



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**



**MÁRCIA AMARAL**

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CAIXAS D'ÁGUA DE COLÉGIOS**  
**ESTADUAIS DE FOZ DO IGUAÇU - PARANÁ**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**FOZ DO IGUAÇU**  
**2011**

**MÁRCIA AMARAL**



**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE CAIXAS D'ÁGUA DE COLÉGIOS  
ESTADUAIS DE FOZ DO IGUAÇU – PARANÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Ensino de Ciências, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *Campus Medianeira*.

Orientador(a): Prof. MEng. Fabiana Schutz

**FOZ DO IGUAÇU**

**2011**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Titulo da Monografia

Por

**Márcia Amaral**

Esta monografia foi apresentada às 19:00 h do dia **02 de Julho de 2011** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho apto.

---

Prof<sup>a</sup>. *M.Eng.* Fabiana Costa de Araujo Schütz  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(orientadora)

---

Prof. Dr. Paulo Bittencourt  
UTFPR – *Campus* Medianeira

---

Prof *M.Sc.* Alexandra Oliva  
UTFPR – *Campus* Medianeira

Dedico a meu esposo pela colaboração, paciência e amor durante o período da pós graduação e a todos os professores e tutores que auxiliaram nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar sempre presente nos momentos de alegria e dificuldade, mostrando o caminho correto a seguir, dando-me fé, confiança e determinação.

A meu esposo José Olimpio pelo companheirismo incentivo e pela compreensão nos inúmeros momentos dedicados a esse trabalho que com muito amor, carinho e principalmente paciência me auxiliou nas etapas mais difíceis e que muitas vezes pensei em desistir.

Ao meu maravilhoso filho Samuel que com seu sorriso lindo me dá forças em cada segundo da minha vida, e antes de nascer já me acompanhava nessa pós-graduação.

A minha sogra Sandra e minha irmã Adriana por todos os dias que com todo carinho e dedicação do mundo cuidaram do meu filho Samuel para que eu realizasse esse projeto, sem elas esse trabalho seria impossível.

A meus pais pela dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

À minha orientadora professora Fabiana Schutz, que me orientou, pela sua disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu e pela prestabilidade com que me ajudou.

Agradeço aos pesquisadores e professores do curso de Especialização em Ensino de Ciências, professores da UTFPR, *Campus* Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado meu eterno agradecimento.

*“A água de boa qualidade é exatamente como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba.”*  
(JOÃO GUIMARÃES ROSA)

## RESUMO

AMARAL, Márcia do. Análise microbiológica de caixas d'água de colégios estaduais da cidade de Foz do Iguaçu, Paraná. 2011. 47. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

Este trabalho teve como temática analisar a qualidade de água amostrada em pontos provenientes dos reservatórios de 15 Colégios do município de Foz do Iguaçu. A água pode chegar em boas condições de consumo em colégios, residências, indústrias, comércios, hospitais etc., mas se for mal armazenada ela pode ser contaminada e tornar-se fonte de transmissão de doenças. Por isso a limpeza de caixas d'água deve ser periódica e as construções das mesmas devem obedecer a certos critérios, tais como, não permitir o acesso de animais (ratos, pombos, baratas etc.) que podem ser prejudiciais a saúde humana. A maior preocupação que levou a elaboração desse trabalho não foi o questionamento da qualidade da água fornecida pela SANEPAR, mas sim, o acondicionamento da água depois que chega aos estabelecimentos que foram realizadas as coletas, ou seja, nos colégios. O mau armazenamento nas caixas d'água, cisternas e redes de distribuição até a saída nas torneiras, onde são usadas pelos consumidores se não forem realizadas limpezas periódicas podem levar a contaminação uma água de boa qualidade. Tendo em vista que o colégio é o local onde o estudante passa a maior parte do tempo, é muito importante que seja realizado um acompanhamento e monitoramento da qualidade da água fornecida e promover orientações para melhorar o aspecto de saúde pública no que diz respeito ao consumo de água. Os resultados obtidos com esta pesquisa permitiram avaliar a qualidade microbiológica da água destinada ao consumo humano nesses colégios.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, coliformes, ações.

## ABSTRACT

AMARAL, Márcia do. Microbiological Analysis of water tanks of colleges state of the city of Foz do Iguaçu, Paraná. 2011. 48. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

This work had the thematic analysis of the quality of water sampled in points from the shells of 15 Colleges of the city of Foz do Iguaçu. The water can get in good conditions for consumption at the colleges, residences, industries, shops, hospitals and so forth. , but if it is poorly stored it can be contaminated and may become source of transmission of diseases. That is why the cleanness of water must be periodic and the constructions of the same shall comply with certain criteria, such as, do not allow access to animals (rats, pigeons, cockroaches and so forth.) which may be harmful to human health. The greatest concern that led to the development of this work was not questioning the quality of the water supplied by SANEPAR, but yes, the packaging of the water after it arrives in the establishments that were carried out the collections, or in the colleges. The poor storage in water tanks, tanks and distribution networks to the exit on taps, where they are used by consumers if they are not carried out regular cleaning can lead to contamination even good quality water. In view of the fact that the college is the place where the student spends most of its time, and very important to establish a monitoring and monitoring the quality of water supplied and promote guidelines for improving the appearance of public health in relation to water consumption. The results obtained with this research allowed us to assess the microbiological quality of water intended for human consumption in these colleges.

**Keywords:** water quality, coliforms, actions.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O ciclo das águas na Terra.....	16
Figura 2 – Os volumes de águas na Terra.....	18
Figura 3 – Como proceder a limpeza da caixa d'água.....	29
Figura 4 – Localização Geográfica do Município de Foz do Iguaçu.....	32

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Principais doenças de veiculação hídrica.....	22
Tabela 2 – Quantidade de água sanitária na limpeza de caixa d'água.....	29
Tabela 3 – Resultados das análises da água.....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 O CICLO HIDROLÓGICO.....	16
2.2 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA TERRA.....	17
2.3 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....	20
2.4 A ÁGUA E AS DOENÇAS.....	21
2.5 OS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA – CAIXAS D'ÁGUA .....	27
2.6 AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DA ÁGUA .....	29
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	32
3.1 LOCAL DA PESQUISA OU LOCAL DE ESTUDO .....	32
3.2 TIPO DE PESQUISA E TÉCNICAS DA PESQUISA .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÃO</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho procura demonstrar junto à disciplina de Ciência, de como a água tem presença marcante na vida de todo ser vivo, a ponto de poder afirmar que sem ela a vida como nós conhecemos não seria possível.

Apesar de todos os benefícios que são associados a água, ela também pode se tornar uma “vilã”, pois quando contaminada, serve como meio para transmitir inúmeras doenças.

Sendo assim, é de suma importância que os alunos tenham conhecimento sobre o trajeto que a água realiza, desde a captação, tratamento, distribuição e armazenamento (caixas d’água), até o consumo final.

Com base nestas constatações, esse trabalho procurou demonstrar o grau de potabilidade da água que está sendo armazenada e consumida nas escolas estaduais do município de Foz do Iguaçu, como forma de alertar e também conscientizar alunos e responsáveis da importância da limpeza e manutenção dos reservatórios de água (caixas d’água).

A água é uma substância indispensável ao ser humano, sem a qual ele não sobrevive. O homem tem, obrigatoriamente, de ingerir água, e, por isso, pode a mesma constituir um importante meio de transmissão de doenças. A disponibilidade de água de boa qualidade é uma condição indispensável para a própria vida e mais que qualquer outro fator, a qualidade da água condiciona a qualidade de vida. Ela é uma substância importantíssima ao organismo humano, mas ela pode conter algumas substâncias, elementos químicos e microorganismos que devem ser retirados ou presentes em concentrações muito pequenas para que não sejam prejudiciais à saúde do ser humano.

As doenças transmitidas pela água originam-se principalmente, a partir dos dejetos. Muitos microorganismos que causam doenças são parasitas do intestino humano e são eliminados juntamente com as fezes que posteriormente podem contaminar a água e o solo se não forem corretamente tratados.

A água para consumo humano não deve conter microorganismos causadores de doenças. Por isso a importância da realização de uma análise bacteriológica para saber se a água está em condições de ser ingerida.

O aumento das indústrias e da população principalmente nas cidades tem contribuído para um aumento da contaminação dos mananciais, tornando absolutamente necessário o tratamento da água designada ao consumo humano.

O grande número de doenças que se espalham pelos países em desenvolvimento é decorrente da água de qualidade inadequada.

Em regiões onde existe um tratamento adequado da água o número de pessoas contaminadas com doenças provenientes da água é bastante reduzido.

Deixar a caixa d'água sem limpeza adequada é sinônimo de problemas para a saúde. As doenças que ocorrem de forma mais frequentes são gastroenterites, como diarreias e verminoses. A limpeza da caixa d'água pelo menos a cada seis meses é importante para garantir a eliminação de microrganismos e de material orgânico.

