5 UT (BRASIL, 2004).

e) Sólidos

Apesar dos sólidos estarem sendo comentados neste tópico relativo aos parâmetros físicos, sua presença também pode estar associada a características químicas ou biológicas. Os sólidos presentes na água podem ser distribuídos da seguinte forma (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006):



Os sólidos em suspensão são as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas com diâmetro inferior a $10^{-3}\mu\text{m}$ e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A presença de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Mesmo que os parâmetros de turbidez e sólidos estejam associados eles não são absolutamente equivalentes. O padrão de potabilidade refere-se apenas a sólidos totais dissolvidos, com um limite de 1000mg/l, tendo em vista que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

f) Condutividade elétrica

A condutividade elétrica indica a capacidade da água de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior a capacidade de conduzir corrente elétrica. A condutividade elétrica da água é expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). Atualmente é recomendada a utilização da unidade “S” (Siemens). As águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A determinação da condutividade elétrica permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991).

3.3.3.2. *Parâmetros Químicos*

a) pH

O pH, ou potencial hidrogênioônico, representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+). É calculado em escala logarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14. Valores inferiores a 7 representam condições ácidas e valores superiores a 7 representam condições alcalinas. Os valores de pH têm influência na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

As alterações no pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Em águas utilizadas para o abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto elevados valores aumentam a possibilidade de incrustações (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o intervalo de pH se mantenha entre 6,0 e 9,5, objetivando a minimização dos problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição (BRASIL, 2004).

b) Alcalinidade

A alcalinidade indica a quantidade de íons presentes na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Assim, é uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir às mudanças do pH (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-). Outros ânions, como cloretos, nitratos e sulfatos, não contribuem para a alcalinidade. A distribuição entre as três formas de alcalinidade é função do pH (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991):

- pH > 9,4 - Hidróxidos e carbonatos;
- pH entre 8,3 e 9,4 - Carbonatos e bicarbonatos;
- pH entre 4,4 e 8,3 - apenas bicarbonatos.

Assim, pode-se verificar que na maioria dos ambientes aquáticos a alcalinidade deve-se exclusivamente à presença de bicarbonatos. Altos valores de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A alcalinidade é geralmente expressa em termos de carbonato de cálcio (CaCO_3) (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991).

c) Dureza

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água, sendo que os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}) e, em menor escala, ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). Dependendo do ânion com o qual está associada, a dureza pode ser classificada em dureza carbonato ou dureza não carbonato. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando portanto em condições de indicar a capacidade de tamponamento da água. A dureza não carbonato refere-se à associação

com os demais ânions, à exceção do cálcio e do magnésio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em magnésio) ou antropogênica (efluentes industriais). É expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO_3) e pode ser classificada como (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991):

- Mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO_3 ;
- Dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3 ;
- Dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 ;
- Muito dura: > 300 mg/L de CaCO_3 .

Águas com dureza elevada fazem com que a formação de espuma seja reduzida, o que implica um maior consumo de sabões e xampus, além de provocar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da precipitação dos cátions em elevadas temperaturas. Existem evidências de que a ingestão de águas duras contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). O padrão de potabilidade estabelece um limite de 500 mg/L de CaCO_3 para águas de abastecimento (BRASIL, 2004).

d) Série nitrogenada

O elemento químico nitrogênio pode ser encontrado sob diversas formas no meio aquático (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006):

- Nitrogênio molecular (N_2): nessa forma o nitrogênio está continuamente sujeito a perdas para a atmosfera;
- Nitrogênio orgânico: constituído por nitrogênio na forma dissolvida (compostos nitrogenados orgânicos) ou particulada (biomassa de organismos);
- Íon amônio (NH_4^+): forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose; serve também como indicador do lançamento de esgotos com elevada carga orgânica;

- Íon nitrito (NO_2^-): forma intermediária do processo de oxidação. Apresenta uma forte instabilidade no meio aquoso.
- Íon nitrato (NO_3^-): forma oxidada do nitrogênio, encontrada em condições de aerobiose.

O nitrogênio conta com a intensa participação de bactérias em seu ciclo, tanto no processo de nitrificação (oxidação bacteriana do amônio a nitrito e deste a nitrato) quanto no de desnitrificação (redução bacteriana do nitrato ao gás nitrogênio). O nitrato, quando em concentrações elevadas, está associado à doença da metaemoglobina, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês. A atividade metabólica interna dos adultos impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por esta enfermidade. Além de sua origem natural o nitrogênio tem uma significativa origem antropogênica, principalmente em decorrência do lançamento de despejos domésticos, industriais e de criadouros de animais, assim como de fertilizantes, nos corpos d'água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

e) Ferro e Manganês

Por apresentarem comportamento químico semelhante, os elementos Ferro e Manganês podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados em conjunto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Apesar desses elementos não apresentarem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética, como manchas nas roupas ou em vasos sanitários, ou prejudicar determinados usos industriais da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). Assim, o padrão de potabilidade determina valores máximos de 0,3 mg/L para o Ferro e de 0,1 mg/L para o Manganês (BRASIL, 2004).

f) Micropoluentes

Micropoluentes são substâncias que mesmo em baixas concentrações conferem à água características de toxicidade, tornando-a assim imprópria para grande parte

dos usos. O maior destaque é dado aos metais pesados, como por exemplo: arsênio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, prata, zinco, frequentemente encontrados em águas residuárias industriais. Além de serem tóxicos, esses metais se acumulam no ambiente aquático, aumentando sua concentração na biomassa de organismos à medida que se evolui na cadeia alimentar. Outros micropoluentes inorgânicos que apresentam riscos à saúde pública, dependendo de suas concentrações, são os cianetos e o flúor. Entre os compostos orgânicos tóxicos destacam-se alguns detergentes, os defensivos agrícolas e uma ampla gama de produtos químicos elaborados artificialmente para uso industrial. Além da sua difícil biodegradabilidade, muitos desses compostos têm características carcinogênicas (provocam câncer), mutagênicas (influências nas células reprodutoras) e alguns até mesmo teratogênicas (geração de fetos com graves deficiências físicas) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

g) Flúor

A adição de compostos de flúor à água destinada ao consumo público (fluoretação) tem como objetivo elevar a concentração do mesmo a um teor predeterminado, para desta forma, atuar no controle da cárie dentária da população (BRASIL, 1975). De acordo com Bezerra de Menezes *et al* (2002), a presença de flúor na água pode causar a fluorose, que se caracteriza por ser uma alteração estética (manchas) do esmalte dental provocada por ingestão de flúor durante o desenvolvimento do dente. A portaria nº 635/Bsb, de 25 de dezembro de 1975, do Ministério da Saúde, recomenda limites para a concentração do íon fluoreto na água, em função da média das temperaturas máximas diárias (BRASIL, 1975).

h) Cloro residual

No processo de desinfecção de águas de abastecimento, o agente químico mais comumente utilizado é o cloro, que destrói ou inativa os organismos causadores de enfermidades, sendo que sua ação ocorre à temperatura ambiente e em tempo relativamente curto (AZEVEDO NETTO *et al*, 1987). A sua popularidade está ligada

ao seu baixo custo, sua fácil disponibilidade como gás, líquido e sólido, sua aplicação simplificada, sua capacidade de destruir a maioria dos microorganismos patogênicos e por deixar um residual em solução, de concentração facilmente determinável, que, não sendo perigoso ao homem, protege o sistema de distribuição contra re-contaminação (RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). De acordo com o Ministério da Saúde (2006), os teores de cloro residual mantidos no sistema de distribuição são também indicadores da qualidade da água e da segurança sanitária do sistema de distribuição, uma vez que os valores usualmente exigidos são os considerados suficientes para inativação bacteriana. O padrão de potabilidade exige o teor mínimo de 0,2 mg/L de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição e recomenda um teor máximo de 2,0 mg/L (BRASIL, 2004).

