



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

ÉDIPO CORRÊA POMPEU

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA
DA ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS MUNICIPAIS
DE EDUCAÇÃO INFANTIL DA CIDADE DE
ARIQUEMES-RO**

ARIQUEMES – RO

2011

Édipo Corrêa Pompeu

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA
DA ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS MUNICIPAIS
DE EDUCAÇÃO INFANTIL NA CIDADE DE
ARIQUEMES-RO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Ms. Nathália Vieira Barbosa

ARIQUEMES – RO

2011

Édipo Corrêa Pompeu

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE
EDUCAÇÃO INFANTIL NA CIDADE DE ARIQUEMES-RO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do grau de Licenciado.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Ms. Nathália Vieira Barbosa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Profa. Ms. Filomena Maria Minetto Brondani
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Profa. Esp. Lilian Cristina Macedo
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Ariquemes, 02 de dezembro de 2011.

A minha Mãe, pelo amor, esforço e dedicação para que eu e minhas irmãs nos tornássemos pessoas dignas e realizadas.

Às minhas irmãs, pois sem elas, jamais nossa família seria
tão forte e guerreira.

Ao “trio ternura” (eu, Gilsan e Oséias - *in memoriam*).
A todos os amigos e amigas, que compõem a grande família,
a qual nos fortalece sempre.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e minhas irmãs (as cinco mulheres da minha vida), pois juntos, superamos barreiras e comemoramos as vitórias da vida, e certamente continuaremos “teimando” em nossas trajetórias.

Aos amigos (as), que são companheiros (as) para todos os momentos.

A professora Ms. Nathália Vieira Barbosa, primeiramente por ter aceitado meu pedido de orientação, que conseqüentemente, resultou em uma orientação impecável, aumentando minha admiração como profissional e pessoa.

Ao Danilo Vollbrecht, que teve uma colaboração de extrema importância no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores que se fizeram importante na aquisição do conhecimento e formação acadêmica.

Aos bares (Fubá, Gaudêncio, Bactéria, entre outros), que foram locais de compartilhar momentos junto aos amigos (as) acadêmicos.

E às pessoas que me subestimam, pois estas me dão força e energia para conseguir o que quero.

*Sonha e serás livre de espírito...
luta e serás livre na vida.*

Ernesto Guevara de La Serna

RESUMO

A água é fundamental na sobrevivência humana, seja na produção de alimentos, atividades orgânicas e celulares, como também na higienização. No entanto, a água é um recurso não muito abundante, uma vez que em todo o mundo apenas 0,27% de toda água do planeta pode ser utilizada para o consumo. Em relação às características físicas, químicas e biológicas, a água pode ser classificada como contaminada, nociva, poluída e potável. A forma mais viável para se tornar potável é por meio do tratamento e fornecimento realizado pelo sistema público de abastecimento de água. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da água consumida em três escolas públicas municipais de ensino infantil da cidade de Ariquemes, estado de Rondônia. Todas as amostras analisadas indicaram contaminação fecal, estando impróprias para o consumo humano, conforme o que legisla a Portaria 518/2004 MS. Os parâmetros físico-químicos também apresentaram valores acima do permitido pela legislação federal. O pH foi o parâmetro que apresentou os resultados mais positivos, já que 100% das amostras analisadas estavam de acordo com os padrões de potabilidade. A partir dos resultados obtidos, atentou-se para a necessidade de um melhor controle da qualidade da água e medidas corretivas por parte dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água do município.

Palavras-chave: análise microbiológica, análise físico-química, água

ABSTRACT

Water is fundamental to human survival, be it in the production of food, organic and cellular activities, and also in hygiene. However, water is not an abundant resource because only 0.27% of all water on the planet can be used for drinking. In relation to physical, chemical and biological, water can be classified as contaminated, harmful, polluted or potable. The most viable way to become potable is via treatment and supply carried out by the public water supply system. The objective of this work was to evaluate the microbiological and physico-chemical quality of water consumed in three public, elementary schools in the city of Ariquemes, state of Rondônia. According to legislation of Ordinance No. 518 dated March 25, 2004, all the water samples analyzed indicate levels of fecal contamination unfit for human consumption. The physico-chemical parameters present values above those permitted by federal legislation. The pH level was the parameter which produced the most positive results, as 100% of the samples analyzed were within the limits of potability. From the results obtained, attention needs to be paid to improve water quality and corrective action taken by those responsible for the water supply system of the municipality.

Keywords: Microbiological Analysis, Physico-chemical Analysis, Water

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ETAs	Estações de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SAAAs	Sistemas de Abastecimento de Água
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância
WHO	World Health Organization
MS	Ministério da Saúde
ONPG	Orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo
MUG	4-metil- β -D-glicuronídeo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios sem rede geral de abastecimento de água – Brasil - 2008.....	16
Figura 2 - Municípios com serviço de rede coletora de esgoto - Brasil – 2008	17
Figura 3 - Unidades de um sistema de abastecimento de água.....	20
Figura 4 - Etapa de Coagulação.....	21
Figura 5 - Etapa de Floculação	22
Figura 6 - Etapa de Sedimentação.....	22
Figura 7 - Etapa de Filtração.....	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	13
2.2 DOENÇAS HÍDRICAS	14
2.3 MICRORGANISMOS INDICADORES	15
2.4 ÁGUA X SAÚDE PÚBLICA.....	15
2.5 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	19
2.6 PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA.....	24
2.7 IMPORTÂNCIA DOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES	26
3 OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVO GERAL	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
4 METODOLOGIA	29
4.1 LOCALIDADE DE ESTUDO	29
4.2 ÁREA DE COLETA.....	29
4.2.1 Seleção da Área de Coleta	29
4.2.2 Operacional de Coleta	30
4.3 ANÁLISES DAS AMOSTRAS	30
4.3.1 Análise Microbiológica	30
4.3.2 Análise Físico-Química	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

INTRODUÇÃO

A água exerce papel fundamental na sobrevivência humana, seja na produção de alimentos, atividades orgânicas e celulares, como também na higienização. No entanto, a água é um recurso não muito abundante, uma vez que em todo o mundo apenas 0,27% de toda água do planeta pode ser utilizada para o consumo. (VASCONCELOS; AQUINO, 1995; BRASIL, 2001).

No Brasil, até o ano de 2008 apenas 18% da água era destinada ao abastecimento público, 9,5% para indústrias e 72,5% para fins agrícolas. (UNIAGUA, 2008).

A escassez de água é uma preocupação mundial e fatores como a desigualdade da distribuição dos recursos hídricos no planeta e a poluição destes, agravam a disponibilidade de água potável no mundo. Estudos estimam que até o ano de 2008 a escassez atingiu cerca de 1,1 bilhões de pessoas em todo o mundo. (PNUD, 2006; UNIAGUA, 2008).

Países em desenvolvimento sofrem mais com problemas de disponibilidade de água devido ao aumento populacional, o que implica numa maior demanda de alimentos, produção de poluentes, como os agentes químicos, e esgotamento sanitário. (ONU, 2010).

Até o ano de 2008, dos 3.069 municípios que são atendidos por coleta de esgotamento sanitário, apenas 28,5% realizam o tratamento. (PNSB, 2008).

As doenças hídricas têm relação com contaminação por microrganismos patogênicos por meio da água contaminada que ocorre via fecal-oral. (WHO, 1996; BRASIL, 2006).

A avaliação da qualidade da água é de extrema importância, assim, investigar a presença ou não de microrganismos presentes em fezes de animais e humanos, como bactérias do grupo coliformes totais, é fundamental para indicação da possível contaminação hídrica. (MARQUEZI, 2010; SILVA et al., 2010).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2004), 700 mil internações na década de 90 foram ocasionadas por condições inadequadas de saneamento básico. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006) afirma que 60% da ausência em sala de aula por parte das crianças está relacionada com doenças vinculadas à falta de saneamento básico.

Os sistemas de abastecimento de água são responsáveis por fornecer água potável, ou seja, proporcionar à população uma água livre de metais suspensos, cor, gosto, odor, organismos patogênicos e substâncias orgânicas e inorgânicas que sejam prejudiciais a saúde. (MARQUEZI, 2010). As Estações de Tratamento de Água - ETAs são responsáveis por controlar a qualidade da água desde os mananciais até os pontos de distribuição, a fim de fornecer água nas conformidades da legislação federal determinada pela Portaria 518/2004 MS. (BRASIL, 2004, 2006). Desta forma, os sistemas de abastecimento de água são compostos por unidades, tais como, manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial.