Para determinar a presença, ou não, de microrganismos patogênicos, utiliza-se um indicador, que são as bactérias do grupo coliforme. Os coliformes totais constituem um grande número de bactérias encontradas na água, no solo, e em fezes de seres humanos e de outros animais de sangue quente. Os coliformes fecais integram um grupo de bactérias originárias do trato intestinal humano e de outros animais. A *Escherichia coli* inclui entre os coliformes fecais, sendo um dos mais importantes indicadores. Embora os coliformes totais sejam usados como indicadores de características bacteriológicas da água, a determinação de coliformes fecais é mais recomendada, pois os mesmos mostram, com maior precisão, a presença de matéria fecal. (MOTA, 2000)

Nem todos os coliformes termotolerantes são em geral patogênicos. No entanto, como existem em grande quantidade nas fezes, a sua presença na água indica que a mesma recebeu dejetos, podendo, então, conter microrganismos patogênicos.

Uma água com coliformes fecais é suspeita de conter microrganismos causadores de doenças. Por isso, os padrões de qualidade da água para consumo humano exigem a ausência total de coliformes fecais nas amostras de água destinada ao abastecimento da população.

É de responsabilidade do Sistema de Abastecimento Público de Água o conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma determinada comunidade.

A água que chega as caixas d'água podem ser abastecidas através de empresas Municipais, Estaduais ou contratadas pelos órgãos públicos para exercerem esta função e é de responsabilidade destas que ela chegue em perfeitas

condições de uso. Para ser considerada potável, ela deve atender a várias exigências físicas, químicas e bacteriológicas.

A verificação das caixas d'água deve ser periódica por parte dos responsáveis pela escola, pois esta verificação tem como objetivo observar a limpeza e características da água e a realização de uma limpeza preventiva que deve ser realizada num período mínimo de seis meses. Por conta desta não verificação, existe a possibilidade do surgimento de microrganismos patogênicos na rede interna de distribuição da escola, podendo a comunidade escolar correr o risco de consumirem uma água imprópria para o consumo.

Os padrões de qualidade da água referem-se, pois, a certo número de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou microrganismos que possam comprometer a qualidade da água do ponto de vista de sua estética e de sua salubridade. Do ponto de vista de salubridade, exige-se que a água não contenha patogênicos ou substâncias químicas em concentrações tóxicas ou que possam tornar-se nocivas à saúde pelo uso continuado da água. Do ponto de vista estético, as exigências se referem a aspectos físicos e organolépticos que tornem a água repugnante ao consumidor, induzindo-o a usar água de melhor aparência, porém, sem controle de salubridade. (REBOUÇAS & BRAGA & TUNDISI, 2006)

Objetivando caracterizar esta situação o projeto visa analisar a qualidade de água amostrada em pontos provenientes dos reservatórios, num número representativo de escolas do município de Foz do Iguaçu e assim assegurar a qualidade da água que é servida aos alunos.

A pesquisa tem por objetivo ser trabalhada em conjunto com os alunos e apresentar uma visão diferenciada que envolve inúmeros problemas que atualmente o mundo vem enfrentando com relação à falta e a má qualidade da água consumida pela população.

O projeto desenvolvido na área de ciências proporciona aos alunos uma grande diversidade de experiências, levando-os a participação ativa, para que possam aumentar a consciência sobre as questões relacionadas à água de má qualidade e adotar posturas e valores voltados à sua proteção, conservação e atitudes que garantam um consumo de água livre de microrganismos.

Ajudar os alunos a esclarecerem os problemas e os benefícios que a água pode nos trazer, e que, dependendo de ações simples que não só na escola, mas na residência de cada um deve ser tomada como a limpeza periódica da caixa d'água, manutenção adequada de canos e tubulações por onde passa a água, a higiene

pessoal e saneamento básico são algumas medidas que evitam a contaminação da água e possíveis doenças.

A pesquisa tem por objetivo conscientizar os alunos que toda população tem direito a água tratada e como mostra o resultado da pesquisa em todas as amostras de água que foram analisadas nenhuma apresentou resultado insatisfatório para o consumo, todas as amostras estavam dentro dos padrões de potabilidade e adequadas ao consumo. Mas essa realidade nem sempre acontece nas residências dos mesmos, onde muitos não utilizam água tratada por falta de condições financeiras, preferem correr o risco e consomem água de poços comuns que são construídos sem os devidos cuidados. Ou mesmo nas residências que consomem água tratada pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) não realizam a limpeza periódica da caixa d'água e com isso o número de doenças, principalmente diarreias é muito grande. Os alunos devem ser informados de que ferver a água e/ou uso de produtos clorados são algumas maneiras que eliminam os microrganismos da água e são medidas muito importantes em locais onde não há abastecimento de água tratada.

Neste trabalho foi analisada a qualidade microbiológica de amostras de água de escolas estaduais de Foz do Iguaçu, através da pesquisa de microrganismos indicadores e/ou potencialmente patogênicos. Realizou-se a quantificação de coliformes totais e coliformes termotolerantes e verificou-se a ausência nas 15 amostras coletadas de qualquer microrganismo patogênico. Como mostra em outras pesquisas é muito comum a presença de microrganismos patogênicos em análises de água.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A água não é como alguns recursos naturais da Terra que podem ser renováveis, mesmo existindo um ciclo constante da água na natureza ela esta se tornando cada vez mais escassa e hoje já é considerada pelos cientistas como um recurso não-renovável. Ela é primordialmente um bem ambiental e pode se tornar um bem econômico. É a única matéria-prima ambiental cuja utilização tem um efeito

de retorno sobre o manancial utilizado. Deve-se fazer o uso cada vez mais eficiente da água disponível, ou seja, a obtenção de cada vez mais benefícios com o uso de cada vez menos água e proteção da sua qualidade.

À medida que a população mundial cresce a quantidade de água doce e potável do planeta diminui. Essa situação continuará cada vez pior até que medidas efetivas em âmbito global sejam tomadas. Quando os limites da quantidade ou da qualidade são ultrapassados pela ação humana existe um desequilíbrio, escassez ou degradação da qualidade da água disponível, tal como ocorre hoje no Brasil, em níveis inimagináveis. Mesmo no Brasil um país privilegiado pela quantidade de água doce.

A água é uma matéria prima de grande utilidade e não há substituto para a maioria de seus usos. Existe uma discussão sobre as águas da natureza, sobre sua repartição, suas funções como agente sócio-econômico e como componente ambiental, e seu uso ser cada vez mais eficiente, onde precisamos conseguir cada vez mais produtividade e conforto, utilizando cada vez menos água.

Graças a sua enorme capacidade de dissolução e transporte das mais variadas substâncias, a água representa um elemento importante nas funções de limpeza do ambiente.

A ausência de microrganismos patogênicos é o mais importante parâmetro, pois é ele que determinará a real qualidade da água, por exemplo, a *E. coli* é indicador de contaminação por fezes do trato intestinal de animais de sangue quente, onde essas de bactérias que são eliminadas juntamente com as fezes e contaminam as águas. A presença das bactérias do grupo dos coliformes na água significa que ela recebeu matérias fecais ou esgotos.

Não é correto adotar o argumento ardiloso de que quantidade de água é mais importante do que a sua qualidade. Não basta termos grande quantidade de água doce em nosso país, se ela é de má qualidade.

Grande parte das doenças que se alastram pelos países em desenvolvimento são provenientes da água de qualidade insatisfatória. (Di Bernardo, 2002). As doenças podem ser causadas por agentes químicos ou biológicos.



## 2.1 CICLO HIDROLÓGICO

Uma vez visto como a água se distribui em nosso planeta, é importante também o conhecimento de como a água se movimenta de um meio para outro na Terra. A essa circulação da água se dá o nome de ciclo hidrológico. (SPERLING, M. 2005).

Distinguem-se os seguintes mecanismos de transferência de água em nosso planeta: precipitação com as chuvas, neve ou granizo; escoamento superficial; infiltração da água no solo; evaporação e a transpiração realizada pelos animais. Conforme observado na figura 1.

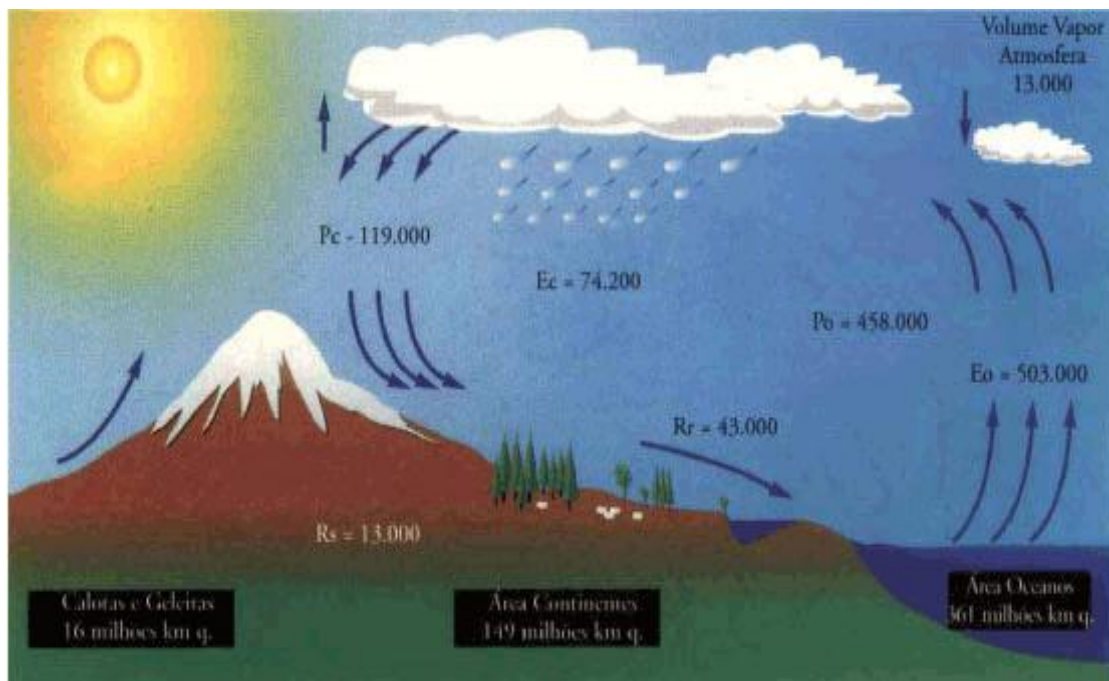


Figura 1 O gigantesco ciclo das águas da Terra. Fonte:

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142001000300024&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142001000300024&script=sci_arttext)

A água circula na natureza e muda de estado físico. ela passa pelos rios, pelos mares, pelo solo, pela atmosfera e pelo corpo dos seres vivos : é o ciclo da água, também chamado ciclo hidrológico.

Aos poucos a água de diversas partes do planeta, como oceanos, rios, lagos e solos entre outros evapora e passa para a atmosfera. A água que as plantas retiram do solo também passa por mudanças de estado, pelo processo da

transpiração, ela sai pelas folhas da planta na forma de vapor e passa para a atmosfera. Animais também eliminam vapor de água pela respiração, pelas fezes e urina e através da respiração.

Nas camadas mais altas e mais frias da atmosfera o vapor de água se condensa (passa do estado gasoso para o estado líquido) e forma as nuvens. As nuvens são formadas por muitos bilhões de gotas de água ou de cristais de gelo tão pequenos que a turbulência e as correntes de ar são suficientes para mantê-las flutuando.

A chuva pode ocorrer quando muitas dessas pequenas gotas se reúnem e formam gotas maiores, que são muito pesadas para se manterem flutuando no ar, então elas caem.

Parte da água da chuva cai nos oceanos, rios e lagos. Os rios levam a água para os oceanos. Outra parte se infiltra no solo até chegar a uma camada pouco permeável de rochas, que não deixa a água passar, formando assim os lençóis subterrâneos ou lençóis freáticos.

Essa água subterrânea passa aos poucos para os rios, lagos e mares. Ela também pode sair em alguns pontos da superfície do solo, formando as fontes ou nascentes de água; ou ser absorvida do solo pelas raízes das plantas; ou ser retirada dos poços cavados pelo ser humano.

Em regiões muito frias, como nos pólos e nas altas altitudes, encontramos água na forma de gelo. É o calor do Sol que faz a água dos oceanos, rios e lagos evaporar, portanto o ciclo da água depende da energia solar para acontecer.

## **2.2 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA TERRA**

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 60% do seu peso é constituído por água, e em certos animais aquáticos esta percentagem sobe a 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no planeta, e como ela circula de um meio para o outro. (SPERLING, M. 2005).

A abundância de água no planeta gera uma falsa sensação de recurso inesgotável; no entanto, a água é um recurso finito e não tão abundante quanto parece (MACÊDO, 2001). Esse fato fica evidenciado considerando que 97,5% da

água existente no planeta é salgada (oceanos e mares) e dos 3% restantes, 2,493% da água doce está em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso, restando apenas 0,007% da água doce disponível para o consumo em rios, lagos e atmosfera (ALVES, *et. al.*, 2002).

Cerca de 71% da superfície da Terra é coberta por água, conforme a figura 2 podemos perceber que aproximadamente 97,5% da água em nosso planeta está presente nos oceanos e mares no estado líquido. A água no estado líquido está presente nos rios, nos lagos e nas represas, infiltrada nos espaços entre as partículas do solo e entre as rochas do subsolo, nos chamados lençóis subterrâneos ou lençóis freáticos, nas nuvens e no corpo dos seres vivos. Nesses casos ela apresenta uma concentração de sais bem inferior a da água do mar. Por isso, é chamada de água doce, pois não tem gosto salgado corresponde a aproximadamente 0,6% do total de água do planeta.

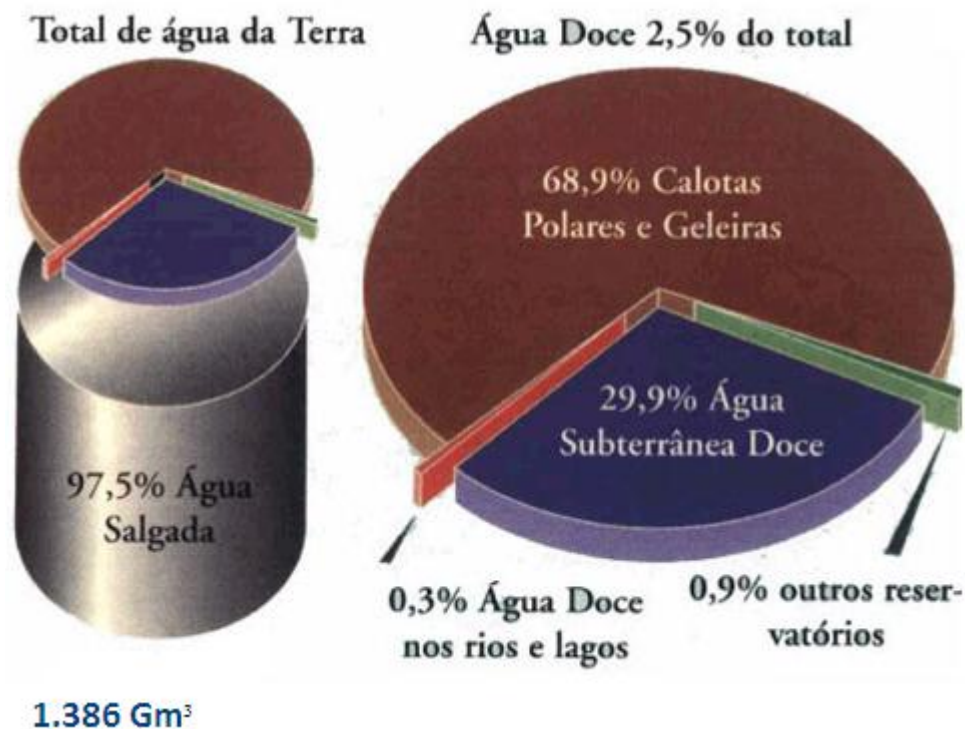


Figura 2. Os volumes de água da Terra. Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142001000300024&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142001000300024&script=sci_arttext)

Cerca de 2% da água do planeta é encontrada no estado sólido, sob a forma de grandes massas de gelo nas regiões próximas aos pólos e no topo de montanhas muito elevadas. Essa água, que contém poucos sais, também é chamada doce.

O Brasil detém 11,6% da água doce superficial do mundo; desse total, 70% está na região Amazônica com 7% da população brasileira enquanto os 30% restantes estão distribuídos desigualmente para atender a 93% da população (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2004).

Quando se vê um percentual de aproximadamente 70% de água presente no planeta dá a falsa impressão que teremos água de uma forma infinita. Mas, o planeta água por muitos chamados não é visto que a grande porcentagem encontra-se nos mares e oceanos (água, salgada) imprópria ao nosso consumo. Enquanto processos de dessalinização da água do mar ainda forem extremamente caros e lentos, a água doce permanecerá como a única parcela de real possibilidade de uso e consumo e representa apenas 2,5% da totalidade de água no mundo, a água doce está dividida, segundo SHIKLOMANOV (1999), em: 68,9% nas calotas polares e geleiras, 29,9% em água subterrânea, 0,3% em água superficial e 0,9% em outras formas.

Na realidade apenas as águas superficiais e uma parcela das águas subterrâneas são utilizadas no consumo humano, a água encontrada nas geleiras e calotas polares são águas doces, mas não utilizadas pelo ser humano ao seu consumo.

Há uma grande diversidade de situações no Brasil. As regiões norte e centro-oeste possuem abundância de água, com 89% da potencialidade das águas superficiais do país, mas nestas regiões vivem apenas 14,5% dos brasileiros, que possuem uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Enquanto isso, os restantes 11% do potencial hídrico estão espalhados nas regiões nordeste, sul e sudeste, onde estão localizados 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do país (IBAMA, 2002). Além das águas superficiais, deve ser comentada a questão das águas subterrâneas, que também possuem enormes volumes e grande potencial de utilização no Brasil. As reservas permanentes de água subterrânea são de 112.000 km<sup>3</sup> (IBAMA, 2002) e estudos da UNESCO estimam a existência em território nacional de cerca de 10% dos 250 milhões de poços em operação no mundo (REBOUÇAS, 2004).

Atualmente as autoridades e a população estão tendo uma consciência maior sobre a importância da economia da água; se faz necessário armazenar e diminuir o seu consumo porque a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido.

