



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

THAÍS IDEM MORETTI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO- QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA
DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE
ANDIRÁ-PR**

Assis/SP

2016



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

THAÍS IDEM MORETTI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO- QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA
DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE
ANDIRÁ-PR**

Trabalho de pesquisa apresentado ao Curso de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientanda: Thaís Idem Moretti

Orientadora: Profª Drª Patrícia Cavani Martins de Mello

Assis-SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

MORETTI, Thaís Idem.

Avaliação da Qualidade Físico- Química e Microbiológica da Água dos Bebedouros das Escolas do Município de Andirá-Pr/ Thaís Idem Moretti. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, 2016.

60 pg.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

Orientador: Patrícia Cavani M. Mello

1.Água. 2.Consumo. 3.Escola. 4.Qualidade

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO- QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE ANDIRÁ-PR

Thaís Idem Moretti

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal de Ensino
Superior de Assis, como requisito do Curso
de Graduação em Química Industrial.

Orientador: Prof^a Dr^a. Patrícia Cavani Martins de Mello

Analisador: Prof.^a Ms. Gilcelene Bruzon

Assis- SP

2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram, pelo esforço, incentivo e determinação em tornar possíveis meus ideais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que cooperaram no desenvolvimento deste trabalho, em especial:

A Deus primeiramente, que sempre me deu força para seguir em frente e chegar até aqui.

Aos meus pais que nunca mediram esforços e que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos. Esta conquista é para vocês.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Patrícia Cavani M. Mello, pela colaboração e ajuda no decorrer do trabalho.

Ao técnico Sérgio Cortez e aos estagiários do CEPECI (Centro de Pesquisas), pela ajuda na realização das análises.

Ao SAMAE de Andirá pela disponibilidade de estar realizando as análises microbiológicas.

A confiança dos diretores das escolas de Andirá que me proporcionaram o desenvolvimento e realização deste trabalho.

E enfim, aos meus amigos, familiares e a todos que me acompanharam na conquista desta graduação, apoiando direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

A água é essencial para a manutenção da vida, sendo ela um recurso de extrema importância para o ser humano. O fornecimento de água de má qualidade e o mau saneamento constitui a maior causa mundial de morte infantil. Este trabalho teve como objetivo verificar a qualidade da água ofertada nos bebedouros das escolas do município de Andirá-PR. As amostras foram coletadas em quatro escolas municipais, levadas ao laboratório para análise de parâmetros microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, e os parâmetros físico-químicos como pH, cor, turbidez, dureza total, amônia, nitrato, nitrito, ferro, flúor e cloretos, seguindo as metodologias recomendados pelos métodos oficiais. Após as análises, as amostras tiveram seus resultados comparados com a Portaria MS 2914/11. Nas quatro coletas realizadas, verificou-se ausência de coliformes totais e *E. Coli*. Os padrões físico-químicos dureza total, cloreto, cor, turbidez, pH, amônia, nitrito, nitrato e ferro obtiveram valores dentro do permitido, pela Portaria. O parâmetro flúor foi o único que se apresentou ausente em 25% das amostras analisadas, o que pode indicar um risco relacionado à preservação da saúde bucal dos consumidores. Após a realização das outras coletas e análises, foi observado que o teor de flúor atendeu os limites observados na legislação pertinente.

Palavras- chave: Água; Consumo; Escolas; Qualidade.

ABSTRACT

The water is essential for the maintenance of life, it is an extremely importance resource for human, the supply of bad quality water and bad sanitation is the world's leading cause of infant death. This study aims to verify the quality of water at drinking fountain schools in Andirá - Pr. Samples were collected at four municipal schools, and took to the laboratory for analysis of microbiological parameters Total Coliforms and E-Coli, and the Physico-Chemistry parameters pH, color, turbidity, total hardness, ammonia, nitrate, nitrite, iron, fluoride and chloride, Following recommended methodologies by the official methods. After the analyzes, the samples had their results compared to the ordinance MS 2914/11. On the fourth sample taken, there was total absense of Coliforms and E-Coli. The Physical-Chemistry patterns of total handness, chloride, color, turbidity, pH, ammonia, nitrite, nitrate and iron obtained values within the allowed, by the ordinance. The Flouride parameter was the only that presented absent in 25% of the samples, can indicate a risk related to the preservation of oral health of consumers. However, after the rest of the analyzes, it can be observed that the problem of lack of fluoride was regularized, thus making the water suitable for consumption.

Keys Words: Water, Consumption, School, Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Etapas do tratamento de água.....	19
Figura 2- Aparelho colorímetro e disco de cores.....	23
Figura 3- Disco de cores acoplado ao aparelho colorímetro.....	23
Figura 4- Aparelho para medição da turbidez da água.....	24
Figura 5- Aparelho pHmetro.....	26
Figura 6- Aparelho fluorímetro, cubeta e adaptador.....	28
Figura 7- Aparelho colorímetro e disco de cores.....	29
Figura 8- Ampola Colitag.....	31
Figura 9- Resultados médios e desvio padrão de turbidez.....	43
Figura 10- Resultados médios e desvio padrão de dureza total.....	44
Figura 11- Resultados médios e desvio padrão de nitrato.....	45
Figura 12- Resultados médios e desvio padrão de nitrito.....	45
Figura 13- Resultados médios e desvio padrão de amônia.....	46
Figura 14- Resultados médios e desvio padrão de ferro.....	47
Figura 15- Resultados médios e desvio padrão do pH.....	48
Figura 16- Resultados médios e desvio padrão de cloretos.....	49
Figura 17- Resultados médios e desvio padrão de flúor.....	50
Figura 18- Determinação de Coliformes Totais e E. Coli pelo método Colitag.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Doenças causadas por água contaminada.....	17
Tabela 2- Classificação para a dureza das águas.....	27
Tabela 3- Padrão microbiológico da água.....	32
Tabela 4- Padrões organolépticos e microbiológicos da água bruta para consumo humano.....	33
Tabelas 5- Resultados médios das análises físico- químicas das amostras de água das quatro escolas municipais.....	41
Tabela 6- Resultados obtidos nas análises de flúor.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ÁGUA	16
2.1 CONSUMO DE ÁGUA.....	16
2.2 DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA.....	17
3. TRATAMENTO DE ÁGUA	19
4. QUALIDADE DA ÁGUA	21
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA.....	21
4.1.1 Cor.....	21
4.1.2 Turbidez.....	23
4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA.....	24
4.2.1 Potencial Hidrogeniônico.....	24
4.2.2 Dureza.....	26
4.2.3 Flúor.....	27
4.2.4 Cloro.....	28
4.2.5 Nitrito e Nitrato.....	29
4.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA.....	29
4.3.1 O Grupo Coliforme.....	30
4.3.2 Método Colitag.....	30
5. PARÂMETROS DE POTABILIDADE	32
6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: VISITAÇÃO A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	34
7. MATERIAIS E MÉTODOS	36
7.1 EQUIPAMENTOS.....	36
7.2 REAGENTES.....	36
7.3 COLETA E AMOSTRAGEM DAS ÁGUAS NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE ANDIRÁ/PR.....	37

7.3.1 Análises Físico- Químicas	37
4.3.1.1 Cor.....	37
4.3.1.2 Turbidez.....	38
4.3.1.3 pH.....	38
4.3.1.4 Dureza Total.....	38
4.3.1.5 Amônia.....	38
4.3.1.6 Nitrato.....	39
4.3.1.7 Nitrito.....	39
4.3.1.8 Fluoreto.....	39
4.3.1.9 Ferro.....	40
4.3.1.10 Cloretos.....	40
7.3.2 Análises Microbiológicas	40
4.3.2.1 Coliformes Totais, Escherichia Coli.....	40
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
8.1 COR.....	42
8.2 TURBIDEZ.....	42
8.3 DUREZA TOTAL.....	43
8.4 NITRITO, NITRATO E AMÔNIA.....	44
8.5 FERRO.....	46
8.6 PH.....	47
8.7 CLORETOS.....	48
8.8 FLÚOR.....	49
8.8 COLIFORMES TOTAIS E E. COLI.....	51
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso de extrema importância para o ser humano, sendo ela essencial a manutenção da vida (FARIA; PAULA; VEIGA, 2013) é considerada um dos constituintes mais importantes encontrados na crosta terrestre (GOMES; CLAVICO, 2005).

Cerca de 97% das águas do planeta é salgada, 2,493% da água doce está em geleiras ou regiões subterrâneas, o que resta é 0,007% da água doce que está disponível nos rios lagos e atmosfera. O Brasil possui 11,6% da água doce superficial do mundo, sendo que 70 % estão na região Amazônica com 7% da população brasileira enquanto os 30% restantes estão distribuídos para 93% da população (DIAS, 2008).

Os agentes biológicos mais importantes de contaminação da água destinada a consumo (bactérias, protozoários, vírus e helmintos), são provenientes principalmente da contaminação fecal, tanto animal quanto humana. As doenças podem ser ocasionadas tanto por ingestão direta ou indireta de água contaminada pelos micro-organismos patogênicos, sendo elas mais frequentes em locais onde as condições de saneamento básico são precárias. As crianças e os idosos são os grupos que estão mais à mostra ao risco de doenças ocasionadas por águas contaminadas (CARDOSO et al, 2007).

O conhecimento das propriedades físicas e químicas de átomos e moléculas pode descobrir em quais níveis esses componentes podem ser adversos à saúde humana. Por isso, os teores determinados nas amostras são analisados e comparados aos padrões estabelecidos, os quais estão especificados em portarias e resoluções legais, que darão subsídio na expedição dos laudos. No entanto, para que essas determinações sejam cumpridas, as amostras devem passar por uma série de técnicas analíticas, para que sejam identificados os componentes ali presentes e quantificar suas concentrações (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

A água imprópria e o mau saneamento constituem a segunda maior causa mundial de morte infantil. Cerca de 1,8 milhões de crianças morrem em decorrência de doenças

transmitidas por água inadequadas ao consumo humano. O fornecimento de água de má qualidade nas escolas é uma ameaça para a saúde das crianças (CASALI, 2008).

No Brasil, a portaria 1.469 de 29 de dezembro de 2000 define os valores máximos permitidos para as características bacteriológicas, físicas e químicas da água potável. O artigo 4º desta portaria diz-se que uma água potável é aquela que atende aos parâmetros, físicos, microbiológicos e químicos ali descritos e que não ofereça riscos à saúde, ou seja, estão dentro do padrão de potabilidade (SILVA; ARAÚJO, 2003).

Conforme Cuno Latina et al. (s/d apud TIBÚRCIO et al., 2010, p.13) a água que é destinada ao consumo humano deve ser tratada de forma adequada, pois pode se tornar um meio para transmissão de doenças. Para verificar a eficiência do tratamento de água, a mesma deve ser coletada e analisada periodicamente através de amostras em locais pré determinados, para que desta forma possa determinar a ausência ou presença de bactérias e/ou vírus patogênicos e outras irregularidades, como alterações nas análises de flúor, cloro, cor, turbidez e pH.

Este trabalho tem como objetivo, verificar a qualidade da água ofertada nos bebedouros das escolas do município de Andirá-PR.