Para acompanhar, controlar e avaliar a qualidade da água são utilizados métodos de avaliação microbiológica e físico-química. A avaliação microbiológica determina a presença de organismos patogênicos através de indicador de contaminação fecal, como bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*), enquanto a avaliação físico-química avalia os parâmetros pH, turbidez, cor, cloro residual livre e condutividade. Um método eficiente na avaliação microbiológica são os testes rápidos que investigam a presença de enzima das bactérias por meio de substratos adequados. (BRASIL, 2006; SILVA et al., 2010).

A incoerência da qualidade da água em prédios privados ou instituições públicas com a fornecida pelas ETAs é ocasionada por variações físico-química e microbiológica causadas pela perda de qualidade durante seu transporte nos sistemas de distribuição. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

O acompanhamento e a avaliação referentes a qualidade da água permitem constatar a atual situação dos padrões de potabilidade, possibilitando que sejam tomadas medidas técnicas corretivas tanto de responsabilidade dos sistemas de abastecimento de água, quanto de responsabilidade das residências ou prédios de órgãos públicos.

O monitoramento da qualidade da água consumida em escolas é de suma importância, uma vez que as crianças são indivíduos com sistema imunológico em formação o que as tornam mais susceptíveis a doenças veiculadas por água. Sendo assim, é de grande relevância avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água consumida em instituições de educação infantil, para garantir que os padrões mínimos de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde sejam atendidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A relação de dependência do ser humano com a água está vinculada não apenas às atividades celulares e orgânicas dos seres vivos, mas também, com a utilidade na indústria, agropecuária, transporte, recreação e no abastecimento público. (VASCONCELOS; AQUINO, 1995; VENDEMIATTI, 2003).

Dada a grande importância e utilidade da água, estudos realizados no ano de 2000 apontaram que o consumo humano no mundo chegou a 3.940 Km³, o que não indica a escassez, já que seria a representação de apenas 10% da água de todo o mundo. No entanto, há uma grande desigualdade mundial de distribuição do recurso hídrico, bem como distribuição populacional, fazendo com que algumas localidades geográficas vivenciem a escassez de água. (BRASIL, 2001).

A distribuição heterogênea da água ocorre também no Brasil, país que apesar de possuir 11,6% da água doce superficial do planeta, tem algumas regiões que sofrem com a escassez de recurso hídrico devido a desigualdade na distribuição de água com relação ao quantitativo populacional. A região sudeste, contendo o maior percentual populacional (42,65%) do país, detém o menor percentual (6,0%) dos recursos hídricos, enquanto a região norte com o menor quantitativo populacional (6,98%) é detentora de 68,5% dos recursos hídricos de todo o Brasil. Já a região nordeste possui a menor proporção de recursos hídricos do Brasil, devido a predominância da região semi-árida, que em períodos de estiagem a ausência de chuva pode se estender por períodos de dez a onze meses. A escassez de água potável em todo o planeta atinge 1,1 bilhões de pessoas. (PHILIPPI Jr, 2005; PNUD, 2006; UNIAGUA, 2008).

Em todo o mundo, 70% da água é utilizada para fins agrícolas e apenas 8% é para uso público e domiciliar. No Brasil, o consumo dos recursos hídricos é distribuído em 9,5% para indústrias, 18% para o consumo público e residencial e 72,5% para fins agrícolas. (UNIAGUA, 2008).

A demanda por água no mundo deve aumentar nos próximos anos devido ao crescimento populacional que conseqüentemente elevará a produção agrícola e o número de moradias. (BRASIL, 2001).

Agrotóxicos, aterros sanitários, garimpos, indústrias, falta de rede de esgoto e seu tratamento contribuem para a contaminação dos recursos hídricos. (SOARES et al., 2002; BETTEGA et al., 2006). Poluentes provenientes de resíduos produzidos por atividades humanas, tais como, metais, radioatividade, detergentes sintéticos, defensivos agrícolas, poluentes orgânicos biodegradáveis são determinantes para que ocorram alterações no meio ambiente, modificando o meio em que o homem vive, fazendo com que surjam efeitos indesejáveis e negativos aos seres humanos. (BAIRD, 2002).

No Brasil, 3.069 municípios contam com coleta de esgoto e apenas 28,5% destes, fazem o tratamento do mesmo. Sendo assim, há possibilidade de contaminação dos recursos hídricos através do esgotamento sanitário. (PNSB, 2008).

A inexistência e precariedade do abastecimento de água potável e tratamento de esgoto levam a registros de casos de doenças transmitidas pelo consumo de água contaminada. (BRASIL, 2006).

2.2 DOENÇAS HÍDRICAS

A água pode servir de veículo para microorganismos causadores de doenças e a sua escassez, bem como a ingestão de água contaminada, são fatores determinantes no aparecimento de enfermidades nos seres humanos, principalmente em crianças e idosos. (BRASIL, 2006). A transmissão de doenças via microorganismos patogênicos, em geral, ocorre por rota fecal-oral, ou seja, fezes que contaminam solo e água contribuem para o surgimento de enfermidades diarréicas. (WHO, 1996; JULIÃO, 2011).

Os principais agentes contaminantes de água são bactérias patogênicas, vírus e parasitas, pois estando presentes na água, propiciam o surgimento de infecções que apresentam sintomas, tais como, náuseas, vômito, diarréia, entre outros. Dentre as principais doenças via hídrica podem-se destacar a febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose, poliomielite, hepatite A. Para prevenção de doenças via hídrica é necessário que se tenha hábitos higiênicos e saneamento básico. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001; BRASIL, 2005; PECORA, 2008).

2.3 MICRORGANISMOS INDICADORES

Os microrganismos indicadores vêm sendo utilizados na avaliação da qualidade microbiológica da água há longo tempo, fornecendo informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal ou sobre a provável presença de patógenos. O uso de *E. coli* como indicador de contaminação de origem fecal presentes em água foi proposto em 1982, uma vez que esse microrganismo é encontrado no conteúdo intestinal dos homens e animais. (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os membros da família Enterobacteriaceae, assim como *E. coli*, são comumente chamados de enterobactérias, encontrando-se presentes no solo, água, plantas, frutas, vegetais, carnes, ovos, grãos, animais, insetos e humanos. O grupo dos coliformes totais é um dos subgrupos da família Enterobacteriaceae, neste grupo encontram-se presentes apenas enterobactérias que fermentam a lactose com produção de gás, em um intervalo de tempo de 24 a 48 horas sob uma temperatura de 35°C. Nesse grupo, encontram-se bactérias do trato gastrointestinal dos homens e animais de sangue quente, como a *E. coli*, entretanto, ao investigar o grupo dos coliformes totais pode-se encontrar outras bactérias que não são de origem fecal. (SÃO PAULO, 2001; SILVA et al., 2010).

Os coliformes fecais ou termotolerantes são um subgrupo dos coliformes totais, capazes de fermentar a lactose em 24 horas sob temperatura de 44,5 a 45,5°C, produzindo gás. Inicialmente, este subgrupo era idealizado para detecção de bactérias do trato gastrointestinal, como a *E. coli*, no entanto, este subgrupo passou a ser chamado de coliformes termotolerantes, devido ao fato de nele encontrar também presente bactérias de origem não fecal, como *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Serratia*, dentre outras. (SILVA et al., 2010).

2.4 ÁGUA X SAÚDE PÚBLICA

A água, apesar de ser de grande importância para a sobrevivência dos seres vivos, se estiver inadequada ou insuficiente ao consumo humano pode estar envolvida na causa de problemas gravíssimos à saúde. Sendo assim, a quantidade

disponível e a qualidade da água são problemas que geram tormenta a população mundial. (PHILIPPI Jr, 2005).

No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2008) realizou um comparativo com PNSB-2000 apontando avanços nos serviços de saneamento básico. A abrangência de fornecimento de água por rede de abastecimento chega a 99,4% dos municípios brasileiros, totalizando 5.531 municípios atendidos dos 5.564 existentes no Brasil, sendo abastecidos totalmente ou apenas parte destes, chegando a constar 40 milhões de ligações residenciais dos 57,7 milhões de domicílios existente em todo território brasileiro. Pode-se considerar que há uma grande parcela da população brasileira sem rede de água em suas residências, cerca de 12 milhões de residências. Contudo, destes 99,4% de municípios abastecidos por rede de água, apenas 87,2% são abastecidos com água tratada, 6,2% são parcialmente tratadas e 6,6% não recebem qualquer tipo de tratamento. A figura 1 demonstra o montante de 33 municípios que não contam com rede abastecimento de água no Brasil.