## 2.3- IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

O homem tem necessidade de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas suas necessidades, não só para proteção de sua saúde, como também para o seu desenvolvimento econômico. Assim, a importância do abastecimento de água deve ser encarada sob os aspectos sanitário e econômico. Assinale-se que a qualidade e a quantidade de água ser utilizada num sistema de abastecimento estão, intimamente, relacionados às características do manancial. (SPERLING, M. 2005).

Os principais usos da água em nosso dia-a-dia são: abastecimento de residências para uso doméstico, lavagem de roupas, higiene pessoal, preparação de alimentos; abastecimento industrial; irrigação de lavouras; dessedentação de animais; aquicultura na criação de peixes, moluscos, crustáceos, rãs e algas; preservação da flora e da fauna; recreação e lazer; hidrelétricas na geração de energia elétrica; navegação e diluição de despejos.

Na indústria, de modo geral, a água pode ser matéria prima que se junta a outras para criar produtos acabados, ou ser utilizada como meio de transporte, como agente de limpeza em sistema de refrigeração, como fonte de vapor e produção de energia. Atualmente, os poluentes industriais que mais preocupam são os orgânicos, especialmente os sintéticos e os mais pesados. A poluição por matérias orgânicas vem crescendo muito, principalmente a partir do fim da segunda guerra mundial, com a expansão acelerada da indústria petroquímica. (Braille, 1979)

No interior dos seres vivos ocorrem diversas transformações químicas que só são possíveis porque as substâncias estão dissolvidas em água. A água transporta substâncias pelo interior do corpo dos seres vivos. Em um animal as substâncias do alimento digerido, dissolvidas na água que faz parte do sangue, são transportadas para todas as partes do corpo. Substâncias que não são úteis ou que causam prejuízo ao organismo são eliminadas juntamente com a água que forma a urina.

Nos seres vivos, a substância que existe em maior quantidade é a água. No caso dos seres humanos ela corresponde a cerca de 70%. Uma pessoa com massa de 80 Kg possui em média 56 Kg de massa; essa porcentagem varia de acordo com a idade, um bebê tem maior quantidade de água que uma pessoa idosa por exemplo. Uma parte da água do nosso corpo vem nos alimentos que comemos e a outra parte é obtida quando bebemos água, sucos, chás, refrigerantes entre outros.

## 2.4 A ÁGUA E AS DOENÇAS

A água compõe um importante meio de transmissão de doenças. Fatos históricos demonstram que algumas das mais generalizadas epidemias que já infringiram as populações humanas, com exceção da peste bubônica, tiveram sua origem em sistemas de distribuição de água (BRANCO, 1999).

A falta de água e de esgoto tratado é um fator que facilita a transmissão de doenças que podem provocar milhares de mortes diariamente em todo mundo. A maioria dessas mortes ocorre em crianças vítimas de diarreias causadas por microrganismos, que levam a desidratação e a complicações que, se não forem tratadas levam a morte.

Muitas substâncias que prejudicam os seres humanos podem estar dissolvidas na água que ingerimos. Essas substâncias e também os microrganismos precisam ser eliminados para que a água se torne adequada para beber e não cause danos a saúde..

O tratamento adequado da água destrói microrganismos patogênicos contribuindo assim para uma melhor qualidade de vida. É por isso que, com água limpa, tratamento de esgoto e hábitos de higiene, muitas doenças podem ser eliminadas.

As principais características da água podem ser expressas como:

- Características físicas: estão associadas em sua maior parte, aos sólidos presentes na água. Tais sólidos podem ser em suspensão, coloidais ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho.
- Características químicas: podem ser interpretadas através de uma ou duas classificações, sendo elas matéria orgânica ou inorgânica.
- Características biológicas: os seres presentes na água podem ser vivos ou mortos. Dentre os seres vivos, tem-se os pertencentes aos reinos animal e vegetal, além dos protistas. (SPERLING, Marcos Von).

Água potável não pode causar danos à saúde. Deve-se ter uma preocupação com a aparência da água porque o consumidor dos dias atuais é exigente e quando está insatisfeito com o aspecto da água oferecida pode utilizar água de outras fontes com melhor aspecto. Muitas vezes não existe uma relação entre aspecto e qualidade da água, de modo que uma água com melhor aparência pode ser mais prejudicial à saúde do que outra com mau aspecto, porque depende das substâncias que estão dissolvidas e os organismos patogênicos existentes em ambas.

Quando organismos patogênicos são encontrados na água, é um indício de que existe alguma via de acesso que pode ser seguida, por germes e agentes patológicos que são eliminados nos dejetos de pessoas contaminadas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são veiculadas pela água contaminada por microrganismos patogênicos (COELHO *et al.*, 2007). Isto se deve ao fato de apenas 30% da população mundial ter água tratada e os outros 70% terem poços como fonte de água, facilitando assim sua contaminação (FERNANDEZ; SANTOS, 2007).

Além dos microrganismos de importância para saúde pública é necessário que seja observado, em especial, os microrganismos que podem deteriorar o produto (alterando sabor e/ou coloração) e aos indicadores de condições higiênicas (SANT'ANA *et al.*, 2003).

A água é um veículo de transmissão de algumas doenças, algumas delas são transmitidas diretamente pela ingestão da água contaminada, em outros casos o vetor precisa da água para completar seu ciclo de vida, como o mosquito da dengue, por exemplo, e também a casos em que a contaminação é indireta, quando a água foi utilizada para irrigação em uma horta, por exemplo. As principais doenças relacionadas a ingestão de água contaminada e seus agentes causadores estão relacionadas na tabela 1.

**Tabela 1 – principais doenças de veiculação hídrica.**

<b>DOENÇAS</b>	<b>AGENTE CAUSADOR</b>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Disenteria bacilar	<i>Shiggella sp.</i>
Febre tifóide	<i>Salmonella typhi</i>
Hepatite infecciosa	Vírus da Hepatite do tipo A
Febre paratífóide	Tipos enteropatogênicos de <i>Escherichia coli</i>
Gastroenterite	<i>Salmonella paratyphi A e B</i>
Diarréia infantil	Outros tipos de <i>Salmonella</i> , <i>Shiggella</i> , <i>Proteus sp.</i>

Os coliformes termotolerantes que são originários do trato gastrointestinal têm praticamente a mesma definição que os totais; no entanto, se diferem na capacidade de fermentar a lactose com produção de gás, em 24h a 44,5 – 45,5°C. Nesse grupo estão incluídos pelo menos 4 gêneros; *Escherichia*, *Enterobacter* (multiplica-se em ambiente livre), *Citrobacter* e *Klebsiella*, dos quais os 3 últimos não são de origem exclusivamente fecal; por este motivo, a enumeração direta de *Escherichia coli* como indicação de contaminação fecal é mais representativa que os demais (MACÊDO, 2001).

Os coliformes são os microrganismos mais utilizados para indicar contaminação fecal de humanos ou animais em água, o que a torna imprópria para o consumo humano (MICHELINA *et al.*, 2006). De acordo com a Portaria número 518 do ano de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), define-se como água para consumo humano aquela livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes, sendo recomendado sua ausência em 100 mL (FORTUNA *et al.*, 2007). Segundo os registros do Ministério da Saúde, no ano de 2004 foram registrados cerca de 2,4 milhões de casos de diarreia no Brasil, e considera-se que a água seja responsável por 60% das internações por diarreia no país. O custo gerado para o tratamento de doenças transmitidas ou causadas por águas contaminadas, segundo o Ministério da Saúde, é equivalente a US\$ 2,7 bilhões por ano (ADEODATO, 2006).

A *Escherichia coli* (bactéria do grupo coliforme) é de relevante importância para a avaliação da eficiência dos processos de tratamento de esgoto, água e lodo da estação de tratamento da água e de esgoto. Esses organismos indicam a presença de material fecal, uma vez que fazem parte da flora normal do tubo digestivo e são relativamente resistentes (Di Bernardo, 2002).

Segue abaixo algumas das definições das normas e padrões da potabilidade das águas destinadas ao consumo humano, estabelecido pela Portaria nº 1469 de 29/12/2000 Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

- I. *água potável* – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;
- II. *sistema de abastecimento de água para consumo humano* – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;
- III. *solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano* – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;



IV. *controle da qualidade da água para consumo humano* – conjunto de atividades, exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(eis) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V. *vigilância da qualidade da água para consumo humano* – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI. *coliformes totais* (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  ° C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$  -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII. *coliformes termotolerantes* - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2$  ° C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII. *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2$  ° C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX. *contagem de bactérias heterotróficas* - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação:  $35,0, \pm 0,5$  ° C por 48 horas;

X. *cianobactérias* - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI. *cianotoxinas* - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

- a) *microcistinas* - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;
- b) *cilindrospermopsina* - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e
- c) *saxitoxinas* - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (*saxitoxinas*) ou sulfatados (*goniautoxinas* e *C-toxinas*) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

No Brasil, as enfermidades transmitidas pela água contaminada são uma das principais causas de mortalidade de crianças de até um ano de idade. Cólera, febre tifóide, giardíase, amebíase, leptospirose, hepatite infecciosa e diarréia aguda são alguns exemplos de doenças transmitidas diretamente pela água. (Projeto Araribá, 6ºano, p.98).