3.3.3.3. Parâmetros Biológicos

a) Bactérias coliformes

Algumas poucas espécies de microorganismos são capazes de transmitir enfermidades. Este problema de transmissão é particularmente importante no caso das águas de abastecimento, que devem passar por um tratamento adequado, que inclua desinfecção (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). A determinação individual da eventual presença de cada organismo patogênico em uma amostra de água não pode ser feita rotineiramente, por ser um procedimento complexo e financeiramente inviável. Na prática, o que é feito é a utilização de organismos facilmente identificáveis, cuja ocorrência na água está relacionada à presença de organismos patogênicos. Estes organismos são chamados de organismos indicadores, sendo que os mais importantes são as bactérias coliformes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

As bactérias do grupo coliformes habitam normalmente o intestino de homens e animais, servindo assim como indicadores de contaminação de uma amostra de água por fezes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RICHTER E AZEVEDO NETTO, 1991). Baseando-se no fato de que a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, ou seja, os organismos patogênicos eliminados juntamente com as fezes, atingem o ambiente aquático, podendo vir a

contaminar as pessoas que se abastecem de forma inadequada dessa água, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser utilizadas como indicadores dessa contaminação. Quanto mais a quantidade de coliformes em uma amostra de água, maior a chance de essa água estar contaminada por organismos patogênicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Uma grande vantagem de se usar bactérias coliformes como indicadores de contaminação fecal é a sua presença em grandes quantidades nos esgotos domésticos, já que cada pessoa elimina bilhões dessas bactérias diariamente. Assim, se houver contaminação da água por esgotos domésticos, é muito grande a chance de se encontrar coliformes em qualquer parte e em qualquer amostra da água. Outra vantagem é que sua identificação é feita facilmente, já que as bactérias pertencentes a esse grupo fermentam a lactose do meio de cultura, produzindo gases que são observados nos tubos de ensaio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Entre as bactérias do grupo coliforme, destaca-se o subgrupo dos coliformes termotolerantes. Neste subgrupo estão as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ em 24 horas, tendo como a maior representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. A *Escherichia coli* é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$. Esta bactéria é considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos na água (BRASIL, 2004).

3.3.4. Água na transmissão de doenças

Entre os vários usos que a água pode ter, alguns estão diretamente ligados com a saúde humana (PEREIRA, 1987):

- Quando é utilizada como bebida ou na preparação de alimentos;
- Quando é utilizada no asseio corporal ou, que por razões profissionais ou outras quaisquer, venha a ter contato direto com a pele ou mucosas do corpo humano por outros meios, ex: lavadeiras, atividades recreativas (lagos, piscinas, etc.);

- Quando é empregada na manutenção da higiene do ambiente e, em especial, instalações e utensílios utilizados no manuseio, preparo e ingestão de alimentos (domicílio, restaurantes, etc.);
- Quando é utilizada na rega de hortaliças ou nos criadouros de ostras, mariscos e mexilhões.

De acordo com o Ministério da Saúde (2006) a maior parte das enfermidades transmitidas para o homem é causada por microorganismos, particularmente vírus, bactérias, protozoários e helmintos (vermes intestinais). A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode ser feita por diferentes tipos de mecanismos.

A relação entre qualidade da água e doenças, mesmo que suspeitada ou admitida desde a mais remota antiguidade, só ficou provada cientificamente a partir de meados do século passado, com a epidemia de cólera em Londres em 1854 (PEREIRA, 1987).

O mecanismo de transmissão de doenças diretamente ligado com a qualidade da água e mais comumente lembrado é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde e a presença desse componente em seu organismo provoca o aparecimento da doença. Outro mecanismo é a quantidade insuficiente de água, que gera hábitos higiênicos insatisfatórios e com eles o aparecimento de doenças relacionadas à inadequada higiene (dos utensílios domésticos, do corpo, do ambiente domiciliar). Mesmo não sendo transmitidas pela água, essas enfermidades relacionam-se com as condições de abastecimento de água. Um terceiro mecanismo é a situação da água no ambiente físico, proporcionando condições propícias à vida e reprodução de vetores ou reservatórios de doenças. Um exemplo desse mecanismo é o da água empoeçada, contaminada por esgotos, como *habitat* para o molusco hospedeiro intermediário da esquistossomose. Finalmente, merecem destaque as doenças transmitidas por vetores relacionados à água, principalmente insetos que nascem e picam dentro ou próximo de corpos d'água, como o mosquito *Aedes aegypti* e a dengue (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A Tabela 3.1 apresenta uma síntese das principais doenças relacionadas com a água.

Tabela 3.1 - Síntese das principais doenças relacionadas com a água (Fonte:

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

GRUPO DE DOENÇAS	FORMAS DE TRANSMISSÃO	PRINCIPAIS DOENÇAS	FORMAS DE PREVENÇÃO
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	1. Diarréias e disenterias, como a cólera e a giardiase 2. Febre tifóide e paratífóide 3. Leptospirose 4. Amebíase 5. Hepatite infecciosa 6. Ascariíase (lombriga)	1. Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas 2. Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com pio-lhos, e a escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	1. Evitar o contato de pessoa com águas infectadas 2. Proteger mananciais 3. Adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos 4. Combater o hospedeiro intermediário
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	1. Malária 2. Febre amarela 3. Dengue 4. Filariose (elefantíase)	1. Combater os insetos transmissores 2. Eliminar condições que possam favorecer criadouros 3. Evitar o contato com criadouros 4. Utilizar meios de proteção individual

Assim, é muito importante destacar que não somente a qualidade da água, mas também a sua quantidade e regularidade de fornecimento são fatores determinantes para o acometimento de doenças no homem. O abastecimento de água de qualidade, e em quantidade suficiente tem importância fundamental para promover condições higiênicas adequadas, proteger a saúde da população e, também, promover o desenvolvimento socioeconômico (RAZZOLINI E GÜNTER, 2008; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

É de muita importância salientar, também, que não apenas na etapa do sistema de abastecimento de água coletivo podem ser localizados os riscos à saúde. Após a ligação predial, a água ainda passa por diversas operações, desde o seu armazenamento predial até os habituais tratamentos domiciliares, passando por toda a instalação predial. Esta etapa do consumo impõe elevados riscos à saúde, a ponto de todo o esforço feito nas etapas do sistema coletivo frequentemente se ver

comprometido pelo manuseio inadequado da água no nível intra-predial. Situação ainda mais preocupante ocorre em localidades onde não há a existência de sistemas coletivos de abastecimento de água. Nesse caso, a população recorre a fontes de água diversas, muitas vezes vulneráveis à presença de contaminantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

3.3.5. Legislação

Segundo De Pádua *et al* (2006), até meados dos século XX, a qualidade da água para o consumo humano era avaliada apenas tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto este tipo de avaliação, em se tratando da proteção saúde pública contra microorganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água, foi se revelando falível. Diante disso, tornou-se indispensável a criação de normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que as águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer.

A primeira publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS) dedicada especificamente a este tema surgiu em 1958, com o título “*International Standards for Drinking Water*”, instituindo uma metodologia de verificação da conformidade das características da água abastecida com valores numéricos pré-estabelecidos (Normas), através de programas de amostragem do “produto final” consumido (DE PÁDUA *et al*, 2006).