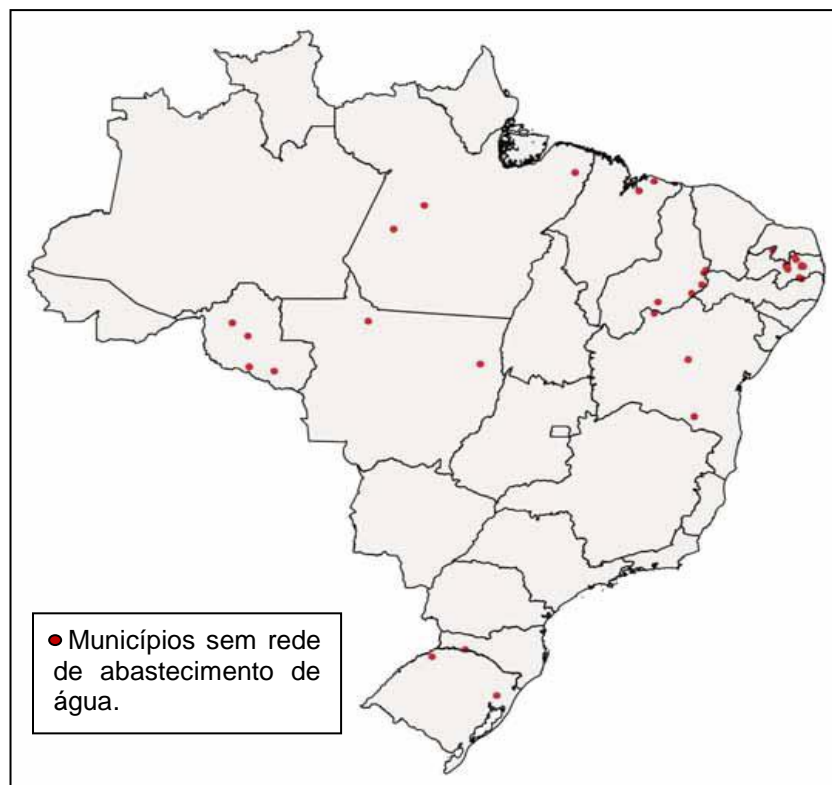


Figura 1- Municípios sem rede geral de abastecimento de água – Brasil - 2008

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Dentre os nove estados, os que estão com maior problemática de atendimento por rede de água estão a Paraíba, Piauí e Rondônia.

A existência de saneamento básico é essencial para obtenção de ganhos na qualidade de vida populacional, tendo em vista que a ausência de saneamento acarreta poluição hídrica, trazendo prejuízos para a saúde pública, principalmente no aumento significativo da mortalidade infantil. Mas a realidade no Brasil não é satisfatória, apesar de ter obtido avanços entre os anos 2000 e 2008. Apenas 52% dos municípios brasileiros dispõem de serviços de esgotamento sanitário por rede coletora, percentual que representa 3.069 municípios e 34,8 milhões de pessoas sem cobertura deste serviço, ou seja, 18% da população brasileira exposta a contrair doenças devido a falta de rede coletora de esgoto. Vale ressaltar que esses dados estatísticos levam em consideração apenas a existência deste serviço no município, desconsiderando a quantidade de residências atendidas, qualidade e o tratamento ou não do esgoto coletado. (PNSB, 2008).

A figura 2 demonstra os municípios que possuem serviço de rede coleta de esgoto em todo o Brasil até o ano de 2008.

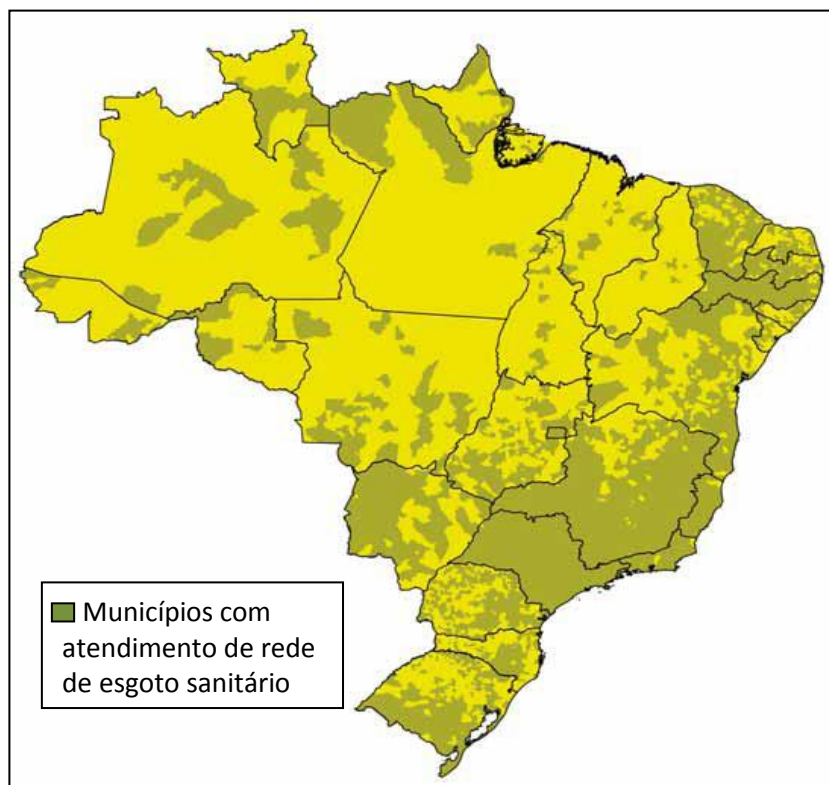


Figura 2 - Municípios com serviço de rede coletora de esgoto - Brasil – 2008

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Para evitar a poluição dos recursos hídricos é necessário o tratamento do esgoto sanitário, para que assim, as condições sanitárias sejam adequadas e ocorra a diminuição do número de doenças decorrentes da contaminação da água por coliformes fecais. Apenas 28,5% dos municípios fazem o tratamento do que é coletado pelas redes de esgoto. (PNSB, 2008).

O relatório conjunto entre a Organização Mundial de Saúde – OMS e o Fundo das Nações Unidas para Infância - Unicef destaca que 87% da população mundial utiliza água adequada para o consumo humano, sendo um avanço mundial em saneamento. No entanto, 40% dos seres humanos, cerca de 2,6 bilhões de pessoas, são excluídas do direito de instalações sanitárias satisfatórias à saúde pública. Com isso, a cada ano, 1,5 milhões de crianças menores de cinco anos de idade morrem por falta de higiene. (ONU, 2010).

Segundo relatório da ONU (2009), nos países em desenvolvimento as crianças são as principais vítimas da escassez de água e a contaminação da mesma. Esta problemática vinculada a tal recurso hídrico ocasiona 80% das doenças que resultam em 3 milhões de mortes precoces por ano, sendo que a cada dia morrem 5 mil crianças vítimas de diarreia em todo o mundo, óbitos que poderiam ser reduzidos em 10% com ações de saneamento básico e higiene.

Segundo estudo desenvolvido pela World Health Organization – WHO (2002), países em desenvolvimento sofrem com a proliferação de doenças relacionadas com condições insatisfatórias de saneamento básico, o que resultou em 1,7 milhões de mortes, das quais cerca de 99,8% ocorreram em países em desenvolvimento, sendo 90% crianças.

As más condições de saneamento básico no Brasil também implicam em resultados alarmantes na saúde e conseqüentemente na educação. De acordo com a publicação da FUNASA em Revista (2004), 700 mil internações hospitalares na década de 90 foram relacionadas com as precárias condições de saneamento básico. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006), 60% da ausência de crianças em salas de aulas está relacionada com enfermidades provocadas pela falta de saneamento básico. Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Trata Brasil no ano de 2008, crianças pertencentes às áreas sem saneamento básico têm redução de 18% em seu rendimento escolar.

2.5 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em relação às características física, químicas e biológicas, a água pode ser classificada como contaminada, nociva, poluída e potável. É classificada como água contaminada aquela que através de bactérias, ovos e vírus, serve de meio transmissível de doenças. Já a água que contém agentes físicos, químicos e biológicos prejudiciais à saúde, fica classificada como nociva. A poluição da água caracteriza-se por modificações físicas e químicas, tornando-se imprópria para algumas atividades humanas, mas não sendo exatamente prejudicial à saúde. Desta forma, a água potável deve estar livre de metais suspensos visíveis, cor, gosto, odor, organismos patogênicos e substâncias orgânicas ou inorgânicas que sejam prejudiciais à saúde. (MARQUIZE, 2010).