No Brasil, estima-se que 60% das infecções hospitalares estejam relacionadas às deficiências do saneamento básico, que geram outras conseqüências de impacto extremamente negativo para a qualidade e expectativa de vida da população. Estudos indicam que cerca de 90% dessas doenças se devem à ausência de água em qualidade satisfatória ou à sua qualidade imprópria para o consumo (Di Bernardo, 2002).

Em locais onde não há rede de esgoto e estação de tratamento de efluentes podem ocorrer sérios problemas de contaminação do solo por contaminantes das fezes humanas, entre eles os agentes causadores de doenças, como a ancilostomíase, conhecida como amarelo, e a oxiuríase. (Projeto Araribá, 6º ano, p.75).

Conservar a qualidade da água usada para o consumo humano não depende apenas das estações de tratamento, mas também dos próprios usuários. Esquecidas pela maioria da população, as caixas d'água precisam de cuidados para que o elemento que acondicionam não se contamine ou ainda se transforme em criadouro de insetos transmissores de doenças. A manutenção de uma água de boa qualidade distribuída exige recursos de pessoal especializado para chegar potável a população; no entanto, responsáveis pela limpeza e manutenção são leigos no assunto e não são adequadamente orientados para a importância dos cuidados especiais de manutenção das caixas d'água.

Uma das formas de tornar a água própria para consumo humano é fazer com que ela passe por tratamento adequado, que elimine os componentes tóxicos ou mate os microrganismos presentes. Esse tratamento de água deve ser feito em estações de tratamento.

Em muitas cidades a água é extraída diretamente de rios, lagos e nascentes. Nem todas elas dispõem de estações de tratamento de água, que são locais especializadas para fazer com que a água se torne própria para o consumo.

Antes de entrar na estação de tratamento, a água passa por redes de ferros que atua com filtros, impedindo a passagem de seres vivos e objetos sólidos, como peixes, galhos e lixo. Nas estações de tratamento, a água sofre um processo de limpeza ou depuração, onde podemos distinguir os seguintes passos: floculação, decantação, filtração e cloração.

Após o tratamento a água é armazenada em grandes reservatórios para ser distribuída à população. Esse processo é caro e a água tratada deve ser usada com critério. A água da torneira tratada acaba sendo usada para todas as finalidades.

A água é importante para a sobrevivência do homem e para manter o equilíbrio de toda a natureza do planeta. Sua importância faz com que atualmente ela seja uma preocupação mundial diante de diversas ameaças como a poluição, o uso insustentável, as mudanças climáticas, as mudanças no uso do solo e o risco de escassez. Por isso é preciso garantir a qualidade desse recurso vital, para que todos tenham acesso à água potável para suas necessidades básicas.

A qualidade da água diz respeito não só a preocupação com sua salubridade, mas também com sua aparência. O aspecto visual de uma água a ser empregada no consumo humano e, particularmente, para ser bebida é, naturalmente, o primeiro a chamar a atenção. Independentemente de uma possível relação com a presença ou não de patógenos o homem oferece forte resistência a seu consumo. Para que a água possa ser consumida, sem apresentar riscos à saúde, ela deve ser potável e deve ser tratada, limpa e descontaminada.

Alguns fatores que influenciam tais mudanças incluem: (1) qualidade química e biológica da fonte hídrica; (2) eficácia do processo de tratamento, reservatório (armazenagem) e sistema de distribuição; (3) idade, tipo, projeto e manutenção da rede; (4) qualidade da água tratada (Clark & Coyle, 1989).

Nos sistemas de distribuição de água potável, a qualidade desta pode sofrer uma série de mudanças, fazendo com que a qualidade da água na torneira do usuário se diferencie da qualidade

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

## **2.5 OS RESERVATÓRIO DE ÁGUA – CAIXAS D'ÁGUA**

Caixa d'água é um local onde a água permanece armazenada quando chega das estações de tratamento, poços, entre outros. Localizam-se em residências, comércios, órgãos públicos, etc. e garante o abastecimento do consumo humano, irrigação agropecuária, entre outras finalidades.





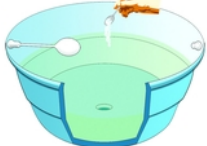


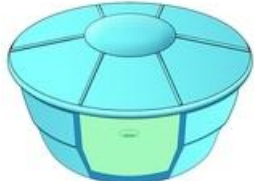
Alguns microrganismos consomem os resíduos do cloro presentes na água tratada pela companhia de abastecimento. O cloro serve para eliminar possíveis contaminações durante o processo de utilização da água. Por isso, algumas vezes pode ocorrer a contaminação a partir da caixa d'água.

A sujeira encontrada nas caixas d'água podem formar colônias de bactérias que se fixam nas paredes e muitas delas podem causar doenças aos seres humanos. As partículas de sujeira podem causar cheiro e sabor desagradável na água.

A população deve verificar e proteger a vedação do reservatório de água que não pode conter qualquer tipo de abertura para evitar qualquer contaminação com o meio externo. Mesmo a água dentro da caixa d'água bem vedada se ficar muito tempo parada pode ocorrer o acúmulo de sais minerais e formar um lodo no fundo do reservatório.

Um problema bastante comum é das caixas d'água que se encontram no litoral, por ficarem muito tempo sem serem utilizadas, quando os moradores retornam ao local o cuidado deve ser redobrado, e deve ser feita uma limpeza completa e ao deixar a residência de preferência deixá-la vazia para evitar focos de contaminação até mesmo do mosquito da dengue.

Como observado na figura 3, existe certas recomendações importantes para a limpeza adequada da caixa d'água e seguindo essas etapas a água estará em boas condições de consumo sem trazer riscos a saúde. Essa limpeza deve ser realizada a cada seis meses.

	<p>1 - Um dia antes da lavagem, feche o registro de entrada ou amarre a bóia da caixa. Assim, você vai consumir a água da caixa até atingir a quantidade necessária para a limpeza, evitando o desperdício.</p>
	<p>2 - Feche a saída com um tampão ou pano, tomando o cuidado de reservar um palmo de água na caixa.</p>
	<p>3 - Lave as paredes e o fundo da caixa com uma esponja ou escova.</p>
	<p>4 - Abra a saída da caixa para que escorra toda a água da lavagem. Usando um balde e uma pá de plástico, retire a água e os resíduos que restarem.</p>
	<p>5 - Abra o registro de entrada de água, encha a caixa até a metade. Feche novamente o registro e a saída da caixa d'água. Em seguida, adicione água sanitária conforme tabela abaixo:</p>
	<p>6 - Lave novamente as paredes e o fundo da caixa d'água com uma esponja ou escova nova e limpa.</p>
	<p>7 - Abra novamente a saída da caixa e as torneiras da casa, deixando toda a água da lavagem sair. Para evitar o desperdício, guarde essa água em baldes para lavar pisos e calçadas.</p>
	<p>8 - Lave a tampa da caixa com água corrente e coloque-a no lugar. Também é importante colocar um filtro (tela de nylon) na saída do cano extravasor ou cano-ladrão, que é aberto quando a caixa d'água está muito cheia. Geralmente, a saída desse cano localiza-se no lado exterior do telhado. Com a tampa e o filtro, evita-se a entrada de insetos e pequenos animais na caixa d'água.</p>

**Figura 3 - Como proceder para a limpeza da caixa d'água.**

Fonte: <http://site.sanepar.com.br/informacoes/limpeza-de-caixa-de-agua>

De acordo com (Sanepar) Companhia de saneamento do Paraná, segue algumas recomendações para a limpeza adequada das caixas d'água:

A Sanepar garante a qualidade da água fornecida até o ponto de entrega, atendendo ao padrão de potabilidade definido pelo Ministério da Saúde. Entretanto, para manter sempre a boa qualidade da água que será consumida, é muito importante que se tome alguns cuidados na instalação, manutenção e limpeza da caixa d'água.

É necessário verificar as condições de higiene e vedação, para prevenir a entrada de insetos e outros corpos estranhos. De seis em seis meses o usuário deverá executar a limpeza, afastando, assim, o risco de doenças, como verminoses e infecções.

Para lavar sua caixa d'água, separe:

- 1 balde
- 2 panos limpos
- 1 esponja ou escova (não pode ser de aço)
- 1 colher de sopa
- 1 pá de plástico
- água sanitária

Atenção: Nunca utilize sabão, detergente ou outro produto de limpeza para lavar a caixa d'água.

Use apenas água sanitária.

Como escolher a caixa certa:

- 1 a 4 pessoas - 500 litros
- 5 a 6 pessoas - 750 litros
- 7 a 10 pessoas - 1000 litros

**Tabela 2 – Quantidade de água sanitária na limpeza da caixa d'água**

Capacidade da caixa	Quantidade de água sanitária
500 litros	10 colheres de sopa
750 litros	15 colheres de sopa
1000 litros	20 colheres de sopa

Fonte: <http://site.sanepar.com.br/informacoes/limpeza-de-caixa-de-agua>

## 2.6 AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DA ÁGUA

Nas ETAs (Estações de Tratamento da água), a água passa por processos físicos, químicos e bioquímicos, para a remoção das impurezas. Como afirma (PAVANELLII, 2001): dentre os processos realizados destacam-se os de mistura, coagulação, floculação, decantação e filtração, são etapas contínuas e de grande importância para a obtenção de bons resultados. A mistura é um processo físico

mecânico no qual a água é agitada para que nela se criem gradientes de velocidade que definam a intensidade de agitação (VIEIRA, 1999). Como fatores que influem na eficiência da mistura, podem-se citar: os coagulantes que se hidrolisam, isto é, se decompõem quimicamente, em virtude de absorverem água, e se polimerizam dentro de frações de segundo após seu lançamento à água e, o tempo de mistura do coagulante na água, que deve ser extremamente curto, como cita (PAVANELLI, 2001).