Em 2004, a OMS publicou o primeiro volume da terceira edição das “*Guidelines for Drinking Water Quality*” (GDWQ), onde recomenda que as entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água desenvolvam planos de segurança para garantir a qualidade da água, incorporando metodologias de avaliação e gestão de riscos, bem como práticas que levem a uma boa operação dos sistemas. Assim, é privilegiada a segurança preventiva ao invés da monitoração “fim-de-linha”, através de uma efetiva gestão e operação de mananciais de abastecimento, estações de tratamento e sistemas de distribuição, garantindo a devida proteção da saúde pública (DE PÁDUA *et al*, 2006).

No Brasil, a legislação que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano é a

Portaria MS 518/2004, do Ministério da Saúde. Mesmo antes da promulgação da Constituição Federal de 1988, era atribuído ao Ministério da Saúde, através do decreto federal nº 79.376 de 9/3/1977, a competência para elaborar normas sobre o padrão de potabilidade da água, a serem observadas em todo o território nacional. Desde então o Ministério da Saúde sancionou 4 portarias que dispõem sobre potabilidade de água para o consumo humano: Portaria 56Bsb/1977, Portaria 36 GM/1990, Portaria 1469/2000 e Portaria MS 518/2004 (DE PÁDUA *et al*, 2006).

De Pádua *et al* (2006) destacam entre os diversos avanços trazidos pela Portaria MS 518/2004 em relação à Portaria 36GM/1990: a incorporação do princípio da descentralização das ações do SUS, visão sistêmica da qualidade da água, definição clara de deveres e responsabilidades do governo de cada esfera do governo e dos responsáveis pela produção e distribuição de água e principalmente a garantia ao consumidor do direito à informação sobre a qualidade da água a ele oferecida, seja pelos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água ou pelo setor saúde.

A portaria MS 518/2004 atribui deveres e obrigações para diferentes níveis governamentais, sendo que as secretarias municipais de saúde têm o papel de exercer a vigilância da qualidade da água. Assim, a secretaria de saúde no município deve verificar continuamente se a água fornecida à população atende aos padrões de qualidade. A atividade de vigilância da qualidade da água deve envolver desde a avaliação do grau de risco que os sistemas representam a saúde pública em função da origem da água, do tratamento que a água recebe e dos procedimentos adotados em todo o processo até a verificação de queixas e denúncias feitas pelos consumidores em relação à água abastecida (DE PÁDUA *et al*, 2006; BRASIL 2004).

Para que todo este processo seja eficaz e permanente, a autoridade municipal de saúde tem a responsabilidade de desenvolver, entre outras ações previstas na legislação (DE PÁDUA *et al*, 2006, BRASIL 2004):

- Monitoramento da qualidade da água, com atividades como elaborar um plano próprio de amostragem e receber e analisar, mensalmente, os relatórios encaminhados pelas empresas de abastecimento responsáveis pelo controle da qualidade da água;

- Identificação, cadastramento e inspeção periódica de todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais, na área urbana e rural;
- Informação à população sobre a qualidade da água e os riscos à saúde associados ao seu consumo, mantendo registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível para a população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;
- Atuação junto aos responsáveis pelo fornecimento de água exigindo a correção de não conformidades;
- Estruturar meios para o recebimento de queixas referentes às características da água abastecida e estabelecer procedimentos para as providências necessárias.

As atividades de controle da qualidade da água para consumo humano competem aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento ou da solução alternativa de abastecimento, que devem assegurar que a água fornecida à população apresente qualidade compatível com os padrões estabelecidos na legislação. É de responsabilidade da empresa de abastecimento público todo o processo operacionalizado para tornar a água potável e também, garantir que esta condição seja mantida até chegar aos domicílios. Destacam-se entre as ações que as empresas responsáveis pelo abastecimento de água devem fazer para cumprir com as determinações da Portaria MS 518/2004 (DE PÁDUA *et al*, 2006; BRASIL 2004):

- Operar e manter o sistema de abastecimento de água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT e com outras normas e legislações pertinentes;
- Manter e controlar a qualidade da água distribuída, realizando análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõe o sistema de abastecimento; capacitar e atualizar tecnicamente os profissionais do sistema de controle da qualidade da água, realizar o controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reserva e distribuição, entre outras ações;

- Encaminhar relatórios mensais à autoridade de saúde pública, com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;
- Fornecer a todos os consumidores informações sobre a qualidade da água;
- Em caso de anomalia operacional no sistema ou problema com a qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar adequadamente a população;
- Manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água, para tomar as providências pertinentes;
- Promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, efetuando o controle das características das suas águas, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que forem detectados indícios de riscos à saúde ou sempre que as amostras coletadas apresentarem desacordo com os limites ou condições estabelecidas na legislação vigente.

3.4. Educação

A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. É dever da família e do estado e tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

Nas últimas décadas, o ponto de vista de que a educação é a solução para a maioria dos problemas enfrentados pela sociedade atual está mais uma vez em grande evidência. A educação é um elemento propulsor do desenvolvimento de uma nação, e essa é a opinião não apenas dos educadores, mas apontada por todas as camadas da sociedade, no Brasil e no mundo (PINTO *et al*, 2006).

Segundo Macêdo e Monteiro (2006), a família se constitui numa instituição onde os indivíduos iniciam seus processos de formação, sendo a base onde se incorporam padrões de comportamento, valores morais, sociais, éticos, e espirituais, entre tantos outros. Assim, a família é a base da educação do indivíduo. Quando uma criança entra na escola já possui conhecimentos, atitudes e práticas adquiridas no seu lar. Mas, muitos podem não ter base científica, necessitando modificações, alguns precisam ser reforçados e outros aprendidos (MARCONDES, 1972).

Marcondes (1972) destaca que a escola ainda é a única agência que consegue reunir grande parte da população e cabe a ela transmitir aos alunos conhecimentos atualizados e úteis, estimular atitudes positivas e dinâmicas em relação à saúde e desenvolver neles as habilidades necessárias para que promovam educação sanitária nas próprias famílias, assim como nas profissões que escolherem.

A educação para a saúde na escola deve significar a formação de atitudes e valores que levem o escolar a ter um comportamento inteligente, revertendo este comportamento em benefício da sua saúde e da saúde dos outros. Deve se preocupar em motivar a criança para aprender, analisar, avaliar as fontes de informação e se tornar capaz de escolher inteligentemente seu comportamento com base no conhecimento (MARCONDES, 1972). A educação para a saúde só é efetiva se promover mudanças no comportamento da criança, tornando-se consciente do que é necessário à conservação da saúde, objetivando não somente que os alunos obtenham conhecimentos relacionados com saúde, mas que devam ser auxiliados a adquirirem, ou reforçarem hábitos, atitudes e conhecimentos relacionados com a prática específica da saúde (BARROS E MATARUNA, 2005). O escolar deve ser levado a compreender que a sua participação é fundamental para o equacionamento dos problemas de saúde pessoais, de sua família e de sua comunidade (MARCONDES, 1972).

O presente trabalho poderá ser repassado aos professores das escolas e poderá ser um tema a ser desenvolvido por eles junto aos alunos como um complemento à educação ambiental.