O sistema público de abastecimento de água é a alternativa econômica e sanitariamente mais viável de fornecimento de água potável a uma comunidade de densidade demográfica significativa. Haja vista, que a coletividade existente nos Sistemas de Abastecimento de Água – SAAs permite um controle dos mananciais e da água destinada à população. (BRASIL, 2006).

Buscando a obtenção de ganhos na qualidade da água em prol de proteção a saúde pública, os SAAs desenvolvem de forma cuidadosa as fases de concepção, projeto, implantação, operação e manutenção. Desta forma, um SAA é uma unidade composta por manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial, conforme ilustrado na figura 3. (BRASIL, 2006).

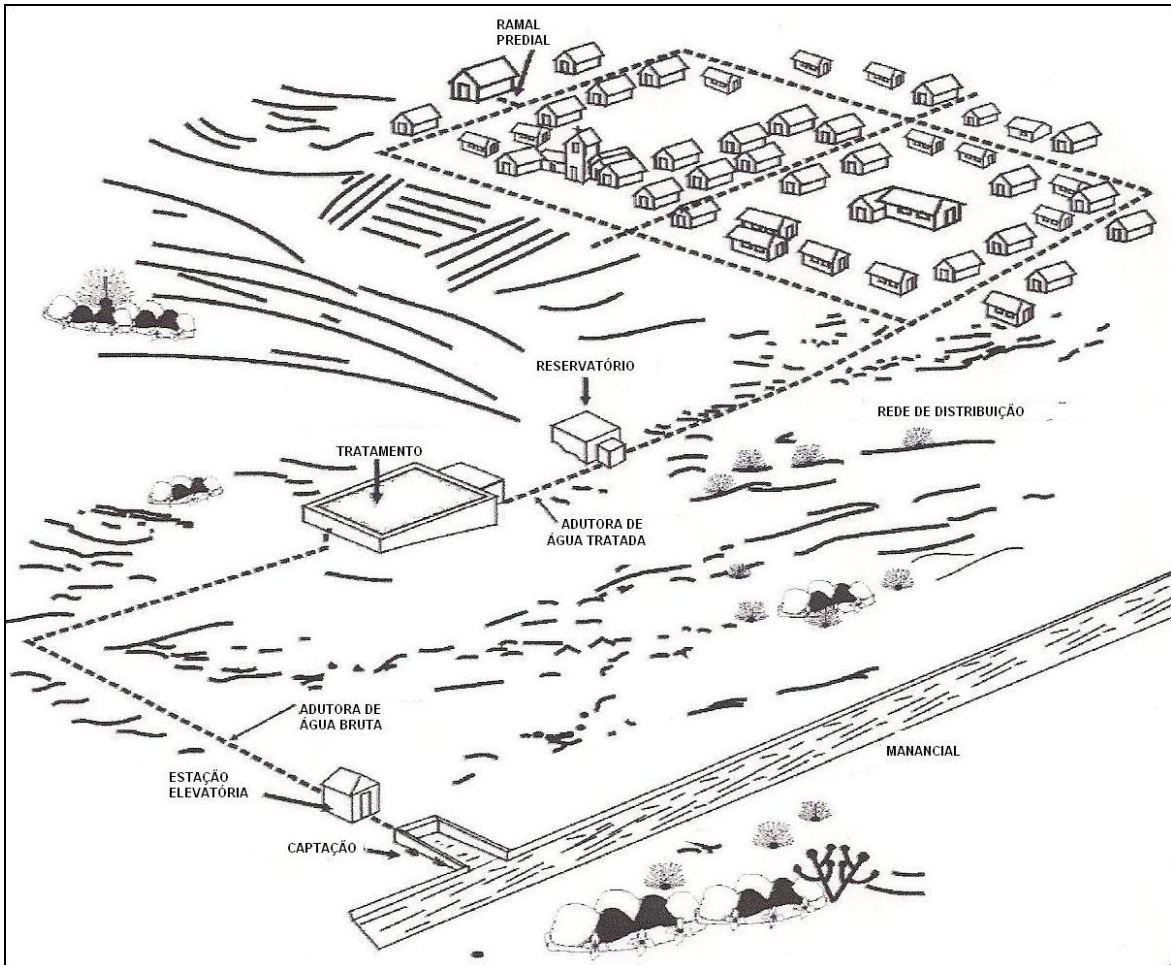


Figura 3 - Unidades de um sistema de abastecimento de água
 Fonte: FUNASA, Manual de Saneamento - 2006

Segundo o Ministério da Saúde em seu Manual de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para o Consumo Humano (2006), os SAAs, com suas ETAs e tecnologias implantadas são responsáveis pelo tratamento da água bruta para se tornar potável ao consumo humano, consistindo em procedimentos de captação da água subterrânea ou de mananciais, que utilizando adutores são transportadas às estações de tratamento para ser tratada, e assim, ter condições necessárias para ser distribuída ao consumo humano de acordo com a Portaria 518/2004 MS.

As etapas de tratamento convencional da água, segundo o Manual de Saneamento desenvolvido pela FUNASA (2006), são a coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, fluoretação e armazenamento.

Na etapa de coagulação (figura 4) ocorre a desestabilização dos colóides, ou seja, as partículas minúsculas presentes na água são aglutinadas por um agente químico coagulador, sendo o sulfato de alumínio o mais utilizado. Este procedimento

tem por objetivo remover os sólidos presentes na água e, conseqüentemente, a sua turbidez.

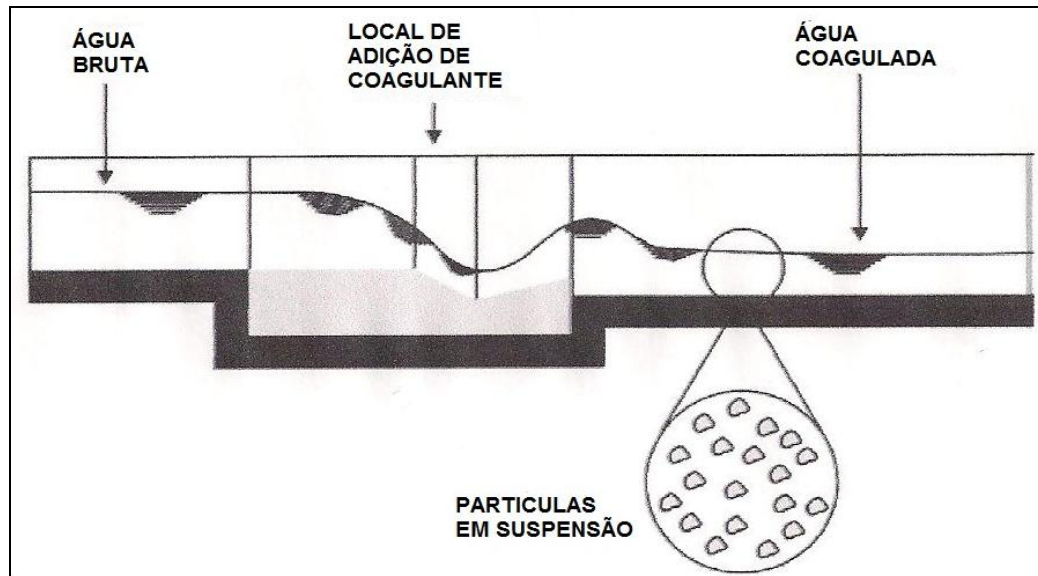


Figura 4 - Etapa de Coagulação

Fonte: FUNASA, Manual de Saneamento - 2006

Na floculação (figura 5), os compostos químicos formados na etapa anterior reagem com a cal adicionada para alcalinizar o meio, formando compostos carregados eletricamente capacitados a atrair cargas elétricas opostas. Estes compostos têm carga positiva que atrairão partículas suspensas de carga negativa, como colóides, sais dissolvidos e bactérias que, por sua vez, serão aglutinadas aos flocos, propiciando a limpeza no tratamento da água.

