

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS CÂMPUS DE ARARAQUARA

PAULA SCATENA ZAVÁGLIO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DA CIDADE DE SANTA LÚCIA - SP

Araraquara- SP, 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS CÂMPUS DE ARARAQUARA

PAULA SCATENA ZAVÁGLIO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DA CIDADE DE SANTA LÚCIA - SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Farmácia Bioquímica
da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, da Universidade Estadual Júlio
Mesquita Filho para obtenção do grau de Farmacêutica-Bioquímica.

Orientador: PROFº DR. ADALBERTO FARACHE FILHO

Araraquara- SP, 2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e marido por acreditarem que seria possível
e me darem o incentivo que precisava.

Amo Vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sylvio e Delci por sempre acreditarem em mim.

Ao meu marido João Carlos pelo apoio, carinho, compreensão e paciência. Por saber como reagir aos meus momentos de desespero e aflição.

À minha família, irmãs e sobrinhos, pelo apoio.

Ao Prof. Dr. Adalberto Farache Filho, pela orientação, compreensão, apoio e confiança.

À Adriana e Joselma, técnicas do laboratório de Saúde Pública desta Faculdade, pela paciência e valiosa colaboração, pela atenção e amizade.

Aos amigos que fiz e que muito me incentivaram no decorrer desses anos de Faculdade e que com certeza levarei no coração pra sempre.

Aos amigos de longa data que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e comemorando minhas conquistas sempre ao meu lado.

Aos meus amigos do Banco pela colaboração e compreensão.

Aos meus amigos Sheila e Rodrigo por ficarem acordados comigo até de madrugada ajudando na revisão e ajustes finais.

E a DEUS por me dar força, saúde, sabedoria e perseverança para alcançar meu objetivo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVOS	11
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1.	AMOSTRAGEM	11
3.2.	COLETA DE AMOSTRAS.....	11
3.3.	METODOLOGIA PARA ANÁLISES	12
3.3.1.	ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS.....	12
	- Coliformes totais e coliformes fecais/ <i>Escherichia coli</i>	12
	- Contagem padrão de bactérias em placa (heterotróficas).....	12
3.3.2.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	13
	- Cloro residual livre.....	13
	- Fluoreto	13
	- Turbidez	14
	- Cor aparente	14
	- pH.....	15
	- Sólidos Totais Dissolvidos	15
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1.	Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	15
4.2.	Contagem padrão de bactérias em placa - heterotróficas.....	17
4.3.	Cloro residual livre	18
4.4.	Fluoreto	20
4.5.	Turbidez	23
4.6.	Cor aparente	24
4.7.	pH.....	25
4.8.	Sólidos totais dissolvidos.....	26
5.	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMO

A água que abastece uma cidade se não for tratada pode tornar-se importante veículo de transmissores de doenças. O controle da qualidade é uma medida que visa, principalmente, garantir a saúde da população. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento da cidade de Santa Lúcia – SP. A água proveniente desse sistema chega até as residências e, muitas vezes, é consumida sem nenhum tratamento doméstico complementar. A cidade de Santa Lúcia é abastecida por três poços profundos (P2, P3, e P4). Com o intuito de avaliar a qualidade da água captada desses poços e distribuídas para consumo humano foram coletadas amostras diretamente dos poços e de um ponto de consumo nas áreas abastecidas por cada poço. Foram feitas três coletas em cada ponto, em três diferentes épocas do ano. Realizaram-se análises físico-químicas e bacteriológicas em todas as amostras. As análises bacteriológicas foram feitas para determinação da presença de coliformes totais, *E. coli* e contagem padrão de bactérias heterotróficas em placa. As análises físico-químicas avaliaram cloro residual livre, fluoreto, turbidez, pH, cor aparente e sólidos totais dissolvidos. Duas amostras foram positivas para coliformes totais, apenas uma amostra coletada no poço 2 foi positiva para *E. coli*. Para bactérias heterotróficas todas as amostras apresentaram contagem em placa inferior a 500 UFC/mL. Todas as amostras estavam dentro do padrão determinado pela legislação para pH, turbidez e sólidos totais dissolvidos. Todas as amostras coletadas no poço 2 tiveram como resultado ausência de cloro residual livre, o mesmo resultado para os demais pontos na segunda coleta de amostras. Todas as amostras apresentaram fluoreto com valores abaixo do VMP estabelecido pela legislação brasileira porém apenas cinco com concentrações dentro da faixa estabelecida pela legislação do Estado de São Paulo. Faz-se necessário um controle mais rigoroso na qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento público de Santa Lúcia.