2. ÁGUA

A água é de estrutura molecular simples, composta por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio. É uma molécula polar, pois apresenta uma distribuição desigual da densidade de elétrons. Um das mais importantes propriedades da água é sua capacidade de dissolver substâncias polares ou iônicas formando soluções aquosas. Possui também um forte poder de dissociação podendo separar o material dissolvido em íons carregados eletronicamente (GOMES; CLAVICO, 2005).

A água contém uma série de micro-organismos, alguns naturais do ecossistema aquático e outros transitórios, provenientes do solo e de dejetos industriais e domésticos como, por exemplo, *Clostrídios*, *Enterococos* e *Pseudomonas* (MACEDO, 2007).

Apesar da degradação das suas águas o Brasil é privilegiado, pois possui 12% de água doce superficial no mundo, sendo esta suficiente para as necessidades do país. A quantidade de água doce (rios e lagos), pronta para consumo, é suficiente para atender de 6 a 7 vezes o mínimo anual que cada habitante do planeta necessita (BETO RICARDO/ISA, 2005).

2.1 CONSUMO DE ÁGUA

Segundo Relatório da UNESCO há no mundo água suficiente para suprir as necessidades de crescimento do consumo “mas não sem uma mudança dramática no uso”. Nas últimas décadas o consumo de água aumentou duas vezes mais do que a população e a estimativa é que a demanda aumente cada vez mais podendo crescer até 2050 cerca de 55%. Estima-se que 20% dos aquíferos sejam explorados acima de sua capacidade (AGÊNCIA BRASIL, 2015).

A recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), é que se consuma 50 litros de água potável por dia, para o bem estar e a higiene de uma pessoa. De acordo com os dados da OMS, um brasileiro consome em média 187 litros, um canadense consome até 600 litros, o europeu 200 litros de água diariamente (NUNES, 2011).

2.2 DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA

Anualmente, cerca de 2 milhões de pessoas morrem no mundo por conta de água contaminada (LABOISSIÉRE, 2015).

São diversas as doenças causadas sendo que os contaminantes podem ser, micro-organismos, como bactérias, vírus e parasitas, toxinas naturais, produtos químicos, agrotóxicos, metais pesados (PINHEIRO, 2016).

A tabela 1 mostra as doenças causadas pela contaminação da água e como podem ser transmitidas.

TIPO DE TRANSMISSÃO	CAUSA	DOENÇAS	SINTOMAS
Ingestão de água contaminada	Ingestão direta de água contaminada	Cólera, febre tifoide, hepatite A	Diarreia aguda
Por contato da pele/ mucosas com água contaminada	Contato de pele ou mucosa em água contaminada por esgoto humano, fezes ou urina animal	Esquistossomos, leptospirose	Febre, dor muscular, sangue nas fezes, vômitos
Falta de água ou rede de esgoto/alternativas adequadas para deposição de dejetos ou práticas precárias de higiene	Falta de água impedindo a higienização adequada	Tracoma, ascaridíases, helmintíases	Febre, náuseas, dor nas articulações
Insetos/ vetores que se desenvolvem na água	Picada de mosquito que se desenvolvem na água	Dengue, febre amarela, filariose malária e algumas encefalites	Febre aguda com hemorragias

Tabela 1: Doenças causadas por água contaminada. (In: SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE SÃO PAULO, 2009)

As doenças infecciosas ocorrem principalmente nas regiões onde não há saneamento básico, isto devido à contaminação da água de rios, lagos, córregos e mares, sendo o

modo mais comum de contaminação das águas através do despejo de esgoto não tratado (PINHEIRO, 2015).

3. TRATAMENTO DE ÁGUA

Uma água sem tratamento pode causar vários problemas. Assim, como toda a água da natureza não está própria para imediato consumo, por isso, deve passar por tratamento adequado (CESAN, 2013).

Segundo Sabesp (Figura 1) os processos a seguir, correspondem às etapas que ocorrem em uma estação de tratamento de água:

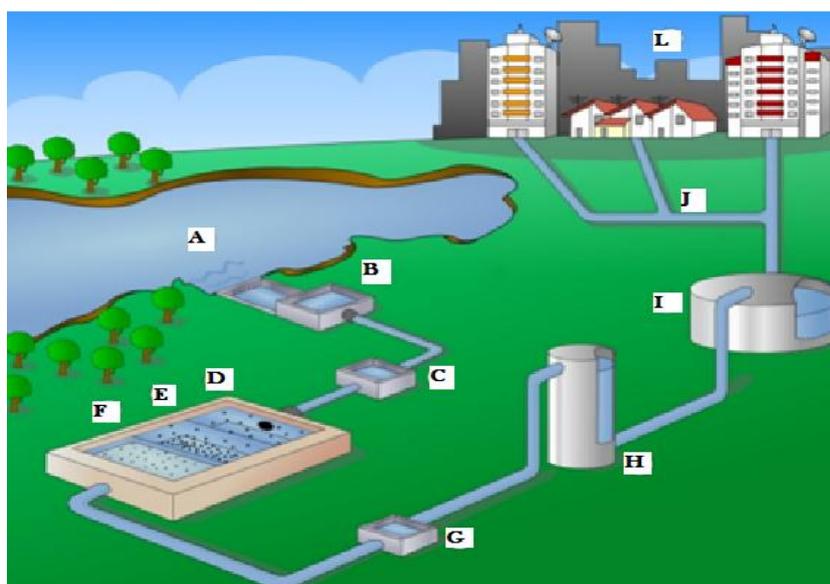


Figura 1: Etapas do Tratamento de Água (In: SABESP, s/d).

- a) **Represa:** local onde a estação de tratamento de água, retira a mesma.
- b) **Captação e Bombeamento:** para sair da represa a água é captada e bombeada até a estação de tratamento, onde passará pelos seguintes processos:
- c) **Pré Cloração:** para facilitar a retirada de materiais orgânicos e metais, adiciona-se o cloro, assim que a água chega à estação.

Pré Alcalinização: após o cloro, a água recebe soda ou cal, que serve para ajustar o pH (recomenda-se para consumo humano, pH 6,0 a 9,5) aos valores exigidos nas próximas etapas do tratamento.

Coagulação: adiciona-se sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, em seguida, agita-se a água, para que as partículas de sujeiras fiquem eletricamente desestabilizadas e mais agregadas.

- d) **Floculação:** mistura lenta da água, que serve para provocar formação de flocos com as partículas.
- e) **Decantação:** os flocos de sujeira formados na etapa anterior serão separados nesta etapa, onde essa água passará a grandes tanques para ocorrer essa separação.
- f) **Filtração:** após a decantação, a água passará por outro tanque, que contém pedra, areia e carvão antracito, que são os responsáveis por reter o resto da sujeira que restou da decantação.
- g) **Cloração:** fase onde vai ocorrer a desinfecção da água. Nesta fase é adicionado cloro, antes da água sair da estação de tratamento, para que a água chegue isenta de bactérias e vírus até o consumidor.
- h) **Fluoretação:** é adicionado flúor a água antes de sair da estação de tratamento, este para ajudar a prevenir cáries.
- i) **Reservatório:** local em que a água fica após ser tratada.
- j) **Distribuição**
- l) **Redes de distribuição- cidade**

4. QUALIDADE DA ÁGUA

Conforme, Roncon et al. (2009, apud RONCON et al., 2013, p.13), toda a água possui três itens essenciais: insípida (sem gosto), inodora (sem cheiro) e incolor (sem cor). Sendo que, para qualquer outra substância que não apresente essas qualidades não pode ser chamada de água.

Água potável é aquela que pode ser consumida sem riscos a saúde e sem causar rejeição ao consumo (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2008).

A qualidade das águas é definida quanto as suas características, que são determinadas pelos parâmetros químicos, físicos, e biológicos, onde para cada valor encontrado é estabelecido um tipo de uso, como irrigação, consumo humano ou industrial. A água apresenta também, características físicas que podem ser sentidas pelo ser humano como: temperatura, sabor e odor, turbidez, cor, sólidos (impurezas na água), entre outros (RECESA, s/d).

A água natural é uma fonte essencial para o ser humano, pois contém grande parte das substâncias e elementos que são absorvidos pelo organismo, sendo ela ingerida na forma líquida (SANEAGO,2006).

Para que a água distribuída seja de boa qualidade, a mesma deve passar pelo tratamento e seguir os parâmetros, físicos, químicos e microbiológicos, eliminando da água qualquer tipo de contaminação e reduzindo as doenças (CASTRO, 2006).

Com base em muitos dados, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, do Ministério da Saúde tem a preocupação de monitorar a qualidade da água, onde visa desenvolver métodos de vigilância para consumo humano, garantir à população acesso a água de qualidade compatível com o padrão de potabilidade (DANIEL; CABRAL, 2011).

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA

4.1.1 Cor

Água pura é incolor. A cor natural das águas deve-se a grande quantidade de materiais de natureza orgânica presente, muitas vezes encontradas de coloração amarelo-amarronzada (SANEAGO, 2006).

Devido à matéria em suspensão, a coloração das águas superficiais é de grande aparência apresentando forte turvação. A água de cor aparente pode ser designada como de “cor aparente” que é aquela de cor devida a extratos vegetais (pode ser removida por coagulação, floculação ou sedimentação), ou as de “cor verdadeira” (difícil de ser removida por processos convencionais) são aquelas provenientes de extratos orgânicos que são coloidais (CASTRO, 2011).

Dentre os fatores que alteram a cor das águas já citados acima, outro fator que a altera são os compostos inorgânicos, que são capazes de possuir propriedades e causar os efeitos da matéria em estado coloidal, sendo os principais o óxido de manganês e de ferro, que são encontrados em diversos tipos de solo. Alguns outros metais também apresentam cores, mas, em geral possuem poucos íons dissolvidos, e quase não interferem na passagem da luz (PERPETUO, 2008).

A remoção de cor das águas é feita através da coagulação e floculação, onde os tipos e as dosagens de coagulantes bem como os efeitos de floculação variam de acordo com as características das águas (PIVELI, 2012).

Segundo o Laboratório de Tecnologias Ambientais- MIEB (2007/08), os métodos de determinação de cor baseiam-se na comparação de amostras por:

- ✓ Discos de vidros corados (método de Lovibon);
- ✓ Solução padrão a diferentes unidades de cor (comparação visual direta- tubos de Nessler);
- ✓ Solução padrão a diferentes unidades de cor, através de métodos fotoelétricos;

As figuras 2 e 3 apresentam o aparelho colorímetro utilizado para análise de cor:

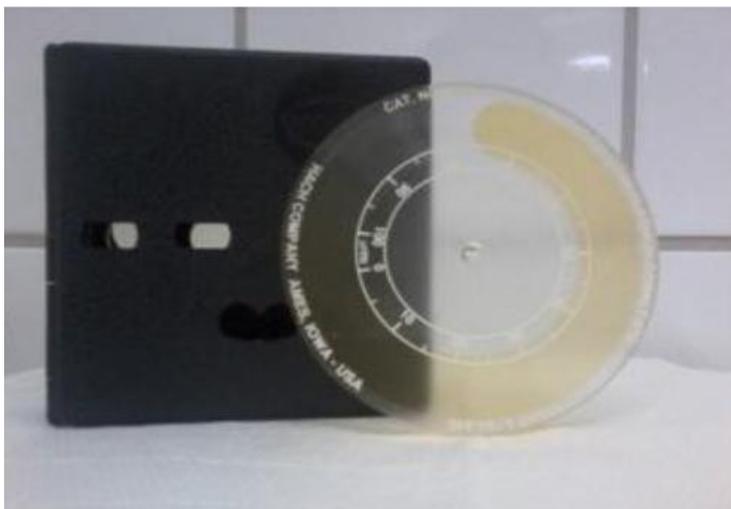


Figura 2: Aparelho Colorímetro e disco de cores (Marca: HACH, modelo: CO-1)



Figura 3: Disco de cores acoplado ao aparelho colorímetro.