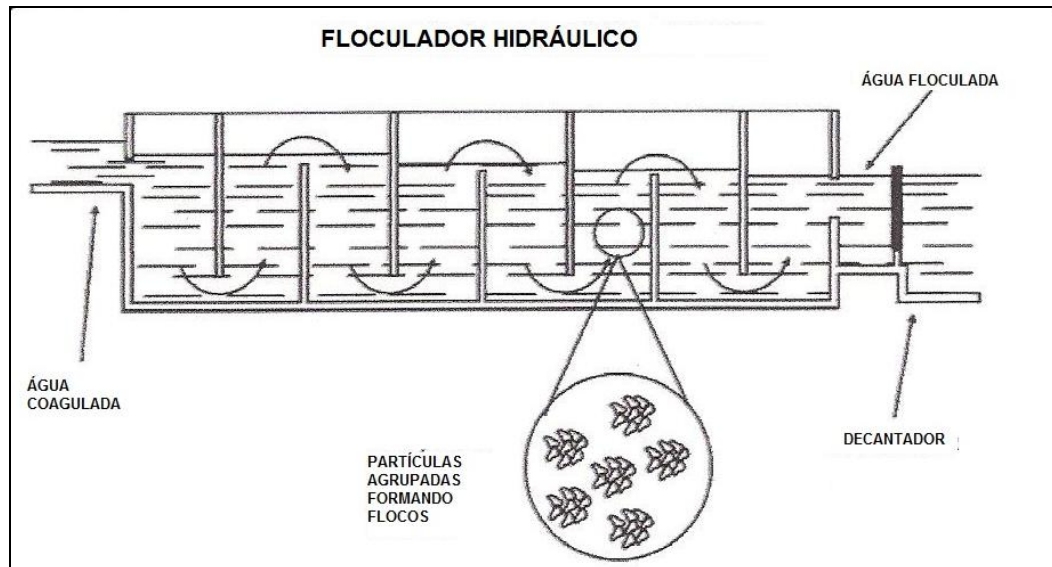


Figura 5 - Etapa de Floculação

Fonte: FUNASA, Manual de Saneamento - 2006

A etapa de sedimentação ou decantação (figura 6) almeja a remoção dos flocos coagulantes que foram formados nas etapas anteriores. O mecanismo tem como intuito separar os sólidos suspensos da água. A separação ocorre por ação da gravidade, assim, os flocos coagulantes por serem mais densos, são depositados no fundo do decantador. Com isso, a água fica em condições adequadas para a etapa de filtração.

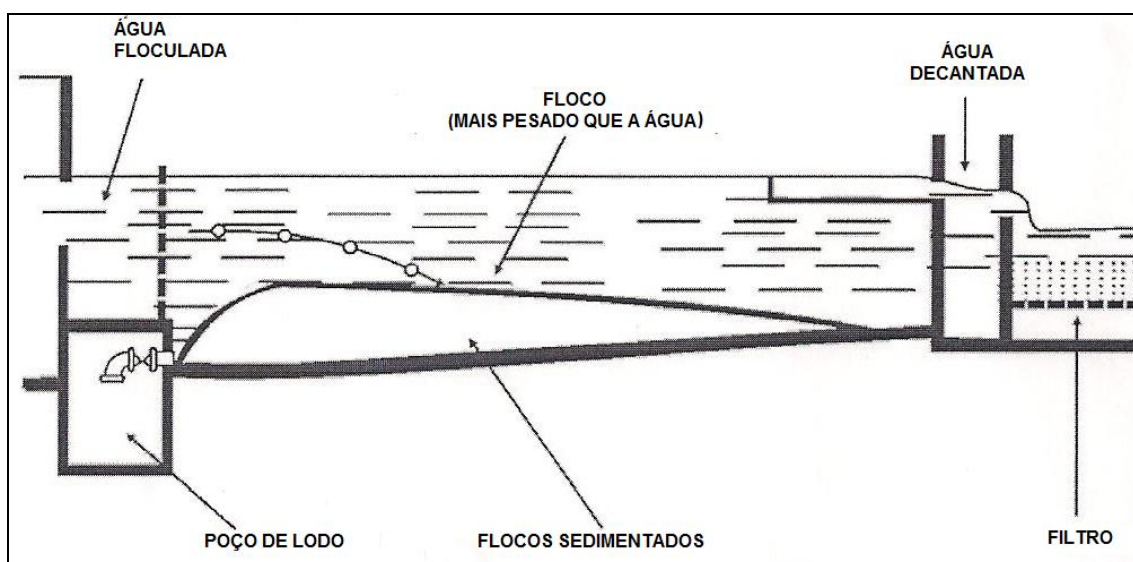


Figura 6 - Etapa de Sedimentação

Fonte: FUNASA, Manual de Saneamento - 2006

A filtração (Figura 7) é uma etapa na qual ocorrerá a remoção de partículas através de camadas de material granulado. Dependendo dos grãos que compõem o

filtro, a filtração pode ser lenta ou rápida. Depois de realizada a filtração de forma bem sucedida, pode-se eliminar cerca de 90% das bactérias.

O procedimento de desinfecção tem o intuito de eliminar os microorganismos patogênicos. Nesta etapa, utilizam-se dosadores que, regulados, dão vazão correta e constante de cloro a ser aplicado na água.

A fluoretação passou a ser uma etapa generalizada nos SAAs ao decorrer dos anos com a descoberta de que os sais de flúor são importantes no controle da prevenção da cárie dental, tornando-se um meio econômico para o controle da cárie dental. A aplicação é realizada com dosadores, sendo usados fluoreto de sódio, fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico.

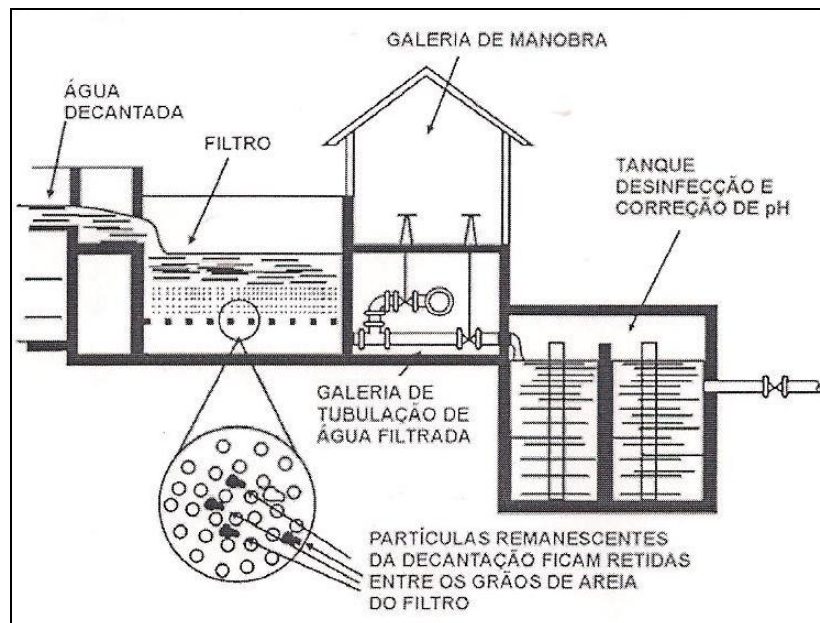


Figura 7 - Etapa de Filtração

Fonte: FUNASA, Manual de Saneamento - 2006

O armazenamento é um ponto importante, pois nos reservatórios está contida a água que será distribuída ao consumo humano. Desta forma, os reservatórios devem estar protegidos de contaminação com estruturas adequadas constando tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, ladrão e indicador de nível.

Com o declínio constante da qualidade dos recursos hídricos, a avaliação da água provida da ETA passou a ser importante para a saúde pública. Deste modo, o controle de qualidade no processo de tratamento na ETA sob parâmetros físico-

químicos e microbiológicos é feito dos mananciais aos pontos do sistema de distribuição. (BRASIL, 2006; MARQUEZI, 2010).

Segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, cabe aos responsáveis pelo sistema de operação do abastecimento de água controlar a qualidade da mesma. O Ministério da Saúde e as secretarias de saúde nas esferas municipal e estadual são responsáveis por realizar a vigilância da qualidade da água.

Diagnósticos periódicos e sistemáticos referentes à qualidade da água, bem como, ações de correção caso seja detectado alguma inadequação na qualidade da mesma, são fundamentais para assegurar o fornecimento de água potável. Estes diagnósticos são realizados através de freqüentes análises físico-químicas e microbiológicas. (CHAVES, 2004).