4. METODOLOGIA

4.1. Introdução

Os estudos foram realizados no município de Içara, localizado no sul do estado de Santa Catarina, a 182 km da capital Florianópolis. Içara tem uma área territorial de 293 km² e sua população é de aproximadamente 54.107 habitantes (IBGE, 2007). É um município com área extensa devido à sua proximidade com Criciúma e também com o mar, possuindo diversos bairros com características específicas, de onde foram escolhidas as escolas que farão parte deste estudo.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007) mostram que no ano de 2007 Içara teve 9.080 matrículas no ensino fundamental e 1.994 matrículas no ensino médio, comprovando que uma grande parcela da população frequenta o ambiente escolar diariamente e, conseqüentemente, consome a água abastecida às escolas.

Para as investigações da qualidade da água de abastecimento e de consumo em escolas de Içara, foram escolhidas seis escolas situadas em bairros distintos do município.

Os estudos ocorreram em três etapas:

- Levantamento da qualidade da água de abastecimento em Içara nos anos de 2007 e 2008;
- Coleta de amostras da água abastecida e consumida nas seis escolas escolhidas para o estudo;
- Análises laboratoriais das amostras de água coletadas.

4.2. Levantamento da qualidade da água de abastecimento em Içara nos anos de 2007 e 2008

Para se ter uma idéia da qualidade da água que vem sendo distribuída em Içara, e conseqüentemente nas escolas do município, optou-se por realizar um levantamento das características da qualidade físico-química e bacteriológica da água distribuída nos dois últimos anos. Este levantamento foi elaborado com base em relatórios sobre a qualidade da água distribuída nos anos de 2007 e 2008, feitos pelo

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAÉ), empresa responsável pelo abastecimento de água.

Estes relatórios são feitos mensalmente pela empresa e representam a média mensal das análises dos seguintes parâmetros:

- Cloro residual livre;
- Cor aparente;
- Flúor;
- Turbidez;
- pH;
- Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes.

Foram utilizados todos os relatórios referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2007 e janeiro a setembro de 2008. Estas análises mensais foram confrontadas com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 518/2004, do Ministério da Saúde, a fim de se verificar se a água que vem sendo distribuída no município é própria para o consumo, sem apresentar riscos à saúde. Este levantamento mostra se a água distribuída ao município apresenta um histórico de boa ou de má qualidade.

4.3. Coleta de amostras nas escolas

A segunda etapa constituiu-se em coletas de amostras nas seis escolas escolhidas para o estudo. Para cada um dos seis locais foram coletadas amostras de água imediatamente na ligação da rede de distribuição de água com a escola e no ambiente interno, após ter passado pelas tubulações prediais da escola e pela caixa d'água, imediatamente antes de ser consumida.

As amostras foram coletadas no final do mês de outubro de 2008.

4.3.1. Locais de coleta

As seis escolas onde foram coletadas as amostras de água se situam em bairros distintos do município e possuem diferentes características que são descritas a seguir.

4.3.1.1. Escola de Educação Básica Melchiades Bonifácio Espíndola

A E. E. B. Melchiades Bonifácio Espíndola é localizada no bairro Balneário Rincão e possui 1200 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange desde a primeira série do primeiro grau até o terceiro ano do segundo grau. Esta escola foi escolhida para fazer parte do estudo por localizar-se no balneário do município.

Foram realizadas duas coletas de amostras. Uma na ligação da rede de distribuição de água com a escola (hidrômetro) e uma em um bebedouro coletivo situado no pátio central da escola, onde todos os alunos têm acesso.

De acordo com funcionários da escola, a caixa d'água foi lavada pela última vez em janeiro de 2008, nove meses antes das coletas de amostras.

4.3.1.2. Escola de Educação Básica Antônio Guglielmi Sobrinho

A E. E. B. Antônio Guglielmi Sobrinho é localizada no bairro Vila Nova e possui 900 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange desde a primeira série do primeiro grau até o terceiro ano do segundo grau. Esta escola foi escolhida por estar em um local de transição entre a região balneária e a região central do município.

Foram realizadas duas coletas de amostras. Uma na ligação da rede de distribuição de água com a escola (hidrômetro) e uma em um bebedouro coletivo situado no pátio central da escola, onde todos os alunos têm acesso.

De acordo com funcionários da escola, a caixa d'água foi lavada pela última vez em julho de 2008, três meses antes da coleta das amostras.

4.3.1.3. Escola de Educação Básica Professora Maria da Glória Silva

A E. E. B. Prof.^a Maria da Glória Silva é localizada no bairro Aurora e possui 858 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange desde a primeira série do primeiro grau até o terceiro ano do segundo grau. Esta escola foi escolhida por ser próxima ao bairro central do município.

Foram realizadas duas coletas de amostras. Uma na ligação da rede de distribuição de água com a escola (hidrômetro) e uma em um bebedouro coletivo situado no pátio central da escola, onde todos os alunos têm acesso.

De acordo com funcionários da escola, a caixa d'água foi lavada pela última vez em julho de 2008, três meses antes da coleta de amostras.

4.3.1.4. Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos

A E. E. B. Prof.^a Salete Scotti dos Santos é localizada no bairro central do município e possui 1160 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange desde a quinta série do primeiro grau até o terceiro ano do segundo grau. Esta escola foi escolhida por se situar no principal bairro do município, o Centro.

Foram realizadas duas coletas de amostras. Uma na ligação da rede de distribuição de água com a escola (hidrômetro) e uma em um bebedouro coletivo situado no pátio central da escola, onde todos os alunos têm acesso.

Segundo funcionários, a caixa d'água da escola foi lavada pela última vez em janeiro de 2008, nove meses antes da coleta de amostras.

4.3.1.5. Colégio Cristo Rei

O Colégio Cristo Rei é localizado no bairro Cristo Rei e possui 400 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange desde o jardim de infância até o terceiro ano do segundo grau. Este colégio foi escolhido por ser o maior colégio particular do município.

Foram realizadas duas coletas de amostras, uma na ligação da rede de distribuição de água com o colégio (hidrômetro) e uma em uma torneira da cozinha, dentro do colégio, onde são preparados os alimentos. Nesta escola optou-se pela torneira da cozinha devido ao fato de todos os bebedouros na área interna serem providos de filtros.

De acordo com funcionários da escola, a caixa d'água foi lavada pela última vez em julho de 2008, três meses antes da coleta de amostras.

4.3.1.6. Escola Municipal Professora Amélia de Souza Silva

A E. M. Prof.^a Amélia de Souza Silva é localizada no bairro Barra Velha e conta com 69 alunos matriculados em 2008. Seu ensino abrange da primeira a quarta série do primeiro grau. Esta escola foi escolhida para o estudo devido ao fato de se localizar em um dos bairros mais pobres do município.

Não foi possível a realização da coleta de amostra imediatamente na ligação entre a rede de abastecimento de água e a escola (hidrômetro), devido ao fato da torneira estar obstruída por areia. Assim, só foi possível a realização de coleta na parte interna da escola. O local escolhido foi um bebedouro coletivo situado no pátio central, onde todos os alunos têm acesso.

Mesmo com o baixo número de alunos e com a torneira externa obstruída, optou-se por realizar a coleta nesta escola devido ao fato de ser localizada neste bairro pobre.

Segundo funcionários, a caixa d'água da escola foi lavada pela última vez em janeiro de 2008, nove meses antes da coleta.

4.3.2. Métodos de coleta

Todas as amostras foram coletadas em recipientes de vidro, com tampas com rosca, previamente esterilizados para evitar contaminação. Os volumes coletados para cada amostra foram de 500 mL, possibilitando assim as análises laboratoriais de todos os parâmetros em estudo.