Palavras-chave: água; consumo humano; controle de qualidade; coliformes; bactérias heterotróficas; cloro; fluoreto; turbidez; pH; cor; sólidos totais

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Amostras de água positivas e negativas para coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	17
Tabela 2 - Contagem de UFC/mL de bactérias heterotróficas em amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	18
Tabela 3 - Concentração de cloro residual livre em mg/L nas amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento da cidade de Santa Lúcia-SP.....	20
Tabela 4 - Concentração de fluoreto em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	23
Tabela 5 - Valores para turbidez em UNT das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	24
Tabela 6 - Valores para pH* das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	26
Tabela 7 - Valores para sólidos totais* em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.....	27

1. INTRODUÇÃO

Sem água não haveria vida em nosso planeta. Ela é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a Terra. A abundância do elemento líquido causa uma falsa sensação de recurso inesgotável. Estima-se que 95,1% da água do planeta é salgada, sendo imprópria para o consumo humano; dos 4,9% que sobram, 4,7% estão em formas de geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso e somente 0,147% restantes estão aptos para o consumo em lagos, nascentes e lençóis subterrâneos (Macedo, 2001).

A água é utilizada pelo homem na sua nutrição, seja como bebida, seja como parte integrante de seus alimentos. Entretanto, a saúde humana não depende apenas da quantidade, mas também da qualidade da água utilizada (Brasil. Secretaria de Saneamento 1961). Antes de ser consumida esta água deve passar por processos de tratamento para torná-la potável e livre de agentes transmissores de doenças.

Os egípcios já utilizavam técnicas rudimentares de tratamento de água para fins potáveis através da decantação em cisternas. Os desafios na área de tratamento de água para abastecimento são cada vez maiores, exigindo constantes aprimoramentos de técnicas que sejam eficientes (Calijuri et.al., 2013).

A qualidade da água natural é definida pelo conjunto de suas características físicas, biológicas, químicas e radiológicas. Após sua captação e tratamento, as águas naturais destinadas ao consumo humano a serem distribuídas às comunidades devem ser seguras do ponto de vista sanitário, ou seja, não devem ser prejudiciais à saúde do consumidor. Para isso, a qualidade dessas águas deve sempre satisfazer aos padrões de potabilidade, os quais são estabelecidos pelos órgãos competentes com base em critérios que visam à garantia da saúde do consumidor. No Brasil encontra-se em vigência o padrão de potabilidade fixado através da

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS) (Calijuri et.al., 2013).

A água, tão necessária à vida do homem, pode ser responsável por muitas doenças quando serve de veículo para a transmissão de uma variedade de microorganismos resultantes da ingestão de água contaminada. Além de microorganismos entéricos, outros patogênicos responsáveis por doenças de pele, ouvido e garganta são relevantes quando a água se destina a atividades que envolvem contato corporal. Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% de todas as doenças que afetam os países em desenvolvimento provêm da água de má qualidade. Desta forma o tratamento adequado da água é importantíssimo na prevenção de doenças. Os métodos microbiológicos têm sido largamente empregados na monitoração da contaminação fecal e determinação de presença de microorganismos patogênicos na água. Os níveis de contaminação toleráveis e padrões sanitários de qualidade da água são estabelecidos em função do uso pretendido (Macedo, 2001). Há geralmente métodos que permitem rapidamente estimar a qualidade bacteriológica da água (Clesceri S.L. et.al.,1998).

Vários tipos de bactérias patogênicas podem ser encontradas na água. Dentre elas os principais gêneros são: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Campylobacter* e *Escherichia*. Esta juntamente com o gênero *Enterobacter* e *Klebsiella*, constitui o grupo de coliformes fecais, um importante indicador de contaminação fecal na água (Calijuri et.al., 2013).