2.6 PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

No Brasil, a água classificada como potável deve seguir os parâmetros da Portaria 518/2004 MS, que estabelece padrões de potabilidade, incluindo aspectos físico-químicos e microbiológicos. (BRASIL, 2004).

A FUNASA (2006) disponibiliza um Manual Prático de Análise de Água, acordando procedimentos técnicos físico-químicos e microbiológicos, com o intuito de fornecer informação para o controle de qualidade da água. Este manual auxilia tecnicamente e enfatiza a importância de controlar a qualidade da água, detalhando alguns parâmetros microbiológicos e físico-químicos, como abordado a seguir.

De acordo com o Ministério da Saúde (2006) em seu manual de vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano, para a água ser considerada dentro dos padrões apropriados ao consumo humano deve estar ausente de microorganismos patogênicos que se utilizam da água para transmitir doenças. Há uma grande dificuldade de encontrar indicadores que informem a presença dos vários organismos patogênicos, sendo assim, costuma-se usar métodos que identificam as bactérias do grupo dos coliformes, tendo em vista que são habitantes naturais do intestino humano e em águas contaminadas via fecal.

Para obter agilidade e eficiência na avaliação bacteriológica da água, foram desenvolvidos os métodos rápidos, que possibilitam a detecção simultânea de

bactérias de forma eficaz e em tempo inferior aos métodos convencionais, propiciando a identificação de presença e quantificação de coliformes totais e *E. Coli* (HSIEH, 2008). Esses métodos identificam a presença de enzima através de substratos adequados, denominados cromogênicos e fluorogênicos. (SILVA et al., 2010; BRASIL, 2005; MARQUIZE, 2010).

O colitag é um método rápido que atua de forma seletiva na indicação de presença de coliformes totais de forma simultânea. Este método sobressai perante outros testes rápidos, pelo fato de conseguir reativar as bactérias que haviam sido inibidas do crescimento pela ação do cloro, descartando assim, a utilização de tiosulfato de sódio na coleta das amostras a serem analisadas. A investigação da presença de coliformes ocorre devido ação sofrida pelos substratos. (MARQUIZE, 2010).

O substrato cromogênico orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONPG) é utilizado na investigação da presença de coliforme total. Essa detecção ocorre quando a enzima da bactéria, β -galactosidase, hidroliza o substrato produzindo o composto orto-nitrofenol de cor amarela. A mudança na coloração do meio indica presença de coliforme total. Já o mecanismo de investigação do coliforme *E. coli* é feito através do substrato fluorogênico 4-metil- β -D-glicuronídeo (MUG). A enzima β -glucuronidase encontra-se presente no coliforme a ser investigado, desta forma, ao analisar a amostra e esta apresentar resultado positivo para presença da bactéria *E. coli*, a enzima hidrolizará o substrato fluorogênico promovendo uma fluorescência no meio quando exposto a luz ultravioleta (365 nm). (MARQUIZE, 2010).

A legislação federal vigente considera potável, a água que, em uma amostra analítica de 100 mL, não apresentar o indicador *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes. (BRASIL, 2004).

De acordo com a FUNASA (2006), a água potável não pode apresentar quantidade de substâncias tóxicas ou nocivas superior às determinadas pela legislação federal. (BRASIL, 2004).

O cloro residual livre é um parâmetro importante na qualidade microbiológica da água, pois é utilizado como agente desinfetante. Após a etapa de desinfecção, é recomendado pela legislação que a água esteja com teor mínimo de cloro de 0,5 mg/L nas ETAs e qualquer ponto da rede de distribuição da água deve apresentar um mínimo de 0,2 mg/L e um máximo de 2,0 mg/L de cloro livre residual. (BRASIL, 2004).

O valor de pH da água no sistema de distribuição deve ser mantido entre 6,0 e 9,5. Para a água ser validada como potável, é fundamental que não possua gosto, odor e não ultrapasse os limites padrões de cor e turbidez, que são iguais a 15 uH e 5,0 UT, respectivamente. Substâncias dissolvidas na água não afetam sua transparência, mas sim, determinam sua cor, e matérias suspensas na água, como argila, matéria orgânica entre outras, provocam a turbidez. (BRASIL, 2006).

2.7 IMPORTÂNCIA DOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES

Variações físico-químicas, biológicas, perda de integridade de um sistema de abastecimento referente ao sistema de distribuição e idade da rede são fatores que contribuem para que a água disponível nas residências não tenha a mesma qualidade que possui nos reservatórios das ETAs. Essa incoerência é devido a contaminação via bactérias que estão presentes nas paredes de tubulações e reservatórios. As bactérias associadas às matérias suspensas podem resistir ao tratamento da água formando biofilmes, que são comunidades microbianas que protegem os microorganismos, tornando a cloração e outros procedimentos de tratamento, ineficazes para garantir a potabilidade da água para o consumo humano. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001; BURBARELLI, 2004; CHAVES, 2004; ALVES, 2007).

Nas estruturas utilizadas para reserva e fornecimento da água, como reservatórios, tanques de estocagem, tubulações e bebedouros pode ocorrer a formação de biofilmes devido a água estagnada e resíduos de desinfecção. (OLIVEIRA; TERRA, 2004). A existência de biofilme torna os microorganismos fortemente resistentes aos produtos químicos utilizados na desinfecção, desta forma, estruturas, superfícies e equipamentos estão vulneráveis a transformar-se em fonte de contaminação. Com isso, ações como escovação da caixa d'água, são mais eficientes para exclusão dos microorganismos e seus biofilmes. (JULIÃO, 2011).

Segundo o Manual de Saneamento da FUNASA (2006), os reservatórios residenciais são pontos fracos do sistema de distribuição de água e de fácil contaminação. O Ministério da Saúde recomenda por medida de saneamento que sejam realizados limpeza e desinfecção, a cada seis meses, das caixas d'água de instituições públicas e residências. No entanto, caso sejam notadas alterações nos

aspectos da água ou presença de corpos estranhos antes de completar os seis meses da realização da última limpeza e desinfecção da caixa d'água, é essencial que se higienize e desinfete os reservatórios residenciais.

Estudos realizados no Rio de Janeiro indicaram que a contaminação da água pode ocorrer por ausência de manutenção e desinfecção dos reservatórios residenciais. (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001). De acordo com dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2009), 10 mil pessoas ficaram doentes entre 1992 e 2008 através da ingestão de água imprópria para o consumo, sendo que 40% das doenças foram contraídas devido ao consumo de água contaminada nas residências.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade físico-química e microbiológica da água consumida em três escolas municipais de educação infantil do município de Ariquemes-RO.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análise físico-química da água avaliando os parâmetros pH, condutividade, cloro residual livre, turbidez e cor;
- Realizar análise microbiológica para determinar presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*);
- Comparar os resultados obtidos das análises físico-química e microbiológica realizadas nas águas provenientes dos reservatórios internos (bebedouro e torneira) com a água fornecida pela empresa responsável pela distribuição de água no município (cavalete);
- Comparar os resultados obtidos com os parâmetros estabelecidos na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIDADE DE ESTUDO

Os locais de estudo estão situados na cidade de Ariquemes, estado de Rondônia, localizada a 198 Km de Porto Velho (capital do estado). É servida pelas rodovias BR-364, 421 e RO-257.

Segundo o IBGE (2010), a população de Ariquemes chega a 90.353 mil habitantes e possui 27 escolas em sua rede pública municipal de ensino. No início do ano de 2011, constavam 13.652 alunos matriculados, sendo 1.642 no ensino infantil.

4.2 ÁREA DE COLETA

Foram escolhidas três escolas de ensino infantil da rede municipal de educação de Ariquemes/RO, as quais foram representadas por A, B e C.

Foram coletadas amostras para análises microbiológicas e físico-químicas em três pontos das escolas (cavalete, torneira e bebedouro), durante um período de 21 dias no mês de setembro de 2011, sendo feita uma avaliação por semana em cada escola.

4.2.1 Seleção da Área de Coleta

As escolas municipais de ensino infantil que tiveram a água avaliada foram escolhidas por serem abastecidas unicamente pela rede de água tratada fornecida pela empresa responsável pelo sistema de abastecimento de água da cidade de Ariquemes/RO. Desta forma, dentre as escolas abastecidas por rede de água, foram selecionadas três, sendo uma próxima da ETA, uma na região central e outra na região periférica da cidade.