Para cada torneira onde foram coletadas as amostras deixou-se correr água por alguns minutos com a torneira totalmente aberta, antes da realização da respectiva coleta. Também, os respectivos frascos foram enxaguados com a água da torneira em questão antes de serem preenchidos. Foram coladas etiquetas em cada frasco, representando a escola e o ponto onde a água foi coletada.

As amostras foram então armazenadas em um recipiente de isopor e encaminhadas para a etapa das análises laboratoriais.

4.4. Análises laboratoriais

As análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas foram realizadas no laboratório da Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Faxinal, pertencente ao SAMAE de Içara, englobando os mesmo parâmetros que são analisados mensalmente pela empresa.

4.4.1. Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos analisados podem ser observados na Tabela 4.1, bem como os métodos e equipamentos utilizados nas análises.

Tabela 4.1 – Parâmetros físico-químicos analisados e métodos utilizados

Parâmetros	Métodos	Medidas
Cloro Residual Livre (mg/L)	Colorimétrico	Colorímetro DR 890 - HACH Reagente DPD
Cor Aparente (uH)	Colorimétrico	Colorímetro DR 890 - HACH
Flúor (mg/L)	Colorimétrico	Colorímetro DR 890 – HACH Reagente SPADNS
Turbidez (uT)	Nefelométrico	Turbidímetro AP-2000 Policontrol
pH	Potenciométrico	pHmetro W3B - BEL

Anteriormente às análises de cada parâmetro, os equipamentos foram zerados e calibrados. Os procedimentos para leitura de cada parâmetro são descritos a seguir.

Cloro residual livre

As análises do parâmetro cloro residual livre foram feitas através do Colorímetro DR 890 da marca HACH. A metodologia consiste em preencher uma cubeta com 10 mL da amostra coletada e adicionar o reagente DPD Chlorine Powder Pillow. A amostra é então tampada e agitada por 20s. A presença de cloro residual

livre faz a água ficar com coloração rosada. Imediatamente é colocada a cubeta no compartimento de amostra do colorímetro e feita a leitura com o programa específico.

Cor Aparente

As análises do parâmetro cor aparente foram feitas através do Colorímetro DR 890 da marca HACH. A metodologia consiste em preencher uma cubeta com 25 mL da amostra coletada, colocar no compartimento de amostra do colorímetro e fazer a leitura com o programa específico.

Flúor

As análises do parâmetro flúor foram feitas através do Colorímetro DR 890 da marca HACH. A metodologia consiste em preencher uma cubeta com 10 mL da amostra coletada, adicionar 2 mL do reagente SPADNS e esperar 1 minuto para que ocorra a reação. Imediatamente é colocada a cubeta no compartimento de amostra do colorímetro e feita a leitura com o programa específico.

Turbidez

As análises do parâmetro turbidez foram feitas através do Turbidímetro AP-2000 da marca Policontrol. A metodologia consiste em colocar 10 mL da amostra em uma cubeta, fechar, colocar no compartimento de amostra do turbidímetro e fazer a leitura.

pH

As análises do parâmetro pH foram feitas através do pHmetro W3B da marca BEL. A metodologia consiste em introduzir o eletrodo de pH na amostra, aguardar a estabilização e fazer a leitura.

4.4.2. Análises bacteriológicas

Foram realizadas análises de presença/ausência de coliformes totais em todas as amostras de água coletadas. Para amostras positivas em coliformes totais foram realizadas análises de coliformes termotolerantes. Os métodos utilizados podem ser observados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Parâmetros biológicos analisados e métodos utilizados

Parâmetro	Método
Coliformes Totais	Método da membrana filtrante com utilização de meio de cultura específico M-Endo Ágar Les
Coliformes Termotolerantes	Método da membrana filtrante com utilização do meio de cultura específico M-FC Ágar

O método da membrana filtrante consiste na inoculação da amostra em meios de cultura específicos para o desenvolvimento das bactérias do grupo coliforme. Neste método é feita a filtração de 100 mL da amostra através de uma membrana filtrante específica, por meio de vácuo. A membrana filtrante é então colocada em uma placa de petri contendo o meio de cultura específico para coliformes totais ou para coliformes termotolerantes. Posteriormente, a placa é incubada.

Para as análises de coliformes totais deve-se incubar a placa a 35° C por 24 horas. Cor rosa a vermelho escuro com brilho metálico indica resultados positivos para coliformes totais.

Para as análises de coliformes termotolerantes deve-se incubar a placa a 44,5° C por 24 horas. Cor azul indica resultados positivos para coliformes termotolerantes.

Todas as análises físico-químicas e biológicas realizadas foram confrontadas com os padrões de potabilidade da legislação vigente, a fim de se verificar se a água abastecida e consumida nas escolas é própria para o consumo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização da água distribuída em Içara nos anos 2007 e 2008

Com base nos relatórios mensais sobre a qualidade da água distribuída no município feitos pela empresa responsável pelo abastecimento de água, foi criado um quadro-resumo que mostra o levantamento das características da qualidade físico-química e bacteriológica da água, como pode ser observado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Quadro-resumo das características físico-químicas e bacteriológicas da água distribuída no município em 2007 e 2008.

Parâmetro	Cloro Residual (mg/L)	Cor Aparente (uH)	Flúor (mg/L)	Turbidez (uT)	pH	Coliformes Totais e Termotolerantes	
						Amostras	Positivas
Mês/Ano	MÉDIA MENSAL					Amostras	Positivas
Janeiro /07	0,47	5,8	0,7	1,78	7,2	62	0
Fevereiro /07	0,6	5,63	0,8	1,7	7,1	62	0
Março /07	0,48	5,9	0,74	1,83	7,1	56	0
Abril /07	0,45	5,63	0,74	1,7	7,2	60	0
Mai /07	0,42	5,5	0,74	4,06	7,3	62	0
Junho /07	0,47	5,8	0,7	1,78	7,2	62	0
Julho /07	0,49	5,77	0,72	2,01	7,3	62	0
Agosto /07	0,48	4,7	0,78	2,55	7,2	62	0
Setembro /07	0,4	5,9	0,78	2,3	7,2	61	0
Outubro /07	0,46	6,5	0,7	2,35	7,2	62	0
Novembro /07	0,49	5,2	0,74	2,5	7,3	62	0
Dezembro /07	0,45	4,18	0,78	2,48	7,2	61	0
Janeiro /08	0,48	4,8	0,7	2,48	7,3	61	0
Fevereiro /08	0,49	4,01	0,77	2,39	7,1	61	0
Março /08	0,45	4,45	0,77	2,34	7,3	61	0
Abril /08	0,39	3,9	0,9	2,5	7,2	62	0
Mai /08	0,39	4,14	0,6	2,87	7,1	62	0
Junho /08	0,32	3,5	0,7	3,44	7,3	62	0
Julho /08	0,41	5,03	0,73	2,2	7,1	62	0
Agosto/08	0,32	3,5	0,7	3,43	7,3	56	1*
Setembro /08	0,41	5,03	0,73	2,2	7,1	62	0
Padrões de aceitação para o consumo humano	0,2 a 2,0 mg/L	0 a 15 uH	0,6 a 1,0 mg/L	0 a 5,0 uT	6,0 a 9,5	Ausência em 100 mL**	

* Amostra positiva apenas para Coliformes Totais.

** Ausência em 100 mL em 95% das amostras, para Coliformes Totais.

O resultado do levantamento mostra que a água que vem sendo distribuída para o município é própria para o consumo humano, sem risco à saúde dos seus consumidores, atendendo todos os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

5.2. Caracterização da água abastecida e consumida nas escolas

Nesta etapa, são mostrados os resultados referentes às características da qualidade físico-química e bacteriológica da água abastecida e consumida em cada uma das seis escolas escolhidas para o estudo.