O ciclo das doenças veiculadas pela água pode ser interrompido em ações conjuntas que envolvem o fornecimento de água de qualidade segura a toda população, tal como a coleta e o tratamento de todo esgoto sanitário gerado, tratamento de efluentes industriais e a coleta e disposição ou tratamento dos resíduos sólidos domiciliares e industriais (Calijuri et.al., 2013).

A água destinada ao abastecimento público deve estar sempre sendo submetida a análises físico-químicas e microbiológicas, para que seja possível garantir sua potabilidade e segurança aos consumidores. Vários parâmetros são analisados. Em nosso estudo foram analisados parâmetros bacteriológicos como a presença de coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas, parâmetros físico-químicos como cloro residual livre, fluoreto, turbidez, pH, cor aparente e sólidos totais dissolvidos.

A água que abastece o município de Santa-Lúcia-SP é captada de poços profundos. Água subterrânea é aquela existente no subsolo, que passa por um processo de filtragem natural e de represamento, dando origem aos aquíferos. Através da construção de poços essa água pode ser captada e utilizada no abastecimento público. Assim como acontece nos reservatórios superficiais, existe um tratamento adequado e o devido controle sanitário no referido tratamento da água nos poços profundos. Para torná-la potável e livre da contaminação, é realizado a cloração e a fluoretação da água. O cloro auxilia na desinfecção e o flúor na prevenção às cáries. Vale ressaltar que tanto a falta quanto o excesso destes componentes na água poderá trazer danos à saúde. O cloro é adicionado à água durante o tratamento, pois sua presença, em concentração suficiente, é fundamental como agente bactericida. A ausência, ou concentrações muito baixas de cloro residual torna a água suspeita do ponto de vista bacteriológico. Teores excessivos de flúor na água não podem ser mantidos por longos períodos em virtude do risco de causar a fluorose que é uma alteração nos dentes tornando-os amarelados e manchados.

Esse trabalho permitiu analisar a qualidade desta água e determinar se ela está ou não dentro do padrão de potabilidade exigido, garantindo a segurança do consumo pela população do município de Santa Lúcia.

2. OBJETIVOS

Esse trabalho teve por objetivo verificar a qualidade/potabilidade da água distribuída à população pelo sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP, avaliando parâmetros bacteriológicos e físico-químicos e comparando os resultados com os padrões estabelecidos pela legislação em vigor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.AMOSTRAGEM

Foram feitas três coletas em diferentes pontos da cidade em três datas distintas. A primeira coleta foi realizada no dia 21/11/2012 (CO-1), a segunda no dia 15/01/2013 (CO-2) e a terceira em 09/04/2013 (CO-3). Em cada dia foram coletadas cinco amostras de água, sendo uma de cada torneira que recebe água direto de cada poço (P2, P3, e P4), uma da torneira do ponto de consumo mais distante do poço 3 (barracão PC1) e uma amostra da torneira do ponto de consumo mais distante (residência PC2) na área abastecida pelos poços 2 e 4. Na coleta CO-2 o poço 3 não estava em funcionamento e, portanto, não foi coletada amostra da torneira P3, entretanto a área abastecida pelo poço 3 estava recebendo água dos poços P2 e P4 e a amostra do ponto de consumo PC1 (barracão) foi coletada normalmente.

3.2.COLETA DE AMOSTRAS

As amostras foram coletadas de acordo com procedimentos indicados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2000). Para análise bacteriológica utilizaram-se frascos plásticos estéreis contendo tiosulfato de sódio para neutralizar o cloro residual livre possivelmente presente na água. Para coleta de amostras para análises físico-químicas, utilizaram-se frascos plásticos ambientados, com capacidade de 300

mL. Logo após as coletas todos os frascos contendo amostra foram acondicionados em caixa de isopor, mantidos sob refrigeração e encaminhados para análise no Laboratório de Saúde Pública da Faculdade de Ciências Farmacêutica de Araraquara.