4.1.2 Turbidez

Define-se como o grau de interferência da passagem da luz através do líquido (FUNASA, 2014).

Consiste na presença de substâncias em suspensão (argila, areia, lodo) de matéria inorgânica, orgânica ou micro-organismos em geral, em estado coloidal. A origem desses materiais pode ser de maneira natural, ou causada também por bolhas de ar finamente divididas que ocorre em pontos de rede de distribuição ou instalação domiciliar (CASTRO, 2011).

Um exemplo de fenômeno natural que resulta o aumento da turbidez da água que exige manobras operacionais é a erosão das margens dos rios em época de chuva, essa erosão pode ocorrer pelo mau uso do solo, impedindo a fixação da vegetação. Esgotos sanitários e efluentes industriais também causa a elevação da turbidez das águas (PERPETUO, 2008).

Segundo Companhia Ambiental do Estado de São Paulo et al. (2010 apud Scuracchio et al. 2010, p.24) o alto grau de turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e de algas, reduzindo o desenvolvimento de plantas, e aumentando a qualidade dos peixes. Pode afetar também os usos domésticos industrial das águas (SCURACCHIO, 2010).

São vários os métodos na determinação da turbidez. Entre eles estão visual (comparação direta da amostra com solução padrão de diferente turvação, previamente preparada), método espectrofotométrico (medição da razão entre as intensidades da luz transmitida e de luz emitida, através do espectrofotômetro) e determinação instrumental (mede a razão entre a intensidade de luz dispersa numa determinada direção) (LABORATÓRIO DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, 2007/08). A figura 4 representada abaixo demonstra o aparelho utilizado para medir a turbidez da água:



Figura 4: Aparelho para medição de turbidez da água (Marca: HACH, modelo: 2100N).

4.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA

4.2.1 Potencial Hidrogeniônico

Apresentado por meio dos íons hidrogênio (H^+), o potencial hidrogeniônico (pH), apresenta a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido. Pode ser

calculado pela forma logarítmica e podendo abranger a faixa entre 0 a 14, onde inferior a 7 indica condição ácida e acima de 7 condição alcalina (FUNASA, 2014).

O pH contribui para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias podendo definir o potencial de toxicidade de vários elementos e influencia na distribuição das formas livres e ionizada de diversos compostos químicos. Por isso, quando ocorre a alteração do valor de pH nas águas pode envolver vários fatores naturais (dissolução de rochas, fotossíntese e absorção de gases na atmosfera) ou até mesmo fatores antropogênicos como o lançamento de efluentes domésticos e indústria (CASTRO, 2011).

O pH é um dos parâmetros mais utilizados no tratamento de água, quando há um pH ótimo de floculação, obtêm o melhor tipo de floco, sendo assim tendo uma boa decantação. Para a correção ou elevação do pH, é adicionada uma quantidade de cal para que as águas tratadas sejam distribuídas de formas alcalinas (SANEAGO, 2006)

A correção do pH ou elevação, é um método preventivo para evitar a corrosão do encanamento. Esta correção consiste na alcalinização da água para eliminar o gás carbônico livre, formando uma camada (película protetora), geralmente utilizando hidróxido de sódio (adicionado por um equipamento específico) para elevar o pH a ponto de saturação, para assim, garantir a qualidade da água (FUNASA, 2014).

A determinação do pH é feito por um potenciômetro e eletrodos de vidro, o eletrodo é constituído por um vidro especial contendo solução de concentração 1M de ácido clorídrico, o elemento sensor do eletrodo situado no bulbo, é constituído por uma membrana de vidro que forma uma camada protetora de gel seletiva de íon hidrogênio. O princípio da medida do pH, é determinar a atividade iônica do hidrogênio, utilizando o eletrodo padrão de hidrogênio em que consiste em uma haste de platina sobre a qual o gás hidrogênio flui a uma pressão de 101 kPa (OLIVEIRA; FERNANDES, s/d).

A figura 5 representa o aparelho pHmetro, utilizado para medir o pH da água:



Figura 5: Aparelho pHmetro (Marca: TecnoPON, modelo: mPA 210)

4.2.2 Dureza

A dureza representa a concentração de cátions multivalentes em solução de água, sendo os mais frequentes cátions de magnésio e cálcio (íons metálicos), e em menos frequência os cátions de ferro, manganês, estrôncio e alumínio (carbonatos e não carbonatos). De origem natural ou antropogênica, a dureza pode ser classificada como carbonato ou não carbonato, onde, a dureza carbonato corresponde à alcalinidade estando em condições de indicar a capacidade de tamponamento de uma amostra de água (FUNASA, 2014).

Uma água dura tem a propriedade de impedir a formação de espumas pelos sabões. Para a saúde pública, não há objeções ao consumo de águas duras (RECESA, s/d).

As águas quando duras, geralmente também são alcalinas, por isso independente do seu causador a análise de dureza expressa em termos de CaCO_3 em seus resultados (SANEAGO, 2006). A tabela 2 apresenta a classificação da água quanto aos graus de dureza:

Branda	0 a 75 mg/L de CaCO_3
Moderadamente dura	75 a 150 mg/L de CaCO_3
Dura	150 a 300 mg/L de CaCO_3
Muito dura	Acima de 300 mg/L de CaCO_3

Tabela 2: Classificação para a dureza das águas (In: SANEAGO, 2006)

São vários os processos de determinação de dureza, o mais simples e rápido é o de titulação com solução padrão de sabão, onde, enquanto não for adicionado todo o sabão suficiente para reagir com a amostra não será produzida a espuma, portanto, a quantidade de cálcio e magnésio pode ser avaliada medindo-se a quantidade de sabão necessária para a produção da espuma. Para a redução ou remoção da dureza são utilizados os seguintes métodos: processo da cal e soda e o processo de zeólitos ou permutitas (BLUMBERG; NETTO, s/d).

4.2.3 Flúor

O flúor é encontrado na forma combinada de fluoreto (ALVES et al, 2012). Uma medida preventiva de comprovada eficácia é a adição de flúor na água para consumo humano, que reduz até 60% da quantidade de cárie dental. A fluoretação é um processo, seguro, econômico e adequado. São quatro os tipos de fluoretos que podem ser adicionados a água Fluossilicato de Sódio (Na_2SiF_6), Ácido Fluossilíco (H_2SiF_6), Fluoreto de Sódio (NaF), Fluoreto de Cálcio (CaF_2) (FUNASA, 2014).

O Fluoreto é adicionado às águas de abastecimento público para conferir proteção a cárie dentária. A ingestão necessária de fluoreto por dia é de 15mg, para um consumo de até 1,6 litros de água por dia correspondendo a concentração de 1,0 mg/L. A fluoretação das águas exige um comando rigoroso, implantando um bom controle residual de fluoreto na rede de abastecimento de água e utilizando as dosagens corretas. A portaria 2914/11 estabelece um valor máximo permitido para fluoreto de 1,5 mg/L na água potável (CETESB, 2009).

Para a determinação de fluoreto em águas, podem ser utilizados métodos por colorimétricos ou também pode ser utilizado o método visual empregando azilarina que forma complexo amarelo na presença de fluoreto, ou ainda utilizando um método que pode ser determinado por espectrofotometria que utiliza o método de SPADNS que na presença de fluoreto forma um complexo avermelhado (PERPETUO, 2008)

Na figura 6 é representado um dos aparelhos responsáveis pela quantificação de flúor:



Figura 6: Aparelho fluorímetro, cubeta e adaptador.

4.2.4 Cloro

O cloro, um produto tóxico, possui propriedade de matar várias bactérias inclusive as que causam doenças como a cólera e disenteria. O cloro possui muitos efeitos colaterais no ser humano. Reage com substâncias naturais (decomposição de plantas e materiais de origem animal) presentes na água, para formar trihalometanos (THM), que produz radicais livres no organismo que são altamente cancerígenos e causam danos celulares (VENTURA, 2010).

O cloro age na água de duas formas: como desinfetante (destruindo os microrganismos patogênicos) e como oxidante de compostos (orgânicos e inorgânicos) presentes (SANCHES et al, 2003).

No processo de cloração, são vários os tipos de equipamentos usados (bomba dosadora elétrica de diafragma e pistão, hidrojatores a vácuo, geradores de hipoclorito, sistemas automatizados, etc). Os principais produtos da família do cloro utilizados para a desinfecção de água são: cloro gasoso, cal clorada, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio (FUNASA, 2014).

A figura 7, representada abaixo mostra um aparelho utilizado para a determinação de cloro residual livre e cloro total:



Figura 7- Aparelho colorímetro e disco de cores (Marca: Del Lab; modelo: DL-BH).

4.2.5 Nitrito e Nitrato

O nitrato possui valor máximo de padrão 10,0 mg/L estabelecido pelo Ministério da Saúde. Sendo tóxico, pode causar uma doença infantil denominada de metahemoglobinemia, que é letal as crianças, pois na corrente sanguínea o nitrato reduz a nitrito, que compete com o oxigênio livre, tornando o sangue azul (PERPETUO, 2008).

O nitrito estando presente na água é rapidamente oxidado pelo cloro (MEYER, 1994). O Ministério da saúde, portaria nº 2914 de 12/12/2011, estabelece os procedimentos e responsabilidades ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, segundo os padrões exigidos pela legislação os teores máximos de nitrato e nitrito nas águas são de 10,0 mg/L e 1,0 mg/L, respectivamente.

4.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA

De acordo com a legislação atual, as características microbiológicas das águas de abastecimento, não pode haver a presença de bactérias do grupo coliformes (RECESA, s/d, p.49).

4.3.1 O Grupo Coliforme

Na avaliação da potabilidade de uma água utilizam-se bactérias do grupo coliforme (presentes sempre no trato intestinal humano e de animais de sangue quente, eliminando pelas fezes), onde atuam como indicadores de poluição fecal. Quando é indicado a presença de coliformes, significa que há a poluição com risco de presença de micro-organismos patogênicos, e quando indica sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável (GUSMÃO, 2014).

O grupo coliforme total pode ser definido como todas as bactérias aeróbicas e anaeróbicas, gram negativas não esporuladas e na forma de bastonetes as quais fermentam a lactose com formação de gás. Neste grupo, incluem-se organismos que diferem nas características bioquímicas, sorológicas e no seu habitat, podendo ser classificadas em: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, entre outros gêneros que quase nunca aparecem em fezes, como a *Serratia* (ALVEZ; ODORIZZI; GOULARD, 2002).

O grupo coliforme tem como principal representante termotolerante e indicador mais específico de contaminação fecal a *Escherichia coli* (CONTE et al, 2002).