5.2.1. Escola de Educação Básica Melchiades Bonifácio Espíndola

A tabela 5.2 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas na E. E. B. Melchiades Bonifácio Espíndola, bem como os locais de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 5.2 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Melchiades Bonifácio Espíndola.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Bebedouro	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	0,2	0,0	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	7	9	0 a 15 uH
Flúor	0,7	0,7	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	1,67	2,93	0 a 5,0 uT
pH	7,2	7,1	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL

Nota-se pelos resultados obtidos que mesmo com um aumento da *Cor Aparente* e da *Turbidez* na água consumida (bebedouro) em relação à água abastecida (hidrômetro), provavelmente ocasionado pelo arrasto de partículas presentes nas tubulações ou na caixa d'água da escola, os limites exigidos pela legislação são atendidos, não comprometendo a qualidade estética da água.

Os níveis de *Flúor* nas amostras de água analisadas estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* das amostras analisadas se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão, tanto na rede de distribuição quanto nas tubulações na parte interna da escola.

O *Cloro Residual Livre* se apresenta dentro dos limites da legislação para a água abastecida à escola, proporcionando proteção contra possível re-contaminação nas tubulações. Porém, na amostra de água coletada no bebedouro coletivo da escola não foi detectada a presença de *Cloro Residual Livre*. Isto pode estar associado à dissipação do cloro na caixa d'água da escola onde muitas vezes a água tem contato com o ar.

Por serem organismos indicadores, a ausência de *Coliformes* na água abastecida e na água consumida indica que não há presença de organismos patogênicos na água, seja na rede de distribuição que leva a água até a escola ou nas tubulações internas da escola. Este resultado indica que bacteriologicamente esta água não apresenta riscos à saúde.

Mesmo com a ausência de *Cloro Residual Livre* na amostra de água coletada no bebedouro, pode-se afirmar que a água abastecida e consumida na Escola de Educação Básica Melchiades Bonifácio Espíndola se apresenta própria para o consumo, sem riscos à saúde dos seus 1200 alunos e dos seus funcionários.

5.2.2. Escola de Educação Básica Antônio Guglielmi Sobrinho

A tabela 5.3 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas na E. E. B. Antônio Guglielmi Sobrinho, bem

como os locais de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 5.3 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Antônio Guglielmi Sobrinho.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Bebedouro	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	0,3	0,0	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	10	12	0 a 15 uH
Flúor	0,7	0,6	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	3,05	4,97	0 a 5,0 uT
pH	7,3	7,2	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL

Nota-se pelos resultados obtidos um aumento da *Cor Aparente* e da *Turbidez* na água consumida (bebedouro) em relação à água abastecida (hidrômetro), quase atingindo os limites exigidos pela legislação para o parâmetro *Turbidez*, o que comprometeria a sua qualidade estética. Porém, os limites exigidos são atendidos, não comprometendo a qualidade da água.

Os níveis de *Flúor* nas amostras de água analisadas estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* das amostras analisadas se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão, tanto na rede de distribuição quando nas tubulações na parte interna da escola.

O *Cloro Residual Livre* se apresenta dentro dos limites da legislação para a água abastecida à escola, proporcionando proteção contra possível re-contaminação nas tubulações. Porém, na amostra de água coletada no bebedouro coletivo da escola,

novamente não foi detectada a presença de *Cloro Residual Livre*. Como dito anteriormente, isto pode estar associado à dissipação do cloro na caixa d'água da escola.

A ausência de *Coliformes* na água abastecida e na água consumida indica que não há presença de organismos patogênicos na água, seja na rede de distribuição que leva a água até a escola ou nas tubulações internas da escola. Este resultado mostra que bacteriologicamente esta água não apresenta riscos à saúde.

Mesmo com a ausência de *Cloro Residual Livre* na amostra de água coletada no bebedouro, pode-se afirmar que a água abastecida e consumida na Escola de Educação Básica Antônio Guglielmi Sobrinho também se apresenta própria para o consumo, sem riscos à saúde dos seus 900 alunos e de seus funcionários.

5.2.3. Escola de Educação Básica Professora Maria da Glória Silva

A tabela 5.4 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas na E. E. B. Prof.^a Maria da Glória Silva, bem como os locais de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 5.4 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Prof.^a Maria da Glória Silva.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Bebedouro	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	0,2	0,2	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	5	7	0 a 15 uH
Flúor	0,7	0,7	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	1,03	1,27	0 a 5,0 uT
pH	7,2	7,1	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL

Os resultados obtidos mostram que a *Cor Aparente* e a *Turbidez* da água abastecida (hidrômetro) e da água consumida (bebedouro) se mantêm dentro dos limites exigidos pela legislação, não comprometendo a qualidade estética da água.

Os níveis de *Flúor* nas amostras de água analisadas estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* das amostras analisadas se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão, tanto na rede de distribuição quando nas tubulações na parte interna da escola.

O *Cloro Residual Livre* se apresenta dentro dos limites da legislação para a amostra da água abastecida e também para a amostra da água consumida na escola, proporcionando proteção contra possível re-contaminação nas tubulações da rede de distribuição e nas tubulações internas e caixa d'água da escola.

A ausência de *Coliformes* na água abastecida e na água consumida mostra que não há presença de organismos patogênicos na água, seja na rede de distribuição que leva a água até a escola ou nas tubulações internas da escola. Este resultado indica que bacteriologicamente esta água não apresenta riscos à saúde.

Os resultados mostram que a água abastecida e consumida na Escola de Educação Básica Prof.^a Maria da Glória Silva se apresenta própria para o consumo, sem riscos à saúde dos seus 858 alunos e dos seus funcionários.

5.2.4. Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos

A tabela 5.5 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas na E. E. B. Prof.^a Salete Scotti dos Santos, bem como os locais de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 5.5 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. E. B. Prof.^a Salete Scotti dos Santos.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Bebedouro	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	0,6	0,0	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	5	6	0 a 15 uH
Flúor	0,7	0,7	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	1,83	3,81	0 a 5,0 uT
pH	7,1	7,2	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	Ausência	Presença	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL

Nota-se pelos resultados obtidos que mesmo com um aumento da *Cor Aparente* e da *Turbidez* na água consumida (bebedouro) em relação à água abastecida (hidrômetro), os limites exigidos pela legislação são atendidos, não comprometendo a qualidade estética da água.

Os níveis de *Flúor* nas amostras de água analisadas estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* das amostras analisadas se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão, tanto na rede de distribuição quando nas tubulações na parte interna da escola.

O *Cloro Residual Livre* se apresenta dentro dos limites da legislação para a água abastecida à escola, proporcionando proteção contra possível re-contaminação nas tubulações. Porém, na amostra de água coletada no bebedouro coletivo da escola, novamente não foi detectada a presença de *Cloro Residual Livre*. Isto pode estar associado à dissipação do cloro na caixa d'água da escola.

As amostras coletadas apresentaram ausência de *Coliformes Termotolerantes* tanto no hidrômetro quanto no bebedouro, ou seja, a água não está submetida a uma contaminação de origem fecal, o que indica a ausência de organismos patogênicos que são eliminados junto com as fezes. A água coletada no hidrômetro também apresentou ausência de *Coliformes Totais*. Porém, a amostra coletada no bebedouro coletivo apresentou presença de *Coliformes Totais*, significando que a nível intra-predial, ou seja, nas tubulações internas ou caixa d'água da escola, esta água está submetida ao contato com algum tipo de poluição externa. Mesmo que não tenha origem fecal e que não seja patogênica esta poluição indica que a água pode vir a ter a sua qualidade comprometida, representando um risco à saúde dos seus consumidores.