A intensidade da agitação deve ser elevada de tal modo que permita assegurar dentro do tempo da reação a completa dispersão do coagulante na água. A água deve ser intensamente agitada por meio de hélices, turbinas, motores ou palhetas giratórias. A coagulação é a hidrólise do coagulante (sulfato de alumínio), processada na água em potencial hidrogeniônico (pH) conveniente em que o objetivo principal é a remoção de partículas coloidais responsáveis pela presença notável de turbidez, como também a remoção de compostos existentes na água, que podem conferir sabor e odor à água. O uso do coagulante faz com que essas partículas se agreguem simultaneamente. Esse processo químico é muito importante para o tratamento da água tendo em vista o seu campo de ação na remoção de impurezas nela existentes (WILLIMAR, 2009).

Para saber se determinada água é própria para o consumo, não basta apenas saber se ela não tem cheiro ou gosto, muitos microrganismos patogênicos e até mesmo substâncias tóxicas como o mercúrio e o chumbo, não podem ser vistos a olho nu nem percebidos por outros sentidos humanos. Por isso é necessário que o governo sempre realize a fiscalização da qualidade da água que chega até nossas casas. Para saber se a água está realmente própria para o consumo, as empresas que fazem o abastecimento da cidade devem realizar exames periódicos para a detecção de qualquer microrganismo e assim sanar o problema.

Antes de chegar à torneira das casas, a água a água é submetida a tratamentos especiais, que eliminam as impurezas e os microrganismos que provocam doenças a nossa saúde.

Primeiramente a água de lagos, rios, represa ou lençóis subterrâneos é levada através de canos grossos, chamados adutoras, para estações de tratamento de água. Depois de purificada a água é levada para grandes reservatórios e daí é distribuídas para as casas.

Na estação de tratamento, a água passa por tanques que contêm uma solução de cal e sulfato de alumínio. Essas duas substâncias reagem formando hidróxido de alumínio, uma espécie de gelatina que permite a junção de certas

partículas sólidas suspensas na água, transformando-as em partículas maiores chamadas flóculos. Esse processo é chamado de floculação.

Do tanque de floculação a água passa para o tanque de decantação. Os flóculos mais densos que a água, depositam-se no fundo é o fenômeno denominado decantação. Nessa etapa, portanto, a água já está mais limpa.

Depois da decantação, a água passa por um filtro formado por várias camadas de cascalho e areia. De cima para baixo, a água passa primeiro por uma camada de cascalho grosso; em seguida, por uma camada de cascalho fino; depois, por uma camada de areia grossa; por último, passa por uma camada de areia fina. Nessas passagens, partículas sólidas são floculadas e alguns microrganismos são retidos. Essa etapa é chamada filtração.

Mesmo filtrada, a água não está totalmente limpa. Alguns microrganismos podem continuar presentes e, por isso, ela precisa passar pelo depósito de cloro, onde esses seres podem ser destruídos. Esse processo é chamado cloração.

A água limpa permanece no depósito de cloro até ser distribuída para os reservatórios da localidade.

A água tratada sai da estação e é transportada por meio de uma rede de canos até os reservatórios localizados nos pontos mais altos da localidade. Deles, ela é distribuída por canos subterrâneos às casas e a estabelecimentos diversos, como escolas, hospitais, indústrias.

Nos locais onde não existe rede de distribuição nem estação de tratamento da água, as pessoas geralmente cavam um poço perto de casa. Esses poços são também chamados de cacimbas ou cisternas.

Ao cavar um poço é preciso escolher que fique a uma certa distância de fossas, depósitos de lixo e da criação de animais. Microrganismos presentes nas fezes e no lixo podem se infiltrar no solo juntamente com a água das chuvas, contaminando o poço.

Embora o saneamento básico seja de responsabilidade do governo federal, estadual e municipal, a população pode e deve contribuir para que as iniciativas do governo se efetivem e se estendam a todos os moradores.





### 3.2 TIPO DE PESQUISA OU TÉCNICAS DE PESQUISA

Para a realização desta pesquisa procurou-se analisar a posição dos colégios estaduais da cidade de Foz do Iguaçu - PR para que fossem realizadas coletas de diferentes pontos. A pesquisa realizou-se em 15 colégios, onde foram coletadas amostras de água provenientes de caixas d'água para obter informações sobre a presença ou ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

O grupo coliformes totais constituem a família *Enterobacteriaceae*, que se caracteriza por possuir como representantes, bactérias em forma de bastonete, Gram negativas, facultativas, que vivem no trato intestinal do homem e animais, sendo que certas espécies podem ser encontradas também vivendo saprofiticamente em plantas, ou mesmo sendo patógenos de vegetais (TALARO & TALARO, 2002). Já os coliformes termotolerantes são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais, só que apresentam algumas características distintas, como a temperatura de incubação e estarem sempre associadas a fezes de animais de sangue quente (ADAMS & MOSS, 2000a). Ambos os grupos são considerados indicadores, apesar de alguns deles serem potencialmente patógenos humanos também. Estes organismos indicadores mostram que a sua presença na água sugerem indícios fortes que esta água esteve em contato com fezes de homem ou animais recentemente, sendo então potencialmente um veículo para disseminação de doenças, principalmente associadas ao trato intestinal como gastroenterites, diarreias, salmoneloses, shigeloses (ADAMS & MOSS, 2000b; SHI, 1999), sistema nervoso (meningite), e outros processos patogênicos como a hepatite e a gengivite provocada pela escovação de dentes com água contaminada junto com sangramento de gengiva (SHI, 1999).

Todas as amostras de água foram coletadas de acordo com os procedimentos recomendados encaminhadas a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) que realizou a análise das amostras.

Foram coletadas amostras de água provenientes de reservatórios de água (caixa d'água) de 15 colégios estaduais utilizadas para consumo humano de diferentes regiões da cidade de Foz do Iguaçu, para determinar a presença ou não coliformes termotolerantes e coliformes totais. Foram realizadas coletas nos períodos de agosto e setembro de 2010. Todos os locais em que foi realizada a

coleta, a água é proveniente da Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná) em nenhuma amostra a água era proveniente de poços artesianos ou outras fontes.

Para que fossem iniciadas as coletas de água, obteve-se uma autorização dos diretores dos respectivos colégios e informados sobre a importância da análise da água para a saúde de todas as pessoas do estabelecimento, principalmente dos alunos, onde muitos encontram-se dentro de uma faixa etária em que doenças veiculadas a água podem acarretar diversos danos.

A coleta foi realizada em conjunto com o responsável pela escola para obter informações e coletadas apenas amostras provenientes de caixas d'água. Em muitas pontos a água vem direto das tubulações da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) sem passar pelo reservatório de água.

Para as coletas foram utilizados frascos descartáveis esterilizados com capacidade de 100 ml cada (sendo 15 frascos para análise físico-química e 15 frascos para análise bacteriológica).

Para a coleta de cada amostra foi realizada desinfecção das torneiras, bicos de pressão ou registro com uma solução de álcool 70%. Os frascos foram identificados com número de identificação, local de coleta, condições climáticas, data e hora da coleta. Em seguida, deixou-se escorrer a água por 10 segundos aproximadamente, para que fosse coletada a amostra.

A água foi acondicionada dentro de frascos com volume de 100 mL contendo em seu interior uma pastilha de tiosulfato de sódio. Essa pastilha tem por objetivo a neutralização da ação de possíveis resíduos de cloro que podem interferir no resultado da análise.

Após a coleta os frascos foram acondicionados em caixas de isopor a fim de evitar variações térmicas e de luminosidade, que poderiam interferir no resultado das análises. Os frascos foram transportados ao laboratório em caixas isotérmicas (isopor) e aí mantidos até o início do exame. O período decorrido entre a coleta das amostras de água e o início dos exames foi, no máximo, de seis horas.

Para a realização das análises foi feito um cronograma respeitando o limite de 5 amostras semanais, de acordo com a solicitação feita pela Sanepar. As amostras foram encaminhadas para análise na Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná)

Posteriormente, as amostras foram submetidas a determinações do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes.

As coletas foram analisadas com a Determinação de Coliformes Método Enzimático de acordo com os técnicos da Sanepar (Companhia de saneamento do Paraná).

As análises tiveram como objetivo descrever procedimento para verificação de presença e/ ou quantificação de coliformes totais e fecais / termotolerantes (E. coli) em amostras de água tratada pelo método enzimático.