A *Escherichia Coli* é uma endobactéria, possui formato de bastonete, vários flagelos em volta da célula. A *E. Coli* entra no corpo humano através do consumo de água e alimentos contaminados. Quando ela sai do intestino e vai para outras partes do organismo humano pode provocar várias doenças, algumas são inofensivas, já outras podem causar doenças como: diarreia, infecção urinária, cistite (inflamação do trato intestinal), doenças respiratórias entre outras (TODA BIOLOGIA, s/d)

4.3.2 Método Colitag

Colitag é um método rápido para determinação de coliformes totais e *E. Coli* por amostras de 100 mL de água. É um reagente composto por substrato cromogênico ONGP-MUG (orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONGP) e o 4-metilumbeliferil- β -Dglucoronídeo (MUG), com resultados para presença/ausência em 24 horas e confirmativos em 48 horas de coliformes totais pelo desenvolvimento de coloração amarela e resultados para *E. Coli* pela observação em fluorescência, sem necessidade de outros reagentes para confirmação (HEXIS, s/d).

Na verificação do resultado e interpretação visual das amostras são adotados os seguintes procedimentos:

1. verificar visualmente cada amostra contra o comparador Colitag:

a. se a cor da amostra é de cor amarela igual ou maior do que o comparador Colitag amarelo, a amostra é positiva para coliformes.

b. Se nenhuma coloração amarela é observada na amostra deve ser registrado como negativo para coliformes.

2. examinar a solução para fluorescência utilizando um comprimento de onda longa (365 nm) da lâmpada UV:

a. se fluorescência azul brilhante é observado, *E. coli* estão presentes.

b. se não é observada fluorescência da amostra devem ser registradas como negativas para *E. Coli*. (MANUEL, SILVA, RODRIGUES, et al, s/d)



Figura 8- Ampola de Colitag

5. PARÂMETROS DE POTABILIDADE

São 99 os parâmetros microbiológicos, químicos e organolépticos, que a qualidade da água tratada e distribuída no Brasil deve atender. Estas determinações entraram em vigor em dezembro de 2011 em substituição à Portaria 518/04 (exigia avaliação de 80 parâmetros), são encontradas na Portaria 2914/11, do Ministério da Saúde (TRATA BRASIL, 2012).

Através da Portaria 2914/11, do ministério da saúde, pode-se determinar os valores máximos permitidos de substância da água como: micro-organismos patogênicos, cor, flúor, turbidez e pH. No caso dos micro-organismos patogênicos deve estar conforme, a tabela 3 que representa o padrão microbiológico da água para consumo humano (PADILHA et al, 2012).

TIPO DE ÁGUA		PARÂMETRO		VPM ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia Coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatório e rede)	<i>Escherichia Coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistema ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, dentre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistema ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Tabela 3: Padrão Microbiológico da Água. NOTAS: (1) Valor máximo permitido; (2) Indicador de contaminação fecal; (3) Indicador de eficiência de tratamento; (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (In: PADILHA, et al, 2012).

A tabela 4 apresenta alguns dos parâmetros químicos e físicos de potabilidade da água da Portaria nº 2.914 de 12/12/2011.

Parâmetro	Unidade	VPM (Valor Máximo Permitido)
Cor Aparente	Uh	15,0
Turbidez	Ut	5,0
pH	-	6,0 a 9,5
Dureza Total	mg/L	500,0
Amônia	mg/L (como NH ₃)	1,5
Nitrito	mg/L	1,0
Nitrato	mg/L	10,0
Fluoreto	mg/L	1,5
Ferro	mg/L	0,3
Cloretos	mg/L	250,0
Escherichia Coli	-	Ausência em 100,0 mL

Tabela 4: Padrões organolépticos e microbiológicos da água bruta para o consumo humano (In: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011)

6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: VISITAÇÃO A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A água é um dos bens mais valiosos já encontrados. Atualmente, fornecer água de boa qualidade está se tornando cada vez mais difícil. Outro problema que vem acontecendo praticamente no mundo todo é a escassez da água, já em outros que tem abundância em água a utilizam de maneira imprópria, aonde seu uso excessivo vem causando sérios problemas ao ambiente (THOMAS; PARKER, 2010).

Praticamente todas as atividades diárias da sociedade necessita o uso de água, mesmo muitas pessoas não dando importância para o consumo consciente dela, e com o aumento da população mundial isso vai ficar cada vez pior, pois a demanda de água só tende a aumentar. Podemos tomar algumas atitudes contribuindo com um consumo consciente da água como, por exemplo: não tomar banhos demorados, desligar a torneira ao escovar os dentes, desligar o chuveiro ao se ensaboar, lavar louça, e quando possível reutilizar a água (FIGUEIREDO, 2013).

A educação ambiental tem como objetivo incentivar a preservação e a utilização sustentável de diversos recursos, por isso, crianças e jovens através da conscientização por meio da educação ambiental pode combater a degradação (FERREIRA, 2010).

A água que recebemos em casa vem de rios, represas, que contém muitas impurezas, por isso, a mesma antes de chegar a nossas residências, é passada por vários processos de tratamento da água, aonde irá se tornar própria para consumo. Envolvendo processos químicos e físicos, o tratamento é realizado na estação de tratamento de água, onde consiste em quatro etapas: floculação, decantação, filtração e a cloração (SILVA; ARAÚJO, 2003).

Uma aula de química com uma metodologia diferenciada busca atrair o interesse dos alunos a aula que será ministrada, busca interesses que os alunos não possuem em aulas teóricas, dando condução aos estudantes de aprender e discutir os conteúdos de diferentes formas, além disso, proporciona o professor conhecer melhor o conteúdo e testar outras possibilidades metodológicas em suas turmas (BRAGA; VARASSANI; JÚNIOR, 2012).

Com o intuito de entender melhor as etapas do tratamento de água e as técnicas utilizadas e ainda sabendo que os alunos quase não possuem contato com a prática experimental e aulas diferenciadas, esta aula tem como objetivo, proporcionar atividades diversificadas em sala de aula e comparar o nível de aprendizado tradicional com o experimental, promovendo uma visita a uma estação de tratamento de água desenvolvendo uma aprendizagem em química diferente da recebida em sala de aula compreendendo melhor os conceitos que são utilizados.

Ao realizar a visita a Estação de Tratamento de Água, os alunos podem estar adquirindo vários conceitos que envolvem química e física, como por exemplo: determinação de pH e cor, purificação de água, densidade, processo de separação de misturas, decantação, floculação, filtração, cloração, entre outros.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 EQUIPAMENTOS

- Aparelho Colorímetro DELLAB/DELFINI e disco de cores
- Aparelho Colorímetro HACH Modelo CO-1 e disco de Aparelho Fluorímetro HACH DR/100;
- Espectrofotômetro FEMTO – 6005;
- Estufa Microbiológica FANEM – Orion 515;
- pHmetro TECNAL – MPA-210;
- Turbidímetro JUNDILAB – 2100N-HACH.

7.2 REAGENTES

- Ácido clorídrico p.a;
- Ácido fenoldissulfônico;
- Água destilada;
- Álcool 70%;
- Cloridrato hidroxilamina;
- Colitag;
- Embalagem de coleta estéril;
- Fenato;
- Hidróxido de sódio;
- Nitroprussiato de sódio;
- Reagente SPADNS;
- Solução de hipoclorito de sódio;

- Solução de N-(1-naftil)etilenodiamina;
- Solução de nitrato de prata;
- Solução de orto-fenantrolina;
- Solução de sulfanilamida;
- Solução de tartarato de sódio;
- Solução EDTA;
- Solução indicadora de cromato de potássio;
- Solução indicadora Negro de Eriocromo T;
- Solução tampão pH: 4,0, 7,0 e 14,0.

7.3 COLETA E AMOSTRAGEM DAS ÁGUAS NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE ANDIRÁ/PR.

As amostras foram coletadas em quatro escolas municipais do município de Andirá-Pr, entre o período de 15/03/16 a 30/09/16 totalizando quatro coletas em cada escola.

Anteriormente á coleta, as torneiras dos bebedouros foram esterilizados e depois foi realizada a coleta de amostras em frascos preparados e submetidos á refrigeração. Em seguida, as amostras de água foram levadas ao laboratório para análise de parâmetros microbiológicos, físicos e químicos, descritos na sequência.

7.3.1 Análises Físico-Químicas

7.3.1.1 COR

Para determinação de cor foi inserido o tubo de amostra no colorímetro e comparado com o disco de cores, usando como padrão água destilada. O resultado foi obtido diretamente pela leitura do valor de unidades Hansen (uH) indicado no disco.

7.3.1.2 TURBIDEZ

Para quantificar a turbidez foi calibrado o turbidímetro com os padrões 0, 0-20, 0-200, 1000 e 2000-4000 NTU. Posteriormente inserido a cubeta com a amostra e realizado a leitura da mesma. O resultado foi obtido diretamente da leitura em unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

7.3.1.3 pH

O phmetro foi calibrado com os tampões de pH 4,0 ; pH 7,0 e 10,0 em seguida foi lavado o eletrodo e inserido na amostra contida em um béquer.

O resultado foi obtido diretamente pela leitura do pH pelo eletrodo.

7.3.1.4 DUREZA TOTAL

Adicionou-se 50 mL da amostra em um erlenmeyer, juntamente com 1 mL de tampão amônio/cloreto de amônio (pH= 10) e uma porção de indicador Negro de Eriocromo T. Foi titulado a amostra com solução padronizada de EDTA 0,01 M até a viragem para Azul.

O teor de dureza total das amostras de água foi determinado pela fórmula descrita abaixo.

$$\text{Dureza total} = V_{\text{gasto}} \text{ (mL)} \cdot 10 \cdot f_c$$

7.3.1.5 AMÔNIA

Foi transferido 50 mL da amostra para um balão volumétrico de 100 mL, adicionado 3 gotas de tartarato sódio e potássio; 1 mL de NaOH 6M; 3 mL de fenato 2M; 1 mL de hipoclorito de sódio 20% e 0,5 mL de Nitroprussiato de sódio. Avolumou-se o balão e aguardar 45 minutos. Decorrido o tempo realizou-se a leitura da absorbância.

O teor de amônia das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de amônia no comprimento de onda de 660 nm.

7.3.1.6 NITRATO

100 mL de amostra foram transferidos para um erlenmeyer de 250 mL e levado para a chapa de ebulição para redução do volume, até a produção de um pequeno filete de vapor. Após o resfriamento foi adicionado 2 mL de ácido fenoldissulfônico ao erlenmeyer, 10 mL de água destilada e 7,5 mL de KOH 12M. Transferiu-se a mistura para um balão volumétrico de 100 mL e avolumou-se o mesmo. Após o repouso de 10 minutos foi feita a leitura da absorvância no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 410nm.

O teor de nitrato das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de nitrato no comprimento de onda de 410 nm.

7.3.1.7 NITRITO

Em um tubo de ensaio foi adicionado 50 mL de amostra e 1 mL de solução sulfanilamida. A amostra foi agitada e aguardou-se 5 min. Decorrido o tempo adicionou-se 1 mL de solução N-(1-naftil) etilenodiamina 0,005M , agitou-se novamente e aguardou-se 10 minutos para a efetivação da leitura da absorvância no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 423.

O teor de nitrito das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de amônia no comprimento de onda de 543 nm.

7.3.1.8 FLUORETO

Foi calibrado o fluorímetro conforme indicação do fabricante. Transferiu-se a amostra para a cubeta de leitura, juntamente com 1 mL do reagente SPADNS, aguardou-se 1 minuto e foi realizado a leitura da absorvância do fluoreto, dada diretamente em mg/L no visor do aparelho.