Novas amostras devem ser analisadas nesta escola e deve-se investigar a fonte desta poluição. A caixa d'água deve ser lavada e deve-se efetuar a manutenção das tubulações hidráulicas da escola.

Os resultados mostram que a água abastecida à Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos se apresenta própria para o consumo, não apresentando problemas na rede de distribuição. Porém, a presença de coliformes totais na água consumida na escola evidencia a não potabilidade, caracterizando uma água que não é própria para o consumo e que pode vir a apresentar riscos à saúde dos seus 1160 alunos e dos seus funcionários.

5.2.5. Colégio Cristo Rei

A tabela 5.6 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas no Colégio Cristo Rei, bem como os locais de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 5.6 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada no Colégio Cristo Rei.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Pia da cozinha	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	0,5	0,2	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	4	3	0 a 15 uH
Flúor	0,7	0,7	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	2,35	1,7	0 a 5,0 uT
pH	7,3	7,2	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência em 100mL

Os resultados obtidos mostram que a *Cor Aparente* e a *Turbidez* da água abastecida (hidrômetro) e da água consumida (pia da cozinha) se mantém dentro dos limites exigidos pela legislação, não comprometendo a qualidade estética da água.

Os níveis de *Flúor* nas amostras de água analisadas estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* das amostras analisadas se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão, tanto na rede de distribuição quando nas tubulações na parte interna da escola.

O *Cloro Residual Livre* se apresenta dentro dos limites da legislação para a amostra da água abastecida e também para a amostra da água consumida na escola,

proporcionando proteção contra possível re-contaminação nas tubulações da rede de distribuição e nas tubulações internas e caixa d'água da escola.

A ausência de *Coliformes* na água abastecida e na água consumida mostra que não há presença de organismos patogênicos na água, seja na rede de distribuição que leva a água até a escola ou nas tubulações internas da escola. Este resultado indica que bacteriologicamente esta água não apresenta riscos à saúde.

Os resultados mostram que a água abastecida e consumida no Colégio Cristo Rei se apresenta própria para o consumo, sem riscos à saúde dos seus 400 alunos e dos seus funcionários.

5.2.6. Escola Municipal Professora Amélia de Souza Silva

A tabela 5.7 apresenta os resultados referentes às análises físico-químicas e bacteriológicas da amostra coletada na E. M. Prof.^a Amélia de Souza Silva, bem como o local de coleta e os padrões de aceitação para o consumo humano estabelecidos pela legislação vigente. Vale ressaltar que nesta escola não foi possível a coleta da amostra no hidrômetro devido ao fato da torneira estar obstruída por areia.

Tabela 5.7 – Características da qualidade físico-química e bacteriológica da água coletada na E. M. Prof.^a Amélia de Souza Silva.

Parâmetro	Amostra Hidrômetro	Amostra Bebedouro	Padrões de aceitação para consumo humano
Cloro Residual Livre	--	0,0	0,2 a 2,0 mg/L
Cor Aparente	--	13	0 a 15 uH
Flúor	--	0,7	0,6 a 1,0 mg/L
Turbidez	--	1,3	0 a 5,0 uT
pH	--	7,3	6,5 a 9,0
Coliformes Totais	--	Presença	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	--	Presença	Ausência em 100mL

Os resultados obtidos mostram que a *Cor Aparente* e a *Turbidez* da água do bebedouro coletivo se mantêm dentro dos limites exigidos pela legislação, não comprometendo a qualidade estética da água.

O nível de *Flúor* na amostra de água analisada está de acordo com os limites exigidos pela legislação, proporcionando proteção contra a cárie dentária aos seus consumidores.

O *pH* da amostra analisada se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, minimizando assim problemas com incrustação e corrosão nas tubulações da parte interna da escola.

Não foi detectada a presença de *Cloro Residual Livre* na amostra coletada. Isto pode estar associado à dissipação do cloro na caixa d'água da escola.

Foi detectada a presença de *Coliformes Totais* e de *Coliformes Fecais* na água consumida na escola. Isto indica que a água consumida teve contato com contaminação de origem fecal e tem risco potencial de estar contaminada por organismos patogênicos que são eliminados junto com as fezes, podendo assim transmitir várias doenças aos seus consumidores. O consumo desta água deve ser interrompido imediatamente, até que as providências necessárias sejam tomadas.

Como não foi possível a realização da coleta de amostra no hidrômetro, não se sabe se esta contaminação foi gerada na rede de distribuição de água ou no ambiente interno da escola. Devem ser feitas novas coletas de amostras de água dentro e fora da escola, a fim de se verificar a fonte desta contaminação fecal. Deve ser feita a manutenção e limpeza das tubulações hidráulicas e da caixa d'água da escola e também da rede de distribuição de água, caso seja constatada contaminação na rede.

O consumo desta água deve ser retomado somente após descoberta a fonte de contaminação fecal e de serem tomadas todas as providencias necessárias para que os consumidores não tenham mais risco de serem contaminados.

Apesar de não ter sido possível avaliar a água abastecida à Escola Municipal Amélia de Souza Silva, os resultados mostram que a água consumida na escola apresenta risco em potencial de transmissão de doenças aos seus 69 alunos e aos seus funcionários. A água consumida nesta escola não é própria para o consumo.

Neste estudo, as amostras coletadas nos bebedouros coletivos que não apresentaram presença de *cloro residual livre* foram consideradas próprias para o consumo. Porém, deve-se tomar muito cuidado e tentar ao máximo manter o residual de cloro dentro dos padrões exigidos pela legislação, pois mesmo que não tenha sido detectada a presença de bactérias do grupo coliforme isso não garante a ausência de outros tipos de contaminantes, como vírus, protozoários ou até mesmo outros tipos de bactérias.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- Das seis escolas estudadas, quatro apresentaram água própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, e duas apresentaram água imprópria para o consumo, apresentando riscos à saúde dos seus consumidores.
- A água abastecida à Escola de Educação Básica Melchiades Bonifácio Espíndola é própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Esta qualidade se mantém na água consumida na escola, que também atende os padrões de potabilidade, não apresentando riscos à saúde de seus alunos e funcionários.
- A água abastecida à Escola de Educação Básica Antônio Guglielmi Sobrinho é própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Esta qualidade se mantém na água consumida na escola, que também atende os padrões de potabilidade, não apresentando riscos à saúde de seus alunos e funcionários.
- A água abastecida à Escola de Educação Básica Professora Maria da Glória Silva é própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Esta qualidade se mantém na água consumida na escola, que também atende os padrões de potabilidade, não apresentando riscos à saúde de seus alunos e funcionários.
- A água abastecida à Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos é própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Porém, a água consumida na escola apresenta-se imprópria para o consumo devido à presença de coliformes totais. Mesmo não tendo sido detectada a presença de contaminação fecal na água

consumida, os coliformes totais indicam que essa água entrou em contato com algum tipo de poluição externa, e isso pode vir a se tornar um risco para a saúde dos seus alunos e funcionários.