4.2.2 Operacional de Coleta

Para evitar a contaminação das amostras, realizou-se a assepsia das mãos com água e sabão antes de iniciar as coletas. Os bicos de saída de água da torneira, cavalete e bebedouro foram desinfetados com álcool 70%. Em seguida, deixou-se escorrer água por cerca de dois minutos. Após o fechamento das saídas de água, os pontos de coleta foram flambados e, posteriormente, deixou-se escorrer água durante dois minutos. (BRASIL, 2006).

As amostras foram coletadas em frascos com capacidade para 1000 mL, devidamente esterilizados e identificados. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor contendo gelo para o transporte até o Laboratório de Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, onde foram efetuadas as análises. (BRASIL, 2006).

4.3 ANÁLISES DAS AMOSTRAS

4.3.1 Análise Microbiológica

A análise microbiológica da água foi realizada utilizando o método de teste rápido Colitag que detecta a presença de coliformes totais e *Escherichia Coli*. Foram transferidos 100 mL da amostra para um frasco estéril e adicionado um envelope contendo quantidade pré-distribuída do substrato de cultura comercialmente esterilizado. Em seguida, as amostras foram agitadas para dissolver o substrato e incubadas a 35,5°C por 24 horas. Decorrido o tempo de incubação, foi realizada a leitura dos resultados com base na coloração das amostras. Sendo as amostras amarelas indicativas da presença de coliformes totais, a presença de *E. Coli* indicada pela fluorescência quando exposta à luz ultravioleta (365 nm) e a ausência de coloração indicativa de ausência de coliformes totais e *E. Coli*. (BRASIL, 2006).

4.3.2 Análise Físico-Química

Para a análise físico-química foram avaliados os parâmetros pH, condutividade, cloro residual livre, turbidez e cor. Todas as análises foram realizadas em triplicata, exceto as de determinação do teor de cloro residual. Os resultados foram expressos em média e desvio-padrão.

As análises de pH e condutividade foram realizadas por meio de um pHmetro, modelo QX-1500, marca Qualxtron. Realizou-se a calibração prévia do equipamento com soluções tampão de pH 4,0; 7,0 e 10. Após a calibração, os eletrodos foram lavados com água destilada, e em seguida, as amostras foram analisadas.

A determinação do cloro residual livre foi realizada no local de coleta da amostra utilizando um comparador colorimétrico com cubeta acrílica. Com o auxílio da cubeta, coletou-se cerca de 5 mL de água nos pontos de coleta e, em seguida, as amostras foram colocadas no compartimento do aparelho para a realização da leitura do teor de cloro. (BRASIL, 2006).

O parâmetro turbidez foi determinado utilizando um turbidímetro modelo 2100P, marca Hach e a determinação da cor foi realizada por meio de um colorímetro portátil, modelo Aqua Color, marca Poli Control.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas das escolas A, B e C estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2 - Análises físico-química e microbiológica da água da Escola A

1ª Semana				
Parâmetros	Valores obtidos*			
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	14,7 ± 0,5	36,5 ± 0,4	36,7 ± 0,5	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,4	0,0	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	13,7 ± 1,5	2,7 ± 0,6	1,0 ± 0,0	-
pH	6,7 ± 0,1	6,9 ± 0,1	6,9 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	6,05 ± 0,05	9,99 ± 0,00	9,99 ± 0,0	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E. coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
2ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	15,4 ± 0,3	14,3 ± 0,3	17,7 ± 0,1	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,4	0,0	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	21,0 ± 0,0	3,7 ± 0,6	0,3 ± 0,6	-
pH	6,5 ± 0,0	6,8 ± 0,1	6,9 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	1,00 ± 0,02	2,52 ± 0,09	2,47 ± 0,00	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E. coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
3ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	16,7 ± 0,7	14,2 ± 0,1	14,6 ± 0,3	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,9	0,0	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	27,0 ± 3,0	17,0 ± 2,0	12,0 ± 1,0	-
pH	6,4 ± 0,1	6,6 ± 0,0	6,7 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	0,96 ± 0,02	1,00 ± 0,03	1,13 ± 0,05	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E. coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL

*média ± desvio padrão (n = 3)

Tabela 3 – Análises físico-química e microbiológica da água da Escola B

1ª Semana				
Parâmetros	Valores obtidos*			
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	9,6 ± 0,1	6,9 ± 0,5	8,4 ± 0,4	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,6	0,3	0,2	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	22,7 ± 2,3	26,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	-
pH	6,5 ± 0,0	6,6 ± 0,0	6,8 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	0,58 ± 0,07	0,52 ± 0,04	0,57 ± 0,02	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E. coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
2ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	17,2 ± 0,7	18,3 ± 0,2	18,6 ± 1,1	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,6	0,6	0,3	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	29,0 ± 1,0	22,3 ± 0,6	8,7 ± 0,6	-
pH	6,4 ± 0,0	6,5 ± 0,1	6,8 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	0,76 ± 0,03	0,81 ± 0,01	1,10 ± 0,03	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E.coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
3ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	11,5 ± 0,2	11,4 ± 0,8	17,6 ± 0,7	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	3,5	2,5	0,5	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	40,0 ± 0,0	30,3 ± 1,2	20,0 ± 1,0	-
pH	6,2 ± 0,0	6,4 ± 0,0	6,5 ± 0,1	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	1,67 ± 0,01	1,54 ± 0,03	0,72 ± 0,05	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E.coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL

*média ± desvio padrão (n = 3)

Tabela 4 – Análises físico-química e microbiológica da água da Escola C

1ª Semana				
Parâmetros	Valores obtidos*			
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	25,10 ± 1,46	9,3 ± 0,0	7,70 ± 0,10	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,7	0,1	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	57,0 ± 2,0	52,0 ± 2,0	28,0 ± 1,0	-
pH	6,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	9,99 ± 0,00	5,82 ± 0,05	0,39 ± 0,03	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E. coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
2ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	12,8 ± 0,2	18,0 ± 0,1	14,0 ± 0,2	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,1	0,0	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	52,0 ± 3,0	38,0 ± 1,0	51,0 ± 1,0	-
pH	6,0 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,0 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	1,88 ± 0,04	0,53 ± 0,03	1,10 ± 0,03	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E.coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
3ª semana				
	Cavalete	Torneira	Bebedouro	Padrão
Cor (uH)	14,8 ± 1,2	16,7 ± 0,9	15,2 ± 1,4	≤ 15
Cl residual livre (mg/L)	0,5	0,0	0,0	0,2 - 2,0
Condutividade (µS/cm)	56,0 ± 1,0	36,0 ± 0,0	43,0 ± 0,0	-
pH	6,0 ± 0,0	6,3 ± 0,0	6,1 ± 0,0	6,0 – 9,5
Turbidez (UT)	0,68 ± 0,07	0,45 ± 0,03	0,42 ± 0,09	≤ 5
Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL
<i>E.coli</i>	Presente	Presente	Presente	Ausente em 100 mL

*média ± desvio padrão (n = 3)

A avaliação microbiológica da água identificou a presença de coliformes totais e *E. coli* em todas as amostras analisadas durante as três semanas, conforme tabelas 2, 3 e 4.

Segundo o Ministério da Saúde em seu Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água (2006), a presença de coliformes totais indica fragilidade no sistema de distribuição de água, mas, não necessariamente, a ocorrência de contaminação de origem fecal. No entanto, a presença de bactérias do grupo coliformes aponta falhas no tratamento, na integridade do sistema de distribuição ou nos reservatórios residenciais. A ineficiência da desinfecção no tratamento de água, ou seja, a não garantia da quantidade mínima de cloro residual livre estabelecida pela Portaria 518/2004 MS, juntamente com a presença de matéria orgânica na rede de distribuição de água, podem ocasionar a proliferação de bactérias que não sejam obrigatoriamente *E. coli* ou termotolerantes, podendo ser outras bactérias do grupo coliforme total.

Segundo o Ministério da Saúde, o indicador de contaminação fecal mais preciso é a *E. coli*, não abrindo margem a existência de equívocos. (BRASIL, 2006).

A presença de coliformes totais e *E. coli* detectada em 100% das amostras está diretamente relacionada com o baixo teor de cloro livre determinado na maioria das amostras.

Estudos realizados por Queiroga (2007) foram coerentes com a relação entre os padrões físico-químicos e microbiológicos avaliados neste trabalho. A ocorrência de variações negativas dos parâmetros turbidez e cloro livre ou a variação simultânea de ambos estão relacionadas com a presença de coliformes fecais. Ou seja, mesmo em algumas amostras contendo o mínimo de cloro residual livre e valores adequados de turbidez detectou-se indicadores de coliformes.