3.3.METODOLOGIA PARA ANÁLISES

3.3.1. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

- Coliformes totais e coliformes fecais/*Escherichia coli*

No laboratório os frascos contendo amostras para análise de determinação de coliforme totais e fecais foram levados até o fluxo laminar já devidamente desinfetado com álcool 70% e luz UV por 15 minutos. Após a chama acesa de um bico de Bunsen abriu-se o frasco e adicionou-se o conteúdo de um blister de substrato Colitag em cada amostra; antes disso foram retirados 3 mL de cada amostra para uso na contagem de bactérias heterotróficas. Após homogeneização os frascos com as amostras foram levados para estufa e incubados a uma temperatura de 35-37 °C por 24 horas. Após este período foi verificada a presença de coloração amarela que indica a presença de coliformes totais. Os frascos que apresentaram essa coloração foram expostos a luz ultravioleta de 360 nm e os que apresentaram fluorescência indicaram positividade também para *Escherichia .coli*.

- Contagem padrão de bactérias em placa (heterotróficas)

A técnica utilizada para a contagem de heterotróficas foi a de plaqueamento em profundidade (APHA, 1998; CETESB, 1978). Foram feitas três diluições da amostra 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . A amostra bruta e as diluições foram inoculadas em duplicata.

O procedimento para plaqueamento também foi realizado em fluxo laminar com auxílio de bico de Bunsen. O meio de cultura utilizado foi o PCA (Plate Count Agar) devidamente esterilizado, fundido e mantido em banho-maria até o uso ($\pm$ 45°C). Foi inoculado 1 mL da amostra de cada diluição nas respectivas placas e posteriormente vertidos

cerca de 15mL do meio em cada placa que, depois de homogeneizadas e resfriadas foram incubadas invertidas em estufa a 35°C por 48h. Decorrido esse período as placas foram retiradas da estufa e levadas para contagem em um contador de colônias. Foi feita a leitura do número de colônias nas duas placas de amostra bruta (sem diluição) pois as diluições tiveram resultado negativo ($<1,0\text{UFC/mL}$) e calculou-se a média das contagens obtidas. O resultado foi expresso em Unidades Formadoras de Colônias/mL (UFC/mL) (American Public Health Association, 1998; CETESB, 1978).

3.3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

- Cloro residual livre

O cloro residual livre foi determinado por colorimetria visual, utilizando o reagente DPD em pó – Análise de cloro livre DEL LAB, e colorímetro DEL LAB, disco DL-BH. Para cada amostra ambientou-se os tubos de ensaio, acrescentou-se 5 ml da amostra, adicionou-se o reagente DPD em pó e fez-se a leitura no colorímetro.

- Fluoreto

A concentração de fluoretos foi determinada pelo método SPADNS utilizando o espectrofotômetro HACH DR/2500. O método é baseado na reação entre o ânion fluoreto e uma laca de corante-zircônio. O fluoreto reage com a laca de corante provocando sua dissociação formando um complexo incolor do ânion hexafluorozirconato (IV)(ZrF_6^{2-}). Desta maneira a determinação do fluoreto é feita pela medida do grau de descoloração da solução contendo o corante (SPADNS). Por ser a medida realizada espectrofotometricamente a presença de cor ou turbidez nas amostras são interferentes e precisam ser removidas antes das análises. Cloro livre também interfere e deve ser eliminado por redução com solução de arsenito de sódio (Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th).

Foram adicionados à cubeta 10 mL da amostra e 2 mL do reagente e realizada a leitura no aparelho já calibrado. O resultado foi expresso em mg/L. As análises foram feitas em triplicata.

- Turbidez

A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico, utilizando o turbidímetro microprocessado DEL LAB modelo DLM – 2000B, Série: 0210296.

O método nefelométrico se baseia na comparação da intensidade da luz dispersada pela amostra sob condições definidas, com a intensidade de luz dispersada por uma suspensão de referência padrão sob as mesmas condições. Quanto maior a quantidade de luz dispersada, maior a turbidez (Clesceri et al., 1998). Colocou-se a mostra previamente homogeneizada em cubeta até a marca indicada e esta foi inserida no compartimento do aparelho e fez-se a leitura. O resultado da turbidez aparece no display como unidades nefelométricas de turbidez UNT. As leituras foram feitas em triplicata.

- Cor aparente

A cor foi determinada por comparação visual da amostra com água destilada através do método colorimétrico utilizando colorímetro visual DLNH-100, DEL LAB, cujo disco forneceu diretamente o valor da cor expresso em unidades de cor.