- A água abastecida ao Colégio Cristo Rei é própria para o consumo, atendendo os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Esta qualidade se mantém na água consumida no colégio, que também atende os padrões de potabilidade, não apresentando riscos à saúde de seus alunos e funcionários.
- A água consumida na Escola Municipal Professora Amélia de Souza Silva se apresenta imprópria para o consumo, devido à presença de coliformes totais e coliformes fecais na água. Esta água representa um grande risco à saúde dos consumidores, pois a presença de coliformes fecais indica a presença de organismos patogênicos na água, podendo assim vir a transmitir várias doenças. O fato de essa escola ter alunos de primeira a quarta série agrava ainda mais a situação, pois as crianças são mais susceptíveis às doenças, podendo ter sua saúde gravemente comprometida.
- A qualidade da água distribuída no município, própria para o consumo, apresentada no levantamento de análises de 2007 e 2008, foi mantida nas análises pontuais realizadas, pois todas as amostras analisadas nos hidrômetros apresentaram água própria para o consumo.

7. RECOMENDAÇÕES

Com base na pesquisa realizada recomenda-se:

- A fim de se verificar a qualidade da água em outras escolas do município de Içara – SC, recomenda-se realizar um estudo semelhante em outros locais, pois como duas das seis escolas estudadas apresentaram resultados que não se enquadram nos padrões de potabilidade da legislação vigente, outras escolas do município também podem apresentar.
- Para todas as escolas, recomenda-se que as caixas d'água sejam mantidas fechadas, evitando a dissipação do cloro residual livre, que protege contra recontaminação, e o contato com o ambiente externo. Também, que sejam lavadas com frequência, no mínimo a cada seis meses.
- Na Escola de Educação Básica Professora Salete Scotti dos Santos, onde foi detectada a presença de coliformes totais, porém ausência de coliformes fecais, recomenda-se que seja feita a lavagem e manutenção da caixa d'água e das tubulações internas da escola. Novas análises devem ser realizadas a fim de monitorar a água consumida nesta escola.
- O consumo da água na Escola Municipal Professora Amélia de Souza Silva, onde foi detectada a presença de coliformes fecais, deve ser interrompido imediatamente e só deve ser retomado após a descoberta da fonte de contaminação e de serem tomadas todas as providencias necessárias para que a contaminação seja contida. Devido ao fato de não ter sido possível a coleta de amostra na ligação da rede de distribuição com a escola (hidrômetro), sugere-se a coleta de novas amostras nas proximidades desta escola, a fim de se verificar se a contaminação teve origem na rede de distribuição de água ou dentro da escola. Deve ser feita a manutenção e limpeza das tubulações hidráulicas da escola e também da rede de distribuição de água, caso seja

constatada contaminação na rede. Sugere-se que a qualidade da água desta escola seja monitorada com novas análises.

- A fiscalização realizada pela autoridade municipal de saúde referente à água consumida nas escolas do município deve ser intensificada, para que a saúde dos alunos e funcionários das escolas seja mantida, sempre.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J. M.; PARLATORE, A.; MANFRINI, C.; HESPANHOL, I.; CAMPOS, J.R.; *et al.* (1987) “*Técnicas de abastecimento e tratamento de água*”. V.2. 3 ed. São Paulo: CETESB.

BARROS, L. O.; MATARUNA, L. (2005) “*A saúde na escola e os parâmetros curriculares nacionais: analisando a transversalidade em uma escola fluminense*” Revista Digital – Buenos Aires – Año 10, n. 82.

BEZERRA DE MENEZES, L. M.; ROSÁRIO DE SOUZA, M. L.; RODRIGUES, L. K. A.; CURY, J. A. (2002) “*Autopercepção da fluorose pela exposição a flúor pela água e dentifrício*” Rev. Saúde Pública 36 (6), São Paulo, p. 752-754.

BRASIL (2007) – Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e dá outras providências.

BRASIL (2004) – Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e das outras providências.

BRASIL (1998) – Constituição da República Federativa do Brasil.

BRASIL (1996) – Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL (1975) – Portaria nº 635/Bsb, de 25 de dezembro de 1975, do Ministério da Saúde. Aprova as normas e padrões sobre fluoretação da águas dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano.

COPASAD (1996) – Conferência Pan-Americana Sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável. “*Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável*”. Brasília: Ministério da Saúde.

DE PÁDUA, V. L. *et al* (2006), “*Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano*”, PROSAB 4 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, ABES – RJ, 503p.

DI BERNARDO, L.; MENDES, C. G. N.; BRANDÃO, C. C. S.; SENS, M. L.; DE PÁDUA, V. L. (2003), “*Tratamento de água para abastecimento por filtração direta*”, PROSAB 3 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, São Carlos – SP, 480 p.

FUNASA (2004) - Fundação Nacional de Saúde. “*Manual de Saneamento*”. 3 ed. Brasília.

IBGE (2007) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – “*IBGE Cidades@*”. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br> > Acesso em 28/10/2008.

MACÊDO, V. C. D. de; MONTEIRO, A. R. M. (2006) “*Educação em saúde mental na família: experiências com grupos vivenciais*” Texto contexto enferm. Florianópolis – SC, 15(2) p.222-230.

MARCONDES, R. S. (1972) – “*Educação em saúde na escola*”. Rev. Saúde Públ. – São Paulo 6:86-96.

MINAYO, M. C. S (1992) “*A saúde em estado de choque*”. Espaço e Tempo/FASE – Rio de Janeiro, 128p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2006) “*Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*”. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília, 212p.

OMS (1946) – Organização Mundial da Saúde. Constituição da Organização Mundial da Saúde. Disponível em <<http://www.who.int>> Acesso em 28/11/2008.

OMS (1985) – Organização Mundial da Saúde. “*Guidelines for drinking-water quality*” World Health Organization, Vol.3. Geneva, 121p.

OMS (1992) – Organização Mundial da Saúde. “*Our planet our health: report of the WHO commission health and environment*”. World Health Organization, Geneva.

OPAS/OMS (2001) – Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde; “*Água e Saúde*”. Disponível em < <http://www.opas.org.br> > Acesso em 11/06/2008.

OPAS (1998) – Organização Pan-Americana da Saúde. *Cenário do saneamento básico no Brasil: um enfoque sobre as áreas atingidas pela seca e pelo Projeto para Redução da Mortalidade na Infância – PRMI*. Brasília.

OPAS (2004) - Organização Pan-Americana da Saúde. *Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica*. Brasília, 116 p.

PEREIRA, B. E. B. *et al* (1987) “*Técnica de abastecimento e tratamento de água*”, Convênio CETESB/ACETESB – 2 ed. São Paulo, 549p.

PINTO, F. C. F.; GARCIA, V. C.; LETCHEVSKY, A. C. (2006) “*Pesquisa nacional qualidade na educação: a escola pública na opinião dos pais*” Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.53, p.527-542.

RAZZOLINI, M. T. P; GÜNTER, W. M. R. (2008) “*Impactos na saúde das deficiências de acesso à água*”. Saúde Soc. São Paulo, V.17, n.1, p. 21-32.

REBOUÇAS, A. C. (1999) “*Estratégias para se Beber Água Limpa*” O município do século XXI: Cenários e Perspectivas, Desenvolvimento e Ambiente, Cepam, São Paulo. p 199-215.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. (1991) “*Tratamento de água – Tecnologia Atualizada*”. São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher Ltda. 332p.

ROUQUAYROL, M. Z. (1999) “*Epidemiologia e Saúde*”. Rio de Janeiro, RJ: MEDSI, 5ª ed.

VIEIRA, J. M. P.; MORAIS C. (2005) “*Planos de Segurança em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água para Consumo Humano*”. Universidade de Minho - Instituto Regulador de Águas e Resíduos.