As análises seguiram as seguintes etapas de acordo com a Sanepar (Companhia de saneamento do Paraná):

#### **a) TRATAMENTO DE MATERIAL DE USO**

A todo material após o uso, adicionar no mínimo 3 mL de hipoclorito de sódio a 10% e aguardar no mínimo 15 minutos. Enxaguar em água corrente e descartar o frasco.

O hipoclorito de sódio pode ser substituído por cal clorada; hipocal ou solução semelhante.

#### **b) PARA CONTROLE DA TEMPERATURA DAS ESTUFAS.**

O controle da temperatura deve ser feito 2 vezes ao dia, em intervalos de pelo menos 4 horas, através da leitura e registros efetuados conforme IA/LAB/0827, para assegurar que as variações de temperatura não ultrapassem os limites permitidos.

#### **c) PARA CONTROLE DE QUALIDADE**

**CONTROLE NEGATIVO PARA MATERIAIS BACTERIOLÓGICOS (AUSÊNCIA)**

A cada lote diário de análise, preparar o controle negativo com 100 mL de água tratada adicionada de 2 gotas de hipoclorito de sódio em boas condições de uso (para garantir desinfecção) tomando cuidado de retirar a pastilha de Tiosulfato de sódio que contém dentro da bolsa, adicionar o meio de cultura em pó e incubar nas mesmas condições que as amostras do lote.

**CONTROLE POSITIVO PARA MATERIAIS BACTERIOLÓGICOS (PRESENÇA)**

A cada lote diário de análise, preparar o controle positivo com água in-natura de rio ou lago (sem pré-cloração) adicionar o meio de cultura em pó e incubar nas mesmas condições que as amostras do lote.

**d) PARA EXECUÇÃO DA ANÁLISE PELO MÉTODO DE PRESENÇA OU AUSÊNCIA.**

I) Fazer a assepsia da bancada passando álcool iodado com papel absorvente (papel toalha) onde serão feitas as análises e deixar os flaconetes do meio de cultura em fácil acesso em cima da bancada;

II) Dispor a amostra sobre a bancada de maneira que, no caso de bolsa de coleta, a mesma fique em pé, com auxílio de grades ou copos plásticos limpos;

III) Lavar as mãos com água e sabão, secar com papel absorvente (papel toalha), passar álcool iodado e secar naturalmente;

IV) Abrir a bolsa ou o frasco de coleta tomando o cuidado de não encostar nas partes internas da mesma;

V) Adicionar o meio de cultura em pó abrindo o flaconete em cima da bolsa/frasco;

VI) Fechar a bolsa fechando três ou quatro vezes a extremidade e o frasco;

VII) Agitar levemente até a dissolução do pó;

VIII) Guardar na estufa que deverá estar a  $35^{\circ} \pm 0,5$  °C, por no mínimo 24 horas.

Nota: independente da marca que se esteja utilizando, incubar por no mínimo 24 horas e no máximo 26 horas.

d) Interpretação do resultado

**(COLILERT E COLITAG)**

Retirar da estufa após 24 horas e verificar se:

- Houve alteração de cor para amarelo: PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS.

Expor a amostra à luz ultravioleta:

I) Se apresentar fluorescência azulada: PRESENÇA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

II) Se não apresentar fluorescência azulada: AUSÊNCIA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

- Não houve alteração de cor para amarelo: AUSÊNCIA DE COLIFORMES TOTAIS COLIFORMES FECAIS / TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

No caso de dúvidas quanto a coloração das amostras, colocar o comparador de cor ao lado da amostra e observar:

I) A coloração da amostra é mais clara que o comparador: AUSÊNCIA DE COLIFORMES TOTAIS COLIFORMES FECAIS / TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

II) A coloração da amostra é igual ou mais escura que o comparador: PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS.

### LMX

Retirar da estufa após 24 horas e verificar se:

- Houve alteração de cor para azul: PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS.

Expor a amostra à luz ultravioleta:

I) Se apresentar fluorescência azulada: PRESENÇA DE COLIFORMES FECAIS / TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

II) Se não apresentar fluorescência azulada: AUSÊNCIA DE COLIFORMES FECAIS / TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

- Não houve alteração de cor para azul: AUSÊNCIA DE COLIFORMES TOTAIS COLIFORMES FECAIS / TERMOTOLERANTES (*E. coli*).

Nota: utilizando o meio de cultura LMX, se a amostra apresentar coloração amarela o resultado é negativo para coliformes totais e coliformes fecais / termotolerantes (*E. coli*).

Para toda amostra que apresentar presença de coliformes, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultado satisfatório. Nos sistemas de distribuição, a coleta deve ser feita pela técnica do cerco, onde amostras simultâneas são coletadas no ponto contaminado e duas outras localizadas a montante e a jusante.

PARA EXECUÇÃO DA ANÁLISE PELO MÉTODO QUANTITATIVO (somente para uso com Colilert).

I) Fazer a assepsia da bancada passando álcool iodado com papel absorvente (papel toalha) onde serão feitas as análises e deixar os flaconetes do meio de cultura em fácil acesso em cima da bancada;

II) Dispor a amostra sobre a bancada de maneira que, no caso de bolsa de coleta, a mesma fique em pé, com auxílio de grades ou copos plásticos limpos;

III) Lavar as mãos com água e sabão, secar com papel absorvente (papel toalha), passar álcool iodado e secar naturalmente;

IV) Abrir a bolsa ou o frasco de coleta tomando o cuidado de não encostar nas partes internas da mesma;

V) Adicionar o meio de cultura em pó abrindo o flaconete em cima da bolsa/frasco;

VI) Fechar a bolsa fechando três ou quatro vezes a extremidade e o frasco;

VII) Agitar levemente até a dissolução do pó;

VIII) Transferir todo conteúdo da bolsa (amostra com o Colilert) para a cartela Quanta-Tray (WQT100 para contagem de 1 a 200 NPM) ou Quanta Tray/2000 (WQT 2K para contagem de 1 a 2419 NMP);

IX) Ligar a seladora Quanti-Sealer e deixá-la pré-aquecida por cerca de 10 minutos antes de realizar o ensaio;

X) Introduzir a cartela no compartimento da seladora;

XI) A seladora simultaneamente promoverá a distribuição da amostra nas cavidades e a selagem da cartela contendo a amostra com o Colilert;

XII) Incubar a cartela contando a amostra e o Colilert por 24 horas a  $35^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ ;

XIII) Utilizar o comparador de cor caso a intensidade de cor amarela esteja fraca;

XIV) Incubar por mais 4 horas, caso a coloração esteja mais clara que a do comparador de cor.

## **e) INTERPRETAÇÃO E EXPRESSÃO DO RESULTADO**

Após a incubação efetuar a leitura e a interpretação dos resultados utilizando a tabela de conversão, fornecida pelo fabricante, que acompanha as cartelas.

I) Se a amostra se apresentar incolor (transparente), o resultado é negativo para coliformes totais e fecais/termotolerantes (*E. coli*).

II) Contar o número de cavidades que apresentarem coloração amarela e utilizar NMP para obter o resultado para coliformes totais.

III) Contar as cavidades amarelas que apresentarem fluorescência sob luz ultravioleta e utilizar a tabela NMP para obter o resultado para coliformes fecais / termotolerantes (*E. coli*).

Os resultados são expressos em NMP/100 mL.

f) PARECER (se aplicável)

I) Ausência de coliformes totais e fecais/termotolerantes:

Os parâmetros analisados atendem ao PF/LAB/0013.

II) Presença de coliformes totais e ausência coliformes fecais / termotolerante:

O parâmetro coliformes totais não atende ao PF/LAB/0013.

III) Presença de coliformes totais e fecais / termotolerante:

Os parâmetros analisados não atendem ao PF/LAB/0013.

Com os resultados obtidos foi possível verificar que toda a comunidade dos colégios pesquisados que utilizam como fonte de abastecimento água tratada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) estão em perfeitas condições de consumo onde obteve-se um resultado de 100% ausente para coliformes totais e fecais / termotolerantes.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água para ser consumida com segurança deve estar ausente de bactérias do grupo Coliformes totais e fecais, quanto aos padrões microbiológicos. O fato de não ser encontrada nenhuma amostra de água contaminada permite afirmar que seu processo desde a captação, tratamento, distribuição e armazenamento foram devidamente corretos e respeitando todas as normas de qualidade.

Todas as amostras coletadas não estavam contaminadas por coliformes totais e fecais, sendo aptas para o consumo. Este resultado é muito importante visto que a água contaminada por microrganismos constituem uma das causas comuns de infecções das vias urinárias e também provoca diarreia no mundo inteiro.

Tabela 3 – Resultados das análises da água.

<b>Amostras</b>	<b>Coliformes Totais</b>	<b>Coliformes Termotolerantes</b>
<b>Amostra 1</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 2</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 3</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 4</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 5</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 6</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 7</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 8</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 9</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 10</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 11</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 12</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 13</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 14</b>	(0) Ausente	(0) Ausente
<b>Amostra 15</b>	(0) Ausente	(0) Ausente

Em outras pesquisas foram encontrados resultados positivos para coliformes totais e/ou termotolerantes. De acordo com CASTRO: “As amostras das saídas das

torneiras 20% apresentaram positividade para Coliformes Totais e 100% apresentou negatividade para E coli”.