7.3.1.9 FERRO

Adicionou-se em um erlenmeyer 50 mL de amostra com 2 mL de Cloridrato Hidroxilamina e 1 mL do ácido clorídrico concentrado. Ebuliu-se a solução até a formação de um filete. Após o resfriamento, transferiu-se os resíduos para um balão volumétrico de 50 mL que foi avolumado com água. 10 mL da solução do balão foi retirado e adicionado em um tubo de ensaio com 5 mL de tampão Buffer acetato e 2 mL de orto-fenantrolina. Após 15 minutos foi realizada a leitura da absorbância no comprimento de ondate 510 nm.

O teor de ferro das amostras de água foi determinado pelo uso da curva de calibração fabricada a partir de soluções com concentração conhecidas.

7.3.1.10 CLORETOS

Transferiu-se 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 100 mL, em seguida foi titulado com Nitrato de Prata 0,1 N na presença de 2 mL de indicador cromato de potássio até a viragem.

O teor de cloretos das amostras de água foi determinado pela fórmula descrita abaixo.

$$\text{Cloretos} = V_{\text{gasto}} (\text{mL}) \cdot 20 \cdot f_c$$

7.3.2 Análises Microbiológicas

7.3.2.1 COLIFORMES TOTAIS, *ESCHERICHIA COLI*

Transferiu-se 100 mL de amostra para uma embalagem de coleta estéril, em seguida foi adicionada uma ampola de Colitag e a amostra foi incubada a 35° durante 48 horas para um resultado mais preciso. Os resultados foram interpretados usando o método visual e lâmpada UV, fluorescente com um comprimento de onda de 365 nm.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 5 apresenta os resultados médios obtidos para as análises físico-químicas (nitrato, nitrito, ferro amônia, cloretos, dureza total, pH, turbidez e cor) e microbiológicas (coliformes totais e *E. Coli*) das amostras de água coletadas nos bebedouros das escolas de Andirá/PR e que se apresentaram dentro do padrão permitido pela portaria nº2.914 do Ministério da saúde, durante o período de 15/03/16 a 30/09/16.

DETERMINAÇÃO	PADRÃO	ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA C	ESCOLA D
Nitrato (mg/L)	10,0	0,18	0,18	0,18	0,026
Nitrito (mg/L)	1,0	0,12	0,1226	0,1107	0,1787
Ferro (mg/L)	0,3	0,009	0,004	0,008	0,005
Amônia (mg/L)	1,5	0,011	0,006	0,007	0,01
Cloretos (mg/L)	250,0	14,25	12,00	12,00	5,06
Dureza Total (mg/L)	500,0	42,25	46,00	44,50	22,51
pH	6,0 a 9,5	8,19	8,04	7,92	7,98
Turbidez (uT)	5,0	0,75	0,61	0,75	0,82
Cor (uH)	15,0	0	0	0	0
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>E. Coli</i> (NMP/100mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 5 - Resultados médios obtidos das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água coletadas nos bebedouros das escolas de Andirá/PR, durante o período de 15/03/16 a 30/09/16.

Na tabela pode-se observar os valores padrões dos parâmetros físico- químicos e microbiológicos que foram analisados, juntamente com a média dos valores obtidos. Pode-se observar que à exceção do flúor, os resultados observados estão de acordo com os exigidos pela portaria nº 2.914/11.

8.1 COR

Os resultados das análises de cor não apresentaram variações em todas as coletas, para todos os pontos analisados neste trabalho.

A portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde exige que o valor máximo permitido no parâmetro cor aparente seja de 15,0 uH. Águas que apresentam valores acima do permitido estão impróprias ao consumo, pois sólidos dissolvidos, compostos orgânicos ou ainda despejo de esgotos, podem ser os responsáveis por esta alteração (BRITO, 2013).

A cor aparente em uma amostra de água indica a presença de substâncias orgânicas/ e ou inorgânicas disponíveis, ou ainda substâncias metálicas (ferro e manganês) (FUNASA, 2014).

Scuracchio (2010) realizou uma pesquisa similar a esta, onde atenderam ao padrão vigente, apresentando valores de cor abaixo de 15 uH, com qualidades de água satisfatórias para consumo humano. Mesmo assim considera-se que as mesmas devem ser analisadas periodicamente para garantir a qualidade da água que é distribuída.

8.2 TURBIDEZ

Os resultados de turbidez especificados na tabela 5 apresentaram valores abaixo do máximo permitido pela portaria nº 2.914 de 12/12/11 do Ministério da Saúde, ocorrendo assim, uma variação de 0,61 a 0,82 NTU.

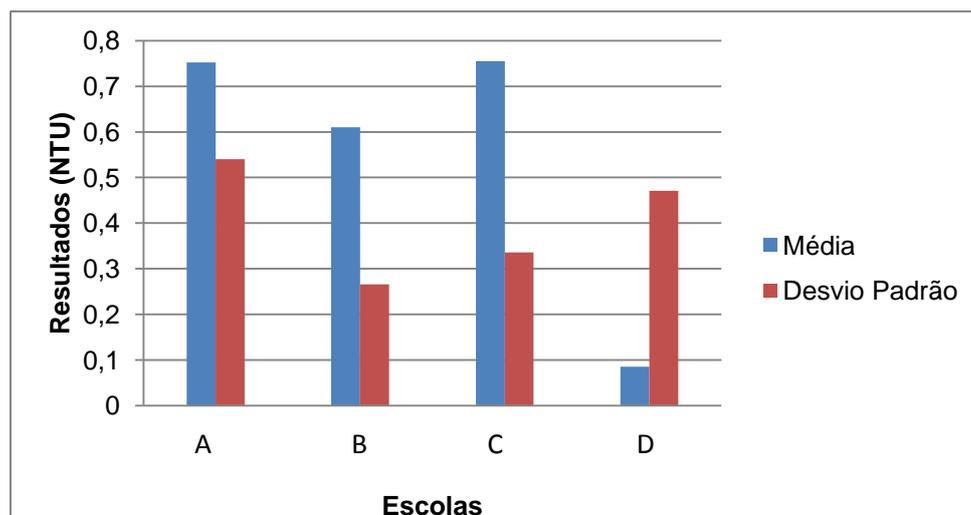


Figura 9- Resultados médios e desvio padrão de turbidez.

A turbidez é utilizada na determinação de substâncias grosseiras visíveis e em suspensão que interferem na coloração da água (SCURACCHIO, 2010) e pode estar relacionada à presença de microrganismos (FUNASA, 2009). Esta característica da água pode ser melhorada com técnicas de centrifugação e decantação.

A turbidez não deve ser confundida com a cor das águas, que é a matéria dissolvida, tem a função de indicador sólidos em suspensão. São vários os fatores que podem provocar tanto a alteração da cor quanto a presença de turbidez das águas (TONON, et. al, 2013). No caso das amostras analisadas no presente trabalho todas apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, dentro do VMP pela portaria nº2.914/11 no Ministério da Saúde, sendo assim, as mesmas estão próprias para consumo humano.

8.3 DUREZA TOTAL

A dureza da água pode ser causada pela presença de sais de cálcio e magnésio. As amostras coletadas neste estudo apresentaram valores de dureza total abaixo do máximo permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, onde ocorreu uma variação de 22,51 a 44,5 mg/L

A figura 10 apresenta os resultados médios e o desvio padrão de dureza total das análises realizadas.

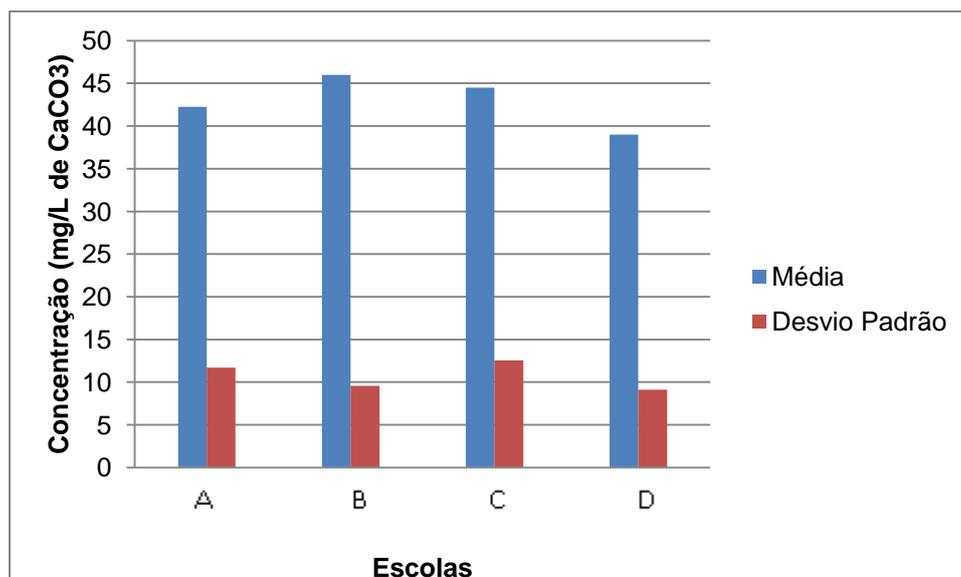


Figura 10- Resultados médios e desvio padrão de dureza total.

A dureza está relacionada com concentração dos cátions (cálcio, magnésio, ferro, bário, estrôncio) presentes na água. Águas contendo sais de cálcio e magnésio, que são os principais causadores da dureza, não formam espumas em presença de uma solução de sabão, pois ao entrarem em contato, os sais formam precipitado com os ânions. Até hoje, não se sabe exatamente os efeitos positivos ou negativos da dureza sobre a saúde humana, no entanto, sabe-se que na vida aquática, se existir uma boa relação entre a dureza e a alcalinidade pode diminuir a alta toxicidade da amônia e do pH (SANTOS, 2010).

8.4 NITRITO, NITRATO E AMÔNIA

Os parâmetros nitrato, nitrito, e amônia, estão associados aos materiais orgânicos em níveis anormais presentes nas águas, estas podem ser oriundas da contaminação da por esgotos, animais mortos, ou da matéria orgânica em decomposição. Estes parâmetros estando dentro do valor máximo permitido nas águas, fazem com que as fontes de contaminação sejam inexistentes (SILVIA, et. al; 2014).

Os resultados médios e o desvio padrão de nitrato, obtidos nas quatro análises estão apresentados na figura 11, onde pode-se observar uma variação de 22,51 a 44,5 mg/L de nitrato presente nas amostras de água.