- pH

O pH foi obtido pelo método potenciométrico, utilizando o medidor de pH de bancada microprocessado Marconi, modelo PA 200. O aparelho foi calibrado com tampão pH 7,00 e pH 4,00. As leituras foram feitas em triplicatas.

- Sólidos Totais Dissolvidos

Os Sólidos totais dissolvidos foram quantificados utilizando o condutivímetro DEL LAB modelo DL – 150, Série: 01070117. Fez-se leitura em triplicata utilizando-se a média aritmética das leituras para expressão do resultado em partes por milhão (ppm).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Coliformes totais e *Escherichia coli*

O grupo coliforme é um subgrupo da família Enterobacteriaceae. No grupo de coliformes totais estão apenas as enterobactérias capazes de fermentar lactose com produção de gás em 24 a 48 hr a 35 ° C. Mais de 20 espécies se encaixam nessa definição, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos (*Escherichia coli*), como também bactérias não entéricas (espécies de *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*, dentre outras). A capacidade de fermentar lactose pode ser verificada pela formação de gás e/ou ácido, nos meios de cultivo contendo lactose. Essas características são utilizadas nos métodos tradicionais de contagem de coliformes totais. Os métodos mais modernos detectam diretamente a atividade da enzima β -galactosidase, envolvida no metabolismo fermentativo da lactose, incorporando substratos para a enzima nos meios de cultivo. Um desses substratos é o ONPG (orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo) que, quando degradado pela β -galactosidase, resulta em um produto de coloração amarela resultante da formação do orto-nitrofenol. A *E. coli*, dentro do grupo coliforme, é classificada como coliforme fecal/termotolerante. Seu habitat natural é o trato gastrointestinal dos

animais de sangue quente. Pode ser distinguido dos demais coliformes termotolerantes através de alguns ensaios como por exemplo, a atividade da enzima β -glicuronidase, produzida por 96% das cepas. Um dos substratos utilizados para verificar a atividades da β -glicuronidase é o MUG (4-metilumbeliferil- β -D-glicuronídeo) que, quando degradado pela enzima β -glicuronidase resulta na formação do radical 4-metilumbeliferona, fluorescente sob luz UV (Silva N. et.al., 2010). O resultado para *Escherichia coli* é positivo quando a amostra apresenta além da coloração amarela, fluorescência azul sob luz ultravioleta (360 nm).

De acordo com a Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, a água adequada ao consumo humano deve estar livre de coliformes totais e termotolerante/*Escherichia coli* em 100mL de amostra (Brasil, 2011).

Nesta pesquisa apenas uma amostra (amostra P2 da CO-3) foi positiva para *Escherichia coli* e duas amostras foram positivas para coliformes totais (amostras P2 da CO-3 e PC2 da CO-2) como mostra a Tabela 1.

O poço 2 (P2) abastece a rede que leva água até a residência (PC2); no dia que a amostra colhida nesse poço apresentou positividade para coliformes totais e *E. coli* a amostra colhida no ponto de consumo (PC 2) apresentou negatividade para essas bactérias indicando que, provavelmente, tratava-se de uma contaminação local pois não foi detectada na amostra colhida no ponto de consumo (PC2); observou-se que a amostra colhida no poço estava sem cloro (Tabela 3).

A contaminação por coliformes totais na amostra PC2 na coleta CO-2 (Tabela 1) indica uma provável contaminação na rede que não tinha cloro residual livre (Tabela 3); na mesma data não foi detectado presença de coliformes totais e/ou *E. coli* nas amostras dos poços P2 e P4 (Tabela 1).

Tabela 1 - Amostras de água positivas e negativas para coliformes totais e *Escherichia coli* coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas					
	CO-1		CO-2		CO-3	
	CT	<i>E. coli</i>	CT	<i>E. coli</i>	CT	<i>E. coli</i>
P2	N	N	N	N	P	P
P3	N	N	I	I	N	N
P4	N	N	N	N	N	N
PC1	N	N	N	N	N	N
PC2	N	N	P	N	N	N

N=negativo; P=positivo; I=poço em manutenção

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: CT e *E. coli* ausência em 100 ml da amostra.