Das 27 amostras analisadas, 55,55% apresentaram teor de cloro residual livre insatisfatório, conforme o que é estabelecido pela Portaria 518/2004 MS. Enquanto isso, 77,77% das amostras dos cavaletes, 22,22% das amostras das torneiras e 33,33% dos bebedouros apresentaram teor de cloro satisfatório.

Com relação ao parâmetro turbidez, das 27 amostras analisadas apenas cinco (18,52%) não estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Portaria 518/2004 MS, legislação que estabelece que a água destinada ao consumo humano deve ter nível de turbidez menor que 5 UT. Apenas a escola B obteve 100% das amostras de acordo com a legislação. Comparando-se as amostras do cavalete com as dos reservatórios internos (caixa d'água e bebedouro), a escola A apresentou em todos os dias de avaliação valores de turbidez menores nos

cavaletes que nos bebedouros e caixa d'água. Certamente a falta de manutenção e desinfecção dos reservatórios internos contribuiu para o aumento da turbidez.

De acordo com o Ministério da Saúde, Manual de Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água (2006), a turbidez é um parâmetro importante no controle de qualidade de água, uma vez que é motivada pela presença de partículas em estado coloidal em suspensão, matérias orgânicas e inorgânicas, plâncton e outros organismos microscópicos. Desta forma, a turbidez tem relação importante com a qualidade microbiológica em um sistema de abastecimento de água.

Ao avaliar a cor aparente, constatou-se que apenas 48,15% das amostras analisadas se enquadraram na legislação federal vigente, que estabelece a obrigatoriedade da água ter valor menor que 15 uH para este parâmetro. Vale destacar, que o maior valor de cor obtido foi na escola A, que apresentou 36,5 uH na água da torneira, 36,7 uH na dos bebedouros e 14,7 uH na água do cavalete.

Conforme o Ministério da Saúde (2006), a cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1 μm – denominadas colóides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês).

A investigação da condutividade elétrica em água apontou que as concentrações de íons na grande maioria diminuíram progressivamente do cavalete para a caixa d'água e bebedouros. Essa diminuição é mais considerável quando comparados os resultados obtidos das amostras do cavalete com as dos bebedouros. Na escola A na segunda semana de avaliação a amostra do cavalete apresentou condutividade no valor de 21,0 $\mu\text{S/cm}$, já a análise da água do bebedouro resultou em condutividade de 0,3 $\mu\text{S/cm}$. Possivelmente, o filtro dos bebedouros reteve os íons, o que acarretou na diminuição da concentração dos mesmos.

Todas as amostras analisadas apresentaram pH em conformidade com a Portaria 518/2004 MS, ou seja, 100% das amostras de água avaliadas nas três escolas apresentaram valor de pH dentro do intervalo de 6,0 a 9,5, como recomendado pelo Ministério da Saúde.

CONCLUSÃO

As 27 amostras analisadas apresentaram presença de coliformes totais e *E. coli.*, demonstrando assim, que a água no período da análise estava imprópria para o consumo humano, conforme o que legisla a Portaria 518/2004 MS.

Dos parâmetros físico-químicos analisados, o pH apresentou resultados satisfatórios, já que 100% das amostras analisadas estavam de acordo com os padrões de potabilidade. Já os outros parâmetros apresentaram um percentual de resultados em desacordo com a legislação.

Portanto, para que se tenha água potável é essencial que a esfera municipal ofereça uma estação de tratamento de água adequada e, mantenha sob constante monitoramento, os parâmetros de potabilidade da água para que a mesma chegue com qualidade aceitável para o consumidor final. No entanto, também é necessário conscientizar os consumidores com relação a limpeza e manutenção dos seus reservatórios internos, pois estes podem ser fontes de contaminação da água consumida.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.G. **Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-17032008-163147/pt-br.php>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

AMARAL, L.A; NADER, A.F; ROSSI Jr.; O. D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L. S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2003. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102003000400017&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 ago. 2011.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BETTEGA, J. M. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, set./out. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141370542006000500019&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 18 ago. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo**. Brasília, 2001. Disponível em:<www.cpac.embrapa.br/download/261/t>. Acesso em: 06 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A,B,C,D,E de hepatites para comunicadores**. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Prático de Análise de Água**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/pub/pub01.htm>>. Acesso em: 05 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **FUNASA em Revista**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em:<http://www.funasa.gov.br/internet/Bibli_revista.asp>. Acesso em: 05 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/pub/pub01.htm>>. Acesso em: 05 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas Práticas no Abastecimento de Água**. Brasília, 2006. Disponível em:<

http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/boas_praticas_agua.pdf>. Acesso em: 06 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para o Consumo Humano**. Brasília, 2006. Disponível em:<
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 05 out. 2011.

BURBARELLI, R.C. **Avaliação da qualidade da água subterrânea e microbiologia do solo em área irrigada com efluente de lagoa anaeróbia**. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000376474>. Acesso em 10 ago.2011.

CHAVES, L. C. D. **Estudo da cinética de formação de biofilmes em superfícies em contato com água potável**. 156 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Minho, Portugal, 2004. Disponível em:<
<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/925/1/Tese%20Completa.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. Disponível em:<<http://www.mediafire.com/?iqjz2gojg1y>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2001000300019&script=sci_arttext>. Acesso em 10 ago. 2011.

HSIEH, J.J. **A comparison of the Multiple-tube fermentation method and Colitag method for the detection of waterborne coliform bacteria**. Disponível em:<<http://socrates.berkeley.edu/~es196/projects/2001final/Hsieh.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Cidades@**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:<
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 out. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:<
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostras Domiciliares 2006**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2006/default.shtm>>. Acesso em: 10 out. 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Por que a universalização do saneamento básico é uma meta tão difícil de ser atingida no Brasil?**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/detalhe.php?codigo=121>>. Acesso em: 10 out. 2011.

JULIÃO, F.C. **Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública**. 2011. 153p. Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública)-Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-18072011-105108/es.php>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

MARQUEZI, M.C. **Comparação de metodológicas para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-21102010-160234/es.php>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

OLIVEIRA, A.C.S; TERRA, A.P.S. Avaliação microbiológica das águas dos bebedouros do Campus I da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, em relação à presença de coliformes totais e fecais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** v.37, n.3, p.285-286, mai./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v37n3/20310.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

ONU. Relatório da ONU estima que 3 bilhões sofrerão com escassez de água no planeta em 2050. **O Globo**. 13 mar. 2009. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/ciencia/mat/2009/03/13/relatorio-da-onu-estima-que-3-bilhoes-sofrerao-com-escassez-de-agua-no-planeta-em-2025-754818688.asp>>. Acesso em: 30 set. 2011.

PECORA, I.L. **Doenças de veiculação hídrica**. Disponível em: <www.csv.unesp.br/P_cbh/downloads/.../MaterialAluno.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2011.

PHILIPPI, A. Jr. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri – SP: Manoli, 2005.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **2,4 bilhões no mundo não têm saneamento**. Cidade do México, 2006. Disponível em: <[HTTP://www.pnud.org.br/saneamento/reportagem/index.php?id01=1862&lay=san](http://www.pnud.org.br/saneamento/reportagem/index.php?id01=1862&lay=san)>. Acesso em: 30 set. 2011.

SÃO PAULO. Centro de Vigilância Epidemiológica. **Manual das Doenças Transmitidas por Alimentos e Água**. SÃO PAULO, 2001. Disponível em: <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/hidrica/miscelenterica.htm>>. Acesso em: 06 set. 2011.

SILVA, Neusely da et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. C. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Revista Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, nov./dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2002000600026&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 11 ago. 2011

UNIVERSIDADE DA ÁGUA – UNIAGUA. Água no planeta. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em: 03 out. 2011.

VASCONCELOS, J.C.; AQUINO, J.S. Análise microbiológica (potabilidade) da água consumida em escolas públicas de conjuntos habitacionais da zona de Manaus – Amazonas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 13, n. 2, p.119-124, 1995.

VENDEMIATTI, J.A.S. **Avaliação físico-química e microbiológica da água subterrânea em área irrigada com efluente de filtro anaeróbio**. 2003. 145 f. Dissertação (Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000321464>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Diretrizes para a água potável de qualidade**. Geneveva,1996. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S04.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Quantifying selected major risks to health. In: R. Mitchel (ed.) **World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life**. Geneva, 2002. Chap. 4, p.47-98. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2002/en/index.html>>. Acesso em: 05 ago. 2011.