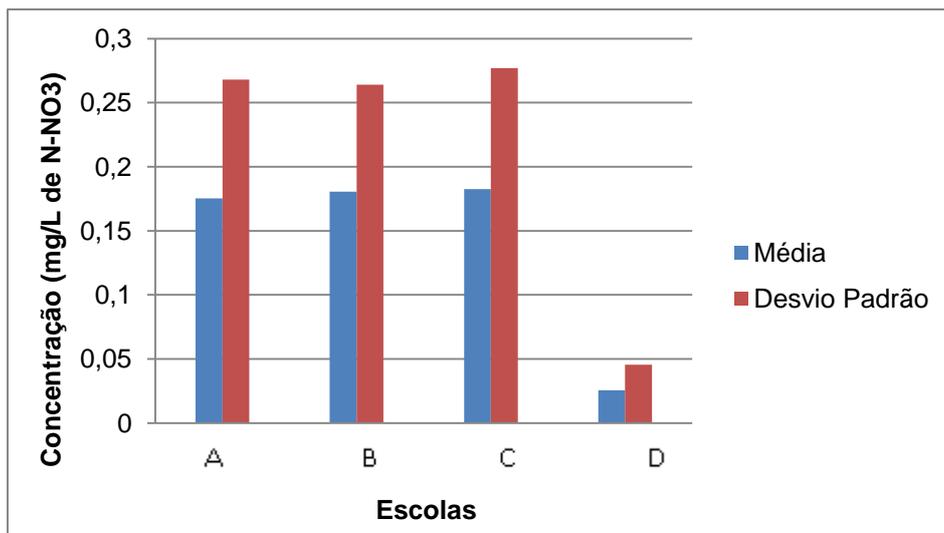


Figura 11- Resultados médios e desvio padrão de Nitrato.

Os resultados médios e o desvio padrão de nitrito obtidos nas quatro análises estão apresentados na figura 12, onde pode-se observar uma variação de 0,61 a 0,82 mg/L de nitrito presente nas amostras de água.

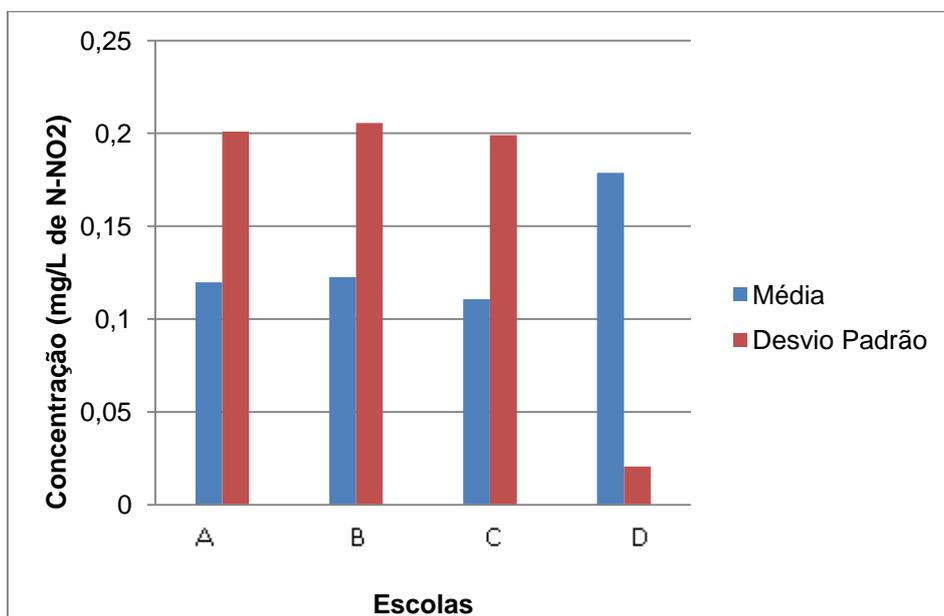


Figura 12- Resultados médios e desvio padrão de Nitrito.

Os resultados médios e o desvio padrão de amônia, obtidos nas quatro análises estão apresentados na figura 13, onde pode-se observar uma variação de 0,0061 a 0,01 mg/L de amônia presente nas amostras de água.

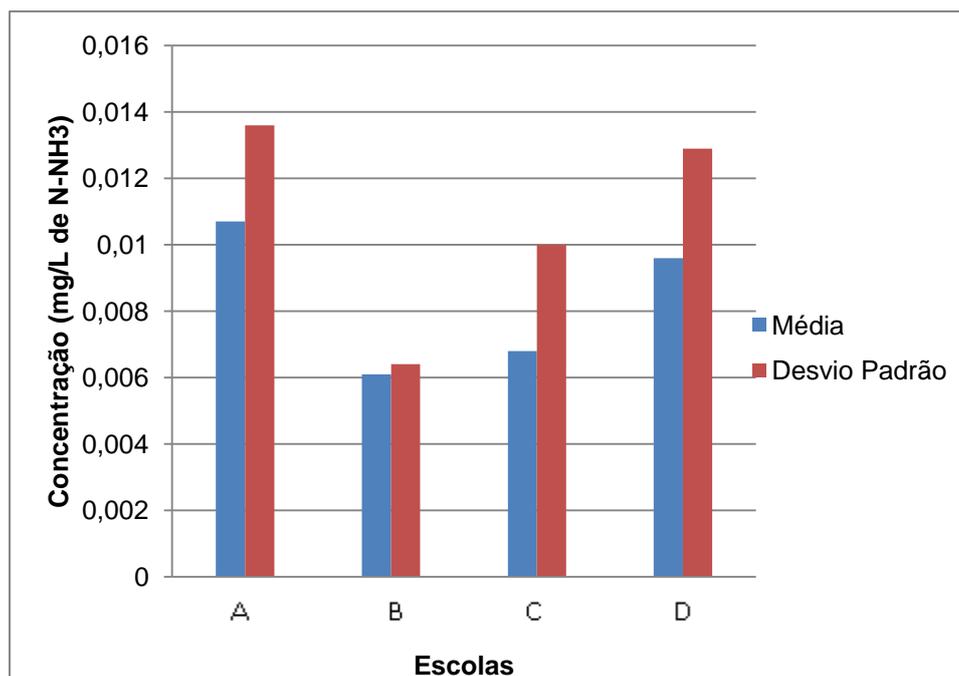


Figura 13- Resultados médios e desvio padrão de Amônia.

Os parâmetros nitrato, nitrito e amônia que tem como padrão 10,0 mg/L; 1,0 mg/L e 1,5 mg/L respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, apresentaram-se dentro do valor máximo permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes importantes para processos biológicos. Quando despejado nas águas juntamente com fósforo e outros nutrientes, causam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil possibilitando um maior crescimento dos seres que o utilizam. O nitrogênio pode ser encontrado nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrato é tóxico, e é reduzido a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul, causando uma doença denominada metaemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (PIVELI, 2011).

8.5 FERRO

Segundo as análises realizadas para o parâmetro ferro total, os valores encontrados estão entre 0,0035 a 0,009 mg/L estando assim, dentro do permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Os resultados médios e o desvio padrão obtido nas quatro análises realizadas estão representadas na figura 14.

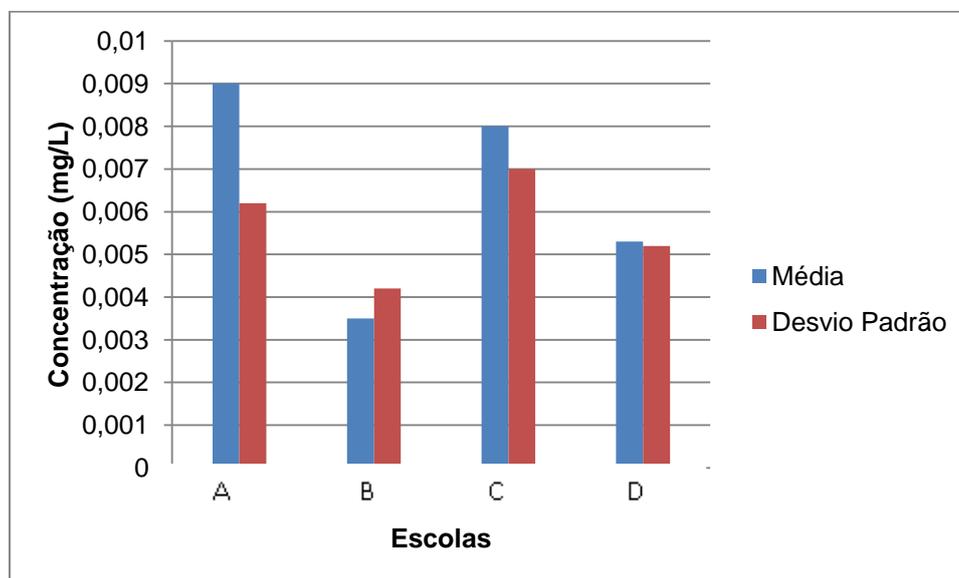


Figura 14- Resultados médios e desvio padrão de Ferro.

O ferro é considerado um constituinte não tóxico, mas pode trazer diversos problemas ao abastecimento público. Ele confere sabor e cor à água que podem provocar manchas em roupas e em utensílios sanitários, ou ainda a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (PIVELI, 2011).

8.6 pH

A partir dos dados apresentados na tabela 6, pode-se observar que houve uma variação de 7,92 a 8,19 e que os valores encontrados na análise de determinação do pH das amostras, estão dentro do valor permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

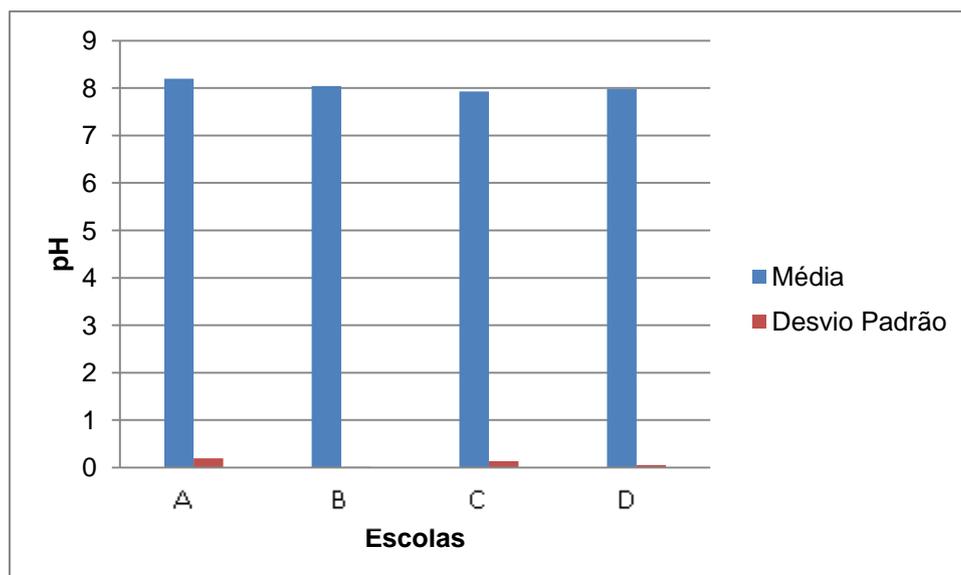


Figura 15- Resultados médios e desvio padrão do pH.

Águas com pH muito baixo, podem causar a corrosão da tubulação e se alto pode provocar formação de crostas na mesma (VEIGA, 2005). Assim, pode-se dizer que um pH alto ou abaixo do exigido pela portaria pode causar danos aos equipamentos, redes de distribuição e ao reservatório, além de tornar a água consumida pela população vulnerável a contaminação por agentes externos (RECESA, 2007).

Comparando-se os resultados de cor obtidos nos estudos de Seco; Burgos e Pelayo (2012), onde ocorreu uma variação de pH de 6,11 a 6,95 com este que foi encontrado uma variação entre 7,92 a 8,19 os mesmos tem como objetivo avaliar a qualidade físico- química da água dos bebedouros, pode-se dizer que os resultados foram satisfatórios.

8.7 CLORETOS

Os resultados das análises de cloretos apresentaram-se em conformidade, com o que é estabelecido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde. Os resultados das quatro escolas variaram de 5,06 a 14,25 mg/L.