4.2. Contagem padrão de bactérias em placa - heterotróficas

Bactérias heterotróficas são genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes e fornecem informações sobre a qualidade bacteriológica da água de forma ampla. O teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes, no sistema de distribuição. As bactérias heterotróficas estão presentes em todos os tipos de água, nos alimentos, no solo, na vegetação e no ar. Sua contagem pode fornecer uma indicação geral sobre a qualidade microbiológica da água tratada e, quando realizada regularmente, pode demonstrar alterações devido ao armazenamento (recrescimento, formação de biofilme), eficiência dos métodos de tratamento, integridade e limpeza do sistema de distribuição. Um aspecto extremamente importante é a influência inibidora dessas bactérias na detecção de coliformes. De acordo com estudos realizados, contagens elevadas de bactérias heterotróficas podem diminuir a frequência de

detecção de coliformes, quando são empregados os métodos baseados na fermentação da lactose (CETESB 2006). A regra básica para cálculo de unidade formadora de colônia (UFC) em uma situação padrão em que unidade analítica é uma massa ou volume da amostra homogeneizada com o diluente é $\text{UFC/mL} = c/d.v$, onde c é o número de colônias contada na placa, d a diluição da placa contada e v o volume inoculado dessa diluição; nesta pesquisa o volume inoculado foi 1 mL para cada diluição. Todas as amostras apresentaram níveis baixos de contaminação por bactérias heterotróficas e os resultados foram obtidos por contagem nas duas placas inoculadas com a amostra bruta e calculo da média aritmética das placas. Observa-se na tabela 2 que todas as amostras apresentaram resultados abaixo de 500 UFC/mL. Dessa forma, atenderam ao padrão de potabilidade estabelecido pela legislação brasileira em vigor.

Tabela 2 - Contagem em UFC/mL de bactérias heterotróficas das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	31,0	5,0	3,0
P3	2,0	I	0,0
P4	32,0	72,0	0,0
PC1	1,0	3,0	171,0
PC2	4,0	27,0	24,0

I= poço em manutenção

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: Máximo de 500 UFC/mL.

4.3. Cloro residual livre

A cloração consiste na desinfecção das águas através da utilização de cloro gasoso nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) ou hipoclorito de sódio nos poços. (Araraquara. Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara). A utilização do cloro como desinfetante remonta ao início do século XX. É uma tecnologia mundialmente conhecida. O

cloro é um desinfetante eficiente e de baixo custo operacional. Entretanto, só em 1974, a segurança quanto ao uso do cloro foi questionada quando se observou a formação de trihalometanos em águas de abastecimento cloradas. Outros produtos de cloração potencialmente prejudiciais à saúde humana são, por exemplo, as haloacetonitrilas, halocetonas, ácido haloacéticos, clorofenóis, entre outros. Os trihalometanos são potencialmente cancerígenos e as haloacetonitrilas podem ter ação mutagênica e induzir ao desenvolvimento de tumores (Calijuri et.al., 2013).

O agente desinfetante penetra nas células dos microorganismos e reage com suas enzimas, destruindo-as. No contexto da sistemática de tratamento de água, a cloração é o procedimento que se inicia nas estações de tratamento de água, não encerrando ali seus efeitos pois continua agindo ao longo de toda a rede de distribuição, garantindo assim o padrão de potabilidade da água para consumo humano.

A portaria 2.914 (Brasil, 2011) faz menção à obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a rede de distribuição e recomenda que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L .

O hipoclorito de cálcio em pastilhas é utilizado para desinfecção da água na cidade de Santa Lúcia – SP, ele reage com a água produzindo ácido hipocloroso, considerado mais eficiente por penetrar nas células bacterianas.

A ação oxidante e sanificante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso (HClO) que é um produto da hidrólise da substância clorada. O dióxido de cloro (ClO₂) é derivado clorado que não hidrolisa em solução aquosa, sendo que sua ação sanificante é associada somente à sua molécula. O ácido hipocloroso é um ácido fraco, em solução aquosa de dissocia para formar o íon hidrogênio e o íon hipoclorito. (Macedo, 2001)

Os compostos clorados são mais efetivos em valores de pH baixos quando a presença de ácido hipocloroso é dominante. Se amônia ou compostos amoniacais estão presentes na água, quando se adiciona cloro são formados compostos que apresentam ação sanitizante, denominados cloraminas. A monocloramina e a dicloramina têm ação bactericida, ao contrário da tricloramina. (Macedo, 2001).