Não basta que uma população disponha de água em quantidade, é necessário que essa água se caracterize por um determinado padrão mínimo de qualidade para assegurar a sua saúde.

Após as análises ficou evidenciado que a preservação da qualidade da água durante o processo de sua permanência nos reservatórios depende de boas condições físico-sanitárias. Em geral, os responsáveis pela manutenção da água em reservatórios (caixas d'água) não estão informados da necessidade de manutenção, limpeza e higienização das mesmas, e quando utilizam água não conhecem as limitações e a possibilidade de estar contaminada.

Nos reservatórios semi-coletivos, a responsabilidade é maior principalmente nas instituições públicas que ficam a cargo dos responsáveis pelo setor que pelo resultado das análises realizam vistorias e limpeza periódica dos reservatórios para não colocar em risco grande número de pessoas.

Muitas vezes uma água estando com suas características organolépticas em boas condições, a sua qualidade bacteriológica ao ser analisada se apresenta em condições inadequadas ao consumo e que outra possa ter suas características organolépticas ruins apresente boa qualidade bacteriológica e possa ser adequada ao consumo. Esse fato faz com que muitas instituições não realizem a análise da água pois, pelo odor e sabor julgam que está em boas condições para o consumo.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou um quadro da qualidade da água consumida em colégios estaduais da cidade de Foz do Iguaçu - PR. Através da Portaria número 518/2004, o Ministério da Saúde regulamenta a potabilidade de água para o consumo humano quando esta se encontra isenta de coliformes totais em 100 mL de água (BRASIL, 2004). Ao analisar as amostras de água provenientes de caixa d'água, as 15 amostras encontram-se livres de coliformes totais e termotolerantes, ou seja, própria para o consumo humano.

A água dos pontos de coleta, proveniente das caixas d'água são de boa qualidade, demonstrando que houve manutenção e limpeza adequadas das mesmas. Além disso, mostra que não houve infiltrações nas tubulações de distribuição nos locais de coleta.

Em caso de surgimento de microrganismos contaminantes, novos dados seriam coletados, visando a confirmação das análises e uma comunicação aos diretores das respectivas escolas para que providências fossem tomadas, procurando sanar o problema e conscientizar sobre a importância da realização da limpeza periódica de caixas d'água, evitando assim os riscos pertinentes ao consumo de água contaminada por agentes microbianos nocivos à saúde; mas não se fez necessário devido a ausência de qualquer microrganismo patogênico.

A nova coleta seria realizada em pontos diferentes, uma amostra seria coletada de aparelhos extravasadores de água (torneiras, bicos de pressão e registro) antes da água entrar em contato com a caixa d'água e outra da água que passou pelo reservatório. Essas informações seriam necessárias para saber se a contaminação ocorreu antes da entrada da água na caixa d'água, através de canos e tubulações ou após pela má conservação e higienização do recipiente.

Quando a água é insuficientemente tratada ou não é realizada a limpeza periódica de caixas d'água, pode permitir o acúmulo de sedimentos, matéria orgânica e proporcionar o desenvolvimento de bactérias. Por isso, é muito importante o acompanhamento e orientações nas escolas, como forma preventiva a infecções causadas pela ingestão da água.

A melhor maneira de assegurar água adequada para consumo consiste em formas de proteção, evitando contaminações de dejetos animais e humanos, que

podem conter grande variedade de bactérias, protozoários, vírus, e helmintos. Quando ocorrem falhas na proteção e no tratamento, acaba expondo a população a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas.

A inserção de medidas preventivas, objetivando a preservação das fontes de água, e o tratamento das águas já comprometidas são as medidas necessárias para diminuir de forma considerável o risco de ocorrência de doenças que possam ser transmitidas pela água contaminada.

Ficou evidente nesta pesquisa que os problemas da qualidade da água podem ser sanados de forma preventiva e simples, como a lavagem periódica das caixas d'água, deixando-as sempre vedadas e sua constante manutenção permitem que ela não seja um veículo transmissor de qualquer doença. E que essas simples medidas podem evitar a contaminação de usuários evitando assim um enorme número de complicações possíveis.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A partir dos resultados deste trabalho verificou-se que apesar dos resultados serem ótimos e não apresentar qualquer tipo de contaminação em nenhuma análise de água existe a necessidade de um programa de educação sanitária na região, envolvendo a escola, os alunos e toda a comunidade tendo em vista que grande parte das pessoas não tem informações adequadas sobre a manutenção das caixas d'água. Com base na pesquisa, a estação de tratamento da água de Foz do Iguaçu (SANEPAR) e as escolas se preocupam e mantêm a água em boas condições de consumo, mas em algumas residências de alunos nem sempre a higienização é realizada corretamente.

Para que a comunidade escolar e a população alcancem o objetivo de ter sempre uma água de boa qualidade é necessária a criação de material didático que esteja ao alcance de todos com informações de fácil interpretação, interessante e com conteúdo significativo que contenham informações sobre a limpeza ideal de um reservatório de água e ações de educação em saúde a fim de que se possa prevenir e corrigir práticas erradas que podem causar danos à saúde do indivíduo e ao meio ambiente, acarretando, então, a mudança de hábitos nos indivíduos, além de aumentar o aprendizado da comunidade para que ela possa reconhecer os seus próprios erros e obter melhores condições sanitárias.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, M.R. & MOSS, M.O. Bacterial Agents. **IN: FOOD MICROBIOLOGY. Second Edition**, Royal Society of Chemistry, 2000. 479p.

**Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais.** Disponível: [http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102003000400017](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017). Acesso em: 29 dez. 2010.

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Análise Microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento. **Rev. Saúde Pública.**, Marília, São Paulo, v. 36. n.6. dez. 2002.

ADEODATO, S. O consumo consciente da água. **Bio nutrição e saúde**, ano 1, n. 2, 2006.

BRAGA, B et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002

BRAILE, P. M.(1979). **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo, CETESB,1979.

BRANCO, SM. **Água, Meio Ambiente e Saúde. Águas doces do Brasil**. São Paulo: Escrituras. Editora, 1999.

BRASIL. LEIS ETC. **Normas e padrões da potabilidade das águas destinadas ao consumo humano**. Normas Regulamentadoras Aprovadas pela Portaria 1469, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2004

**Caixa d'água limpa: sinônimo de saúde e bem estar.** Disponível: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/535.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2011

CASTRO. N. F. **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CONSUMIDA NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE PARINTINS-AMAZONAS**. 60ª Reunião Anual da SBPC. Universidade do Estado do Amazonas.

CLARK, R. M. & COYLE, J. A., 1989. **Measuring and modeling variations in distributions systems water quality**. *Journal of the American Water Works Association*, 82:46-52.

COELHO, D. A.; SILVA, P. M. F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da

qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 151, p. 88-92, maio 2007.

DEININGER, R. A.; CLARK, R. M.; HESS, A. F. & BERNSTAM, E. V., 1992. **Animation and visualization of water quality in distribution systems**. *Journal of the American Water Works Association*, 84:48-52.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. – **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água**. São Carlos. RiMa,2002.

D'AGUILA, P.S. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. 2000. Caderno de saúde pública.

FERNANDEZ, A.T.; SANTOS, V. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 93-98, set. 2007.

FORTUNA, J. L.; RODRIGUES, M. T.; SOUZA, S. L.; SOUZA, L. Análise microbiológica da água dos bebedouros do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF): coliformes totais e termotolerantes. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 103-105, jul./ago. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Disponível em < <http://www.ibama.gov.br/patrimonio/>>. Acesso em Abril 2009.

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

MICHELINA, A. de F.; BRONHAROA, T. M.; DARÉB, F.; PONSANOC, E. H. G. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público da região de Araçatuba, SP. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 147, p. 90-95, dez. 2006.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

Projeto Araribá: Ciências/ Obra coletiva, concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna; editor responsável José Luiz Carvalho de Cruz. – 1ª Ed. (5ª série) – São Paulo: Moderna, 2006.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras ed., São Paulo 2006.

SANEPAR. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/informacoes/limpeza-de-caixa-de-agua-0>>. Acesso em: 02 abr 2011.

SANT'ANA, A.; SILVA, S. C. F. L.; FARANI, I. O. Jr.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade Microbiológica de águas minerais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.23 suppl, p.190-194, 2003.

SHI, A. **The impact of Access to Urban Potable Water and Sewerage Connection on Child Mortality**. Development Research Group The World Bank. 1999. 31p.

SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

TALARO, K. P. & TALARO, **A Environmental and applied Microbiology. IN: Foundations in Microbiology**. Fourth. Edition. Mc. Graw-Hill, 2002.834p.

**UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Água o ouro do futuro**. 2004. Disponível em: <[http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=1&pag=entr\\_220304.htm](http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=1&pag=entr_220304.htm)>. Acesso em: 7 jan 2010.

VIEIRA, A.F.T. **Estudo de viabilidade técnica e econômica da utilização do sulfato ferroso em tratamento de águas de abastecimento**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. P.1.408-18.

WILLIMAR, S. D. **Análise de viabilidade técnica e econômica do uso do policloreto de alumínio (PAC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de água**. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos)- Departamento de Engenharia de Recursos Hídricos. Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2009.