Uma água que possui valores acima do máximo estabelecido pelo Ministério da Saúde que é 250,0 mg/L de coretos presentes na água, pode causar muitos danos ao ser

humano, como por exemplo podemos citar a pele, que é um fator importante, pois o excesso de cloro destrói as bactérias que são benéficas a pele (CETESB, 2009).

Os resultados médios e o desvio padrão de cloretos, obtidos nas quatro análises estão apresentados na figura 16.

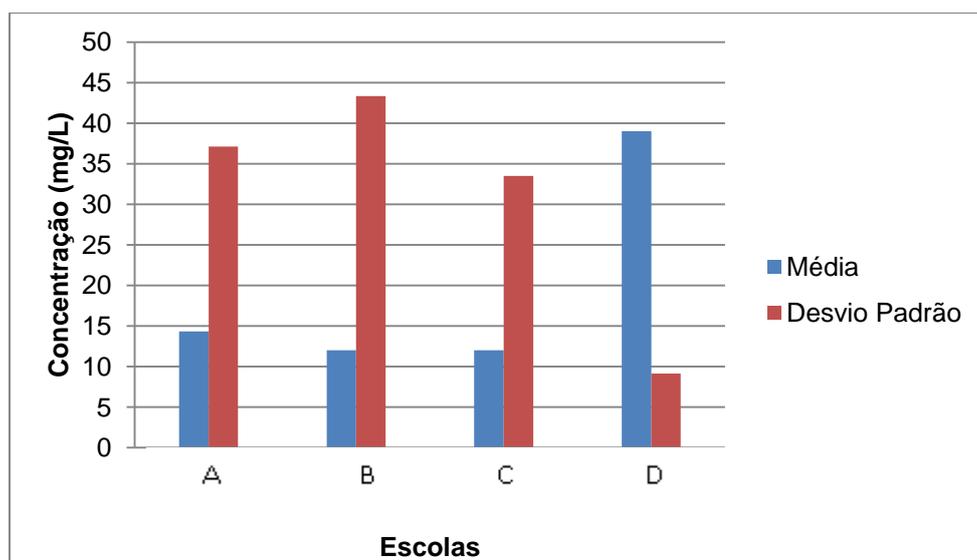


Figura 16- Resultados médios e desvio padrão de cloretos.

8.8 FLÚOR

Os resultados obtidos nas análises de flúor estão representados a seguir, na tabela 6.

Amostras	Escola A	Escola B	Escola C	Escola D
1	0	0	0	0
2	0,19	0,23	0,29	0,14
3	0,22	0,19	0,21	0,27
4	0,12	0,23	0,15	0,2

Tabela 6- Resultados obtidos nas análises de flúor.

Segundo os resultados obtidos, pode-se verificar que 25% das análises encontraram-se isentas de flúor, o que indica que estariam impróprias para o consumo humano sob o ponto de vista deste parâmetro, pois a falta de flúor na água pode ocasionar cáries nos dentes. O restante das amostras encontraram-se dentro do valor máximo permitido pela portaria nº 2.914 de 12/12/11 do Ministério da Saúde.

Estes resultados indicam que a empresa que realiza o tratamento de água na cidade precisa estar mais atenta às análises que são realizadas, pois a ausência de flúor nas águas, principalmente quando for destinada ao consumo por crianças podendo causar problemas como a cárie dentária.

Os fluoretos são um dos maiores responsáveis pela prevenção e controle da cárie dentária, (CASTRO; SAMPAIO; FORTE, 2011), ele é capaz de interferir na prevenção, pois é extremamente eficiente em reduzir sua progressão, mas não impede que a doença seja iniciada (CURY, 2001).

Conforme Martins (2012, apud FROIS, 2013, p. 17) o excesso de flúor, pode causar alguns problemas, como a fluorose, que é uma doença que causa mudanças nos dentes, onde ocorre a má formação do esmalte do dente, manchas amareladas e ainda ocorrer a marcação da cavidade pela sensibilidade dos dentes.

Os resultados médios e o desvio padrão de flúor, obtidos nas quatro análises estão apresentados na figura 17.

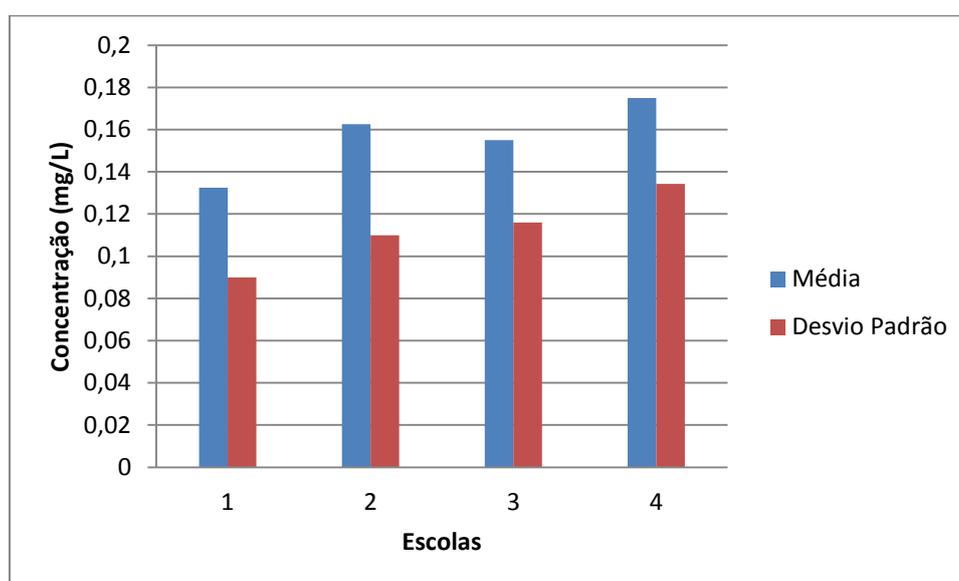


Figura 17- Resultados médios e desvio padrão de flúor.

8.8 COLIFORMES TOTAIS E *Escherichia coli*

Os resultados sobre análises microbiológicas evidenciaram ausência de microrganismos nas águas analisadas, pois durante o período de monitoramento (15/03/16 – 30/09/16) apresentaram-se em conformidade, em todos os locais de coleta.

A figura 18 ilustra o método Colitag de análise de coliformes totais e *E. coli* em água.



Figura 18- Determinação de Coliformes Totais e *E. Coli* pelo método colitag.

As águas apresentaram qualidade bacteriológica satisfatória, obedecendo aos padrões de qualidade exigidos pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, mas da mesma forma não pode ser descartado a necessidade de um acompanhamento constante da água disponível nos bebedouros das escolas. Quando forem evidenciadas contaminações por possíveis bactérias patogênicas as mesmas poderão ser eliminadas, e assim manter a boa qualidade da água para consumo humano sem causar riscos à saúde.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos pelas análises físico- químicas (cor, turbidez, pH, dureza total, amônia, nitrato e nitrito, flúor, ferro e cloretos) e microbiológicos (Coliformes Totais e *E. Coli*), das amostras de água das quatro escolas, o parâmetro flúor foi o único que apresentou-se ausente em 25% das amostras, o que apresenta como um risco a preservação da saúde bucal dos consumidores, e ainda indicando que estariam impróprias para o consumo humano sob o ponto de vista deste parâmetro. Após a realização das outras coletas e análises, foi observado que o teor de flúor atendeu os limites observados na legislação pertinente. Os outros parâmetros desde o princípio apresentaram resultados dentro do permitido para o consumo humano, pois os mesmos estão dentro do permitido pela portaria nº 2.914 de 12/12/11 do Ministério da Saúde.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Segundo Unesco, mundo precisará mudar consumo de água.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/03/segundo-unesco-mundo-precisara-mudar-consumo-de-agua>. Acesso em: 08 de janeiro de 2016.

ALVES, Nilton César; ODORIZZI, Augusto Cesar; GOULART, Flávia Cristina. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 6, 2002, p. 51- 749.

ALVES, Renata Ximenez; FERNANDES, Grasielle Fretta; ROZZOLINI, Tereza Pepe; FRAZÃO, Paulo; MARQUES, Regina Auxiliadora de Amorin Marques; NARVAI, Paulo Capel. **Evolução do acesso á água fluoretada no Estado de São Paulo, Brasi: dos anos 1950 á primeira década do século XXI.** Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012001300008. Acesso em: 16 de janeiro de 2016.

BETO RICARDO/ISA, 2000. **O risco da escassez.** Disponível em: <http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>. Acesso em: 07 de janeiro de 2016.
BLUMBERG, Estanislau; NETTO, José M. de Azevedo. Alcalinidade e dureza das águas naturais. **Revista DAE**, v. 28, n. 1033, s/d, p. 63- 69.

BRAGA, Ana Paula Mateus; VERASSANI, Beatriz Ferreira de Alcântara; JÚNIOR, José Gonçalves Teixeira. Metodologias diferenciadas no Ensino de Química: Concep- ções de estudantes sobre a sua utilização. IN: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). s/n. 2012. Salvador, Brasil.

BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. **Qualidade da Água de Abastecimento em Comunidades Rurais de Várzea do Baixo Rio Amazonas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Amapá. Amapá, Macapá, 2013.

CARDOSO, Ryzia de Cassia V.; ALMEIDA, Rogéria C.C.; GUIMARÃES, Alaíse G.; GÓES, José Ângelo W.; SILVA, Sueli A.; SANTANA, Aisi A.C.; HUTTNER, Larissa B.; JUNIOR, Permínio O. Vidal; FIGUEIREDO, Karla V. N. A. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, São Paulo, 2007, p. 287- 291.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertadas em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul.** 2008. 173 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Maria-Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2008.

CASTRO, Mayra Aires. **Importância do tratamento de água ETA 006 Saneatins Palmas To.** Católica do Tocantins. Disponível em: http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-2/4-periodo/Importancia_do_tratamento_de_agua_eta_006_saneatins.pdf . Acesso em: 03 de janeiro de 2016.

CASTRO, Taniana Almeida; SAMPAIO, Fábio Correia; FORTE, Franklin Delano Soares. Fluoretos em Diferentes Fontes de Águas para Consumo Humano em Campo Alegre de Lourdes- BA. **Revista Brasileira de Ciência da Saúde**, v. 15, n. 4, abril, 2007, p. 421- 428.

CESAN. **Apostila- Tratamento de água.** Disponível em: http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo.** Secretaria do Meio Ambiente- Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2016.

COMUSA. **Tratamento de Água.** Serviço de Água e Esgoto de Novo Hamburgo. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>. Acesso em: 23/10/16.

CONTE, Vania Dariva; COMLOMBO, Mariangela; ZANROSSO, Alessandra Valéria; SALVADOR, Alessandra Mirian. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Sistemas Geral**, v. 16, s/n, Nov./Dez., p. 83-84.

CURY, Jaime Aparecido. **Uso do Flúor e Controle da Cárie como Doença.** FOP-UNICAMP. Disponível em: http://w2.fop.unicamp.br/dcf/bioquimica/downloads/mat_consulta4-usofluorcontrolecarie.pdf. Acesso em: 17/11/2016.