Observa-se na tabela 3 que de 14 amostras analisadas 6 (42,85%) apresentaram teor de cloro residual abaixo do recomendado pela legislação, o que põe em risco a qualidade bacteriológica da água distribuída.

Deve haver um acompanhamento mais rigoroso nesse parâmetro, no intuito de manter a água livre de agentes bacteriológicos, diminuindo o risco de a população sofrer enfermidades advindas do consumo da água possivelmente contaminada.

Tabela 3 - Concentração de cloro residual livre em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	<0,1	<0,1	<0,1
P3	0,4	I	0,5
P4	0,5	<0,1	0,4
PC1	0,3	<0,1	0,5
PC2	0,5	<0,1	0,2

I=poço em manutenção

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: Mínimo 0,2 mg/L e Máximo de 2 mg/L .

4.4.Fluoreto

A cárie dental representa um grave problema na saúde bucal coletiva afetando grande parte da população. É uma afecção causada pela ação de enzimas liberadas por certas bactérias, presentes na cavidade bucal, que agem sobre resíduos açucarados fermentando-os,

formando ácidos que desmineralizam o esmalte, tornando o dente vulnerável à cavitação (FUNASA 2012).

O Flúor além de reduzir o crescimento de *Streptococcus mutans*, microorganismo considerado como responsável pela iniciação da cárie, o flúor atua também no metabolismo da microflora da placa, reduz a solubilidade do esmalte e aumenta a remineralização na superfície do dente (Macedo, 2001).

A quantidade de flúor no esmalte dos dentes constitui uma reserva protetora uma vez que o mecanismo de ação do flúor consta na redução da desmineralização e aceleração da remineralização do esmalte. Porém esta reserva tende a se esgotar com o passar do tempo. Então é necessário o uso de flúor sistêmico a fim de se manter uma concentração constante na saliva para a manutenção da interferência nos processos de mineralização (Macedo, 2001).

A Organização Mundial da Saúde desenvolveu um programa para a promoção da fluoretação de água de abastecimento de comunidades, apresentado na 25ª Assembléia Mundial de Saúde, em 1975, obtendo aprovação por unanimidade dos 148 países-membros. Ao longo de todos esses anos consolidou-se o entendimento de que a utilização do Flúor na água deve ser realizada com critério, visando obter o máximo de benefício dessa substância, pois o flúor é um medicamento e o seu uso inadequado pode desenvolver efeitos colaterais (FUNASA 2012).

Para que haja a fluoretação da água, alguns requisitos básicos devem ser seguidos para sua correta adição, de modo a garantir com segurança os benefícios no combate à cárie sem a ocorrência de risco de fluorose dentária. Fluorose dental é uma deficiência na mineralização do esmalte devida à ingestão excessiva de fluoreto durante o crescimento dental. Como há uma relação linear dose-efeito, os resultados dependem da quantidade de fluoreto e do tempo que ele é mantido nos líquidos teciduais durante a mineralização do esmalte. A prevalência de fluorose dental tem aumentado nas últimas décadas devido ao vasto

uso de outras formas de fluoreto, até mesmo em cidades que não utilizam fluoretação no abastecimento público (SBPC 2010).

Locais onde a temperatura média é maior há mais consumo de água, conseqüentemente mais consumo de flúor, portanto nesses locais a água poderá ter uma concentração menor de flúor por litro. Já em regiões onde a temperatura média é menor, há menos consumo de água, portanto a concentração de flúor por litro pode ser maior. Esse controle é necessário para que não haja consumo excessivo ou abaixo do recomendado obtendo os benefícios da fluoretação sem danos à saúde do consumidor. A fluoretação das águas de abastecimento público é uma questão de grande discussão nos dias atuais, devido a vários fatores como a falta de vigilância e controle das concentrações do flúor e orientação da população sobre as várias formas de ingestão do mesmo, como também dos benefícios e malefícios do uso do flúor (SBPC 2010).