DANIEL, Mariely Helena Barbosa; CABRAL, Adriana Rodrigues. A vigilância da qualidade da água para consumo humano (Vigiagua) e os objetivos do

desenvolvimento do milênio (ODM). **Caderno Saúde Coletiva**. V. 19, n. 4, 2011, p. 487- 492.

DIAS, Maria Fernanda Falcone. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara-SP**. 2008. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Araraquara, 2008.

FARIA, Tatiane; PAULA, Ramom Alves de Oliveira; VEIGA, Sandra Maria Oliveira Moraes. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em unidades de alimentação escolar. **Três Corações**, v. 11, n. 1, jan./jul., 2013, p. 135-144.

FERREIRA, Danilo Máximo. **A educação ambiental como ferramenta para a sensibilização da sociedade**. Disponível em: <http://www.cenedcursos.com.br/educacao-ambiental-sustentabilidade.html>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2016.

FIGUEIREDO, Flávia. **Consumo consciente de água**. Disponível em: <http://escolakids.uol.com.br/consumo-consciente-de-agua.htm>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2016.

FOGAÇA, Jennifer. **Separação de misturas e simulação de tratamento de água**. Brasil Escola. Disponível em: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/separacao-misturas-simulacao-tratamento-Agua.htm>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2014.

FROIS, Alessandra Gusmão. **Revisão de Literatura sobre o Controle de Flúor e sua Importância na Prevenção da Cárie**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Lagoa Santa, 2013.

FUNASA. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades**. 1ªed. Brasília: Divisão de editoração e mídias de rede, 2004.

FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Fundação Nacional de Saúde. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf. Acesso em: 04 de fevereiro de 2016.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. 3º edição. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

GOMES, Abílio Soares; CLAVICO, Etiene. **Propriedades físico- químicas da água.** Departamento de biologia marinha- Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <http://www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2016.

GOMES, Eliane Carneiro. **Água: introdução, poluição/ contaminação, doenças.** Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://docplayer.com.br/3261198-Agua-introducao-poluicao-contaminacao-doencas.html>. Acesso em: 12 de janeiro de 2016.

GUSMÃO, Isabel Celeste Caires Pereira. Avaliação microbiológica, físico- química de águas minerais comercializadas em Vitória da Conquista. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.18, n.1, Abril, 2014, p.7-13.

HEXIS CIENTÍFICA. **Colitag.** Blospot. Disponível em: <http://colitagcxhexis.blogspot.com.br/>. Acesso em: 30 de março de 2016.

IGINO, Lucas Vicente. **Análise Microbiológica e Físico- Química da Água dos Poços Artesianos do Bairro Água da Jacutinga, na Cidade de Andirá-Pr.** 67p. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto de Ensino Superior de Assis- IMESA, São Paulo, Assis, 2014.

LABOISSIÉRE, Paula. **OMS estima 2 milhões de mortes por comida e água contaminadas.** Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-04/oms-estima-2-milhoes-de-mortes-por-comida-e-agua-contaminadas-todos-os-anos>. Acesso em: 08 de janeiro de 2016.

LABORATÓRIO DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS. **Análises físico- químicas- cor, turbidez, pH, temperatura, alcalinidade e dureza.** Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/cor-turbidez-ph-t-alcalinidade-e-dureza.html>. Acesso em: 13 de janeiro de 2016.

LAPASTINA, Sérgio. Nova portaria de potabilidade de água: busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade da água potável distribuída no Brasil. **Revista DAE**. n. 189, Maio/Agosto, 2012, p. 1-76.

MACEDO, Jorge Antônio Barros. **Águas & Águas**, 3ª ed., Belo Horizonte: Jorge Macedo, 2007.

MANUEL, Jaisa Silva; SILVA, Bruno Cesar; RODRIGUES, Cleiton; PASCOAL, Matheus de Castro; RITÁ, Fabrício dos Santos; SANTOS, Claudiomir da Silva; DELGADO, Sandra Rotmeister; DELGADO, Francisco Eduardo da Fonseca. **Análise da Qualidade Físico-química e Microbiológica das Águas das Minas Urbanas do Município de Guaxupé-MG**. In: 1º Simpósio de Hidrologia Médica, Águas Termiais, Minerais e Naturais, de Poços de Caldas. Acesso em: 30 de março de 2016.

MEYER, Sheila T. Uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais a saúde pública. **Caderno Saúde Pública**, v.10, n. 1, Jan./Mar, 1994, p. 99-110.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Legislação Portaria Federal MS nº2914/2011(Norma de qualidade da água para consumo humano). Couse Hero. Disponível em: <https://www.coursehero.com/file/11523807/legisla%C3%A7%C3%A3oPortaria-Federal-MS-n%C2%BA-29142011-Norma-de-Qualidade-da-%C3%81gua-para-Consumo-Humano/>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS n.º518/2004. **Diário Oficial da União**. v.1, n.59, março, 2005, p. 1- 34.

NETO, João Lopes da Silva; PINTO, Maria Roberta de Oliveira. Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de pernambuco através do método volumétrico de mohr. IN: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA/ UEPB, s/n, s/d, Campina Grande, Brasil.

OLIVEIRA, Rui; FERNANDES, Carlos. **Estudo e determinação do pH**. UFCG. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>. Acesso em: 17 de janeiro de 2016.

PADILHA, Alexandre. **Portaria de potabilidade de água para consumo humano**. Ministério da Saúde. Disponível em: <http://177.153.6.85/portaria2914/theme/documentos/001.pdf>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2016.

PERPETUO, Elen Aquino. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e influentes industriais**. CEPEMA- USP. Disponível em: <http://www.cepema.usp.br/wp-content/uploads/2011/06/8-Par%E2metros-de-caracteriza%E7%E3o-da-qualidade-das-aguas-e-efluentes-industriais.pdf>. Acesso em: 18 de janeiro de 2016.

PINHERO, Pedro. **Doenças transmitidas pela água**. MD. Saúde. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Documents/TCC%20Ambiental/referencia%2022.html>. Acesso em: 12 de janeiro de 2016.

PIVELI, Roque Passos. **Curso: “Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos”- Aula 5: Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor.** Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/79867838/Fasciculo-5-Characteristicas-Fisicas-das-Aguas#scribd>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2016.

PIVELI, Roque Passos. **Curso: “Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos”. Aula 8: Ferro, manganês e metais pesados em águas.** Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%20%20%20Ferro%20e%20Manganes%20e%20Metais%20Pesados.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2016.

PIVELI, Roque Passos. **Curso: “Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos”. Aula 11: Nutrientes: Compostos de nitrogênio e fósforo em águas.** Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Fasc%3%ADculo%2011%20%20Nitrog%3%AAnio%20e%20F%3%B3sforo.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2016.

RECESA. **Abastecimento de Água.** Nível 1. Guia do Profissional em Treinamento. Disponível em: <http://www.crea-mg.org.br/publicacoes/Cartilha/Qualidade%20da%20%3%A1gua%20e%20padr%C3%B5es%20de%20potabilidade.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2016.

RECESA. **Abastecimento de Água.** Nível 2. Unipac vale do aço. Disponível em: http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/sistemas_e_processos_de_tratamento_de_aguas_de_abastecimento.pdf. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.

REIS, Francini; DIAS, Camila R.; ABRAHÃO, Wanda M.; MURAKAMI, Fábio S. Avaliação microbiológica de água e superfícies de bebedouros de parques de Curitiba-Pr. **Visão Acadêmica**, v. 13, n.1, jan./mar., 2012, p. 55- 70.

RONCON, Bruna Mazzante. **Controle de qualidade da água distribuída para consumo em escolas do município de Cândido Mota.** 2013. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso- Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis-IMESA, São Paulo, Assis, 2013.

SABESP. **Tratamento de água.** Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

SANCHES, Sérgio M.; SILVA, Carlos Henrique Tomich de Paula; VIEIRA, Eny Maria. **Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água.** Atualidades em

Química, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc17/a03.pdf>. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.

SANEAGO. **Operação de estação de tratamento de água**. Saneamento de Goiás S/A. Disponível em: http://www.saneago.com.br/site/concursos/2007/pdf/Manual_Operacao_de_Estacao_de_Tratamento_de_Agua.pdf. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.

SCURACCHIO, Paola Andressa . **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos- SP**. 2010. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, Araraquara, 2010.

SECO, Bruna Mara Silva; BURGOS, Tatiane das Neves; PELAYO, Jacinta Sanches. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina – PR. IN: Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, n. 2, 2012, Londrina-PR, Brasil, v. 33, julho/dezembro, 2012, p.193-200.

SECRETARIA DE ESTADO DE SÃO PAULO. Doenças relacionadas á água ou de transmissão hídrica. In: **INFORME TÉCNICO**. Coordenadoria de Controle de Doenças, Centro de Vigilância Epidemiológica, 2009, p. 1- 25.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Vigilância da qualidade da água para consumo humano em situações de desastre**. Curso Líderes. Disponível em: <http://docplayer.com.br/1010987-Vigilancia-da-qualidade-da-agua-para-consumo-humano-em-situacoes-de-desastres.html>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

SILVA, Rita de Cássia Assis; ARAÚJO, Tânia Maria. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Scielo. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a23v8n4>. Acesso em: 06 de janeiro de 2016.

SILVA, Débora Delatore; MIGLIORINI, Renato Blat; SILVA, Ednaldo de Castro; LIMA, Zoraidy Marques de Lima; MOURA, Ivanete Barbosa. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). IN: ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL. n. 1, 2014, Rio de Janeiro, Brasil.

THOMAS, Vinod; PARKER, Ronald S. **Se dependemos tanto da água para viver, porque comprometemos nossas reservas?** Disponível em: <https://guiaecologico.wordpress.com/2010/07/17/se-dependemos-tanto-da-agua-para-viver-por-que-comprometemos-nossas-reservas/>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2010.

TIBURCIO, Rodolfo dos Santos. **Qualidade Microbiológica e Físico-Química da Água Consumida nas Escolas da Cidade de Assis-SP**. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA/ Instituto de Ensino Superior de Assis- IMESA, São Paulo, Assis, 2010.

TODA BIOLOGIA. **Escherichia Coli**. Toda biologia.com. Disponível em: http://www.todabiologia.com/microbiologia/escherichia_coli.htm. Acesso em: 09 de abril de 2016.

TONON, Lucinéia Aparecida Cestari; BRANCO, Ivanise Guilherme; PIERETTI, Gabriella Giani; SELOIN, Vanessa Jurca; BERGAMASCO, Rosangela; MADRONA, Grasielle Scaramal; MOURA, Marcella Machado; SCAPIM, Monica Regina da Silva. Análise de Parâmetros de Água para Consumo Humano. **Revista Tecnológica**, v. 22, p. 35-41, 2013.

TRATA BRASIL. **Nova portaria do ministério da saúde traz mais segurança para água tratada- REVISTA ÁGUA E EFLUENTES/ Online- internet- Tratamento de água**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/nova-portaria-do-ministerio-da-saude-traz-mais-seguranca-para-agua-tratada-revista-agua-e-afluentes-online-internet-tratamento-de-agua>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2016.

VENTURA, Antônio. **Perigos do cloro na água potável e água do chuveiro**. Disponível em: <http://www.vidaesaude.org/nutricao-saude/perigos-do-cloro-na-agua-potavel-e-agua-do-chuveiro.html>. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.

VEIGA, Graziella. **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis**. 55p. Relatório final de estágio supervisionado, do curso de Química- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2005.