Considerando o que estabelece a portaria 2.914 (Brasil, 2011) todas as amostras estão com o nível de fluoreto abaixo do valor máximo permitido (VMP) de 1,5 mg/L. Para melhor análise dos resultados utilizamos a Resolução SS-250, de 15-08-95 do Estado de São Paulo que estabelece que o teor ideal de íon fluoreto na água destinada ao consumo humano é de 0,7 mg/L e serão considerados dentro do Padrão de Potabilidade águas que apresentarem a concentração de íon fluoreto entre 0,6 a 0,8 mg/L. Portanto, as águas destinadas ao consumo humano que apresentarem teores de íon fluoreto inferiores a 0,6 mg/L e superiores a 1,0 mg/L serão consideradas fora do Padrão de Potabilidade. (SÃO PAULO, 2005)

Considerando esta resolução das 14 amostras analisadas 7 (50%) estavam abaixo do padrão estabelecido, duas (14%) acima de 0,8mg/L e apenas 5 (36%) apresentaram fluoreto dentro dos padrões aceitáveis para o Estado de São Paulo (Tabela 4).

Os benefícios do consumo adequado, muitas vezes, não serão garantidos, haja vista grande parte das amostras estarem com a concentração abaixo do esperado. Por essa

questão faz-se necessário o acompanhamento e manutenção do teor de flúor recomendado para a área em questão.

Tabela 4 - Concentração de fluoreto em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	0,72	0,65	0,51
P3	0,37	I	0,26
P4	0,77	0,54	0,61
PC1	0,51	1,07	0,32
PC2	0,69	0,95	0,52

I=poço em manutenção.

Resolução SS-250, de 15-08-95 do Estado de São Paulo: Mínimo 0,6 mg/L e Máximo 0,8 mg/L.

4.5.Turbidez

A turbidez da água é importante para a qualidade de produtos destinados ao consumo humano. Produtores de bebidas, processadores de alimentos e estações de tratamento de água potável geralmente dependem de processos de separação de partículas de fluidos tais como sedimentação e filtração para garantir um produto aceitável (Clesceri S.L. et.al., 1998).

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que modificam a sua difusão e absorção. O aumento da turbidez reduz a zona eufótica que é a zona de luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer (Macedo, 2000).

Segundo a Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UNT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UNT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

A presença de turbidez torna a água esteticamente desagradável e o consumidor tende a rejeitar uma água turva.

A portaria 2.914 em seu artigo 30 relaciona turbidez com qualidade microbiológica da água e cita que para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez e devem ser observadas as demais exigências contidas nesta portaria (BRASIL, 2011)

Todas as amostras analisadas nesta pesquisa apresentaram níveis de turbidez dentro do aceitável pela legislação vigente (Tabela 5).

A ausência de turbidez torna a água mais límpida e conseqüentemente mais aceitável pelo consumidor. Observa-se que na coleta CO-1 a amostra do PC1 apresentou turbidez 4,18 UNT, próximo ao VMP recomendado pela legislação vigente; essa coleta ocorreu em um dia muito chuvoso.

Tabela 5 - Valores para turbidez em UNT das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	0,55	0,67	0,74
P3	0,12	I	0,29
P4	0,43	0,41	0,37
PC1	4,18	0,71	0,47
PC2	0,35	0,70	0,36

I=poço em manutenção

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: Máximo 5 UNT.

4.6. Cor aparente

Substâncias orgânicas em decomposição como folhas e madeira em contato com a água pode mudar sua coloração. A existência de compostos de ferro ou materiais corados alteram a cor aparente da água. A alteração da cor causa objeção no consumo por parte do consumidor, pois põe em dúvida sua potabilidade. A legislação em vigor (BRASIL 2011)

estabelece valor máximo permitido de 15 UH (Unidade Hazen) para água destinada ao consumo humano. Todas as amostras analisadas atendiam ao padrão para cor aparente estabelecido pela legislação, pois apresentaram valores $<1,0$ UH tornando a água esteticamente aceitável para o consumo.

4.7.pH

O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina. É um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos (SABESP 2012).

A Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido entre 6,0 a 9,5. O pH é uma medida indireta do potencial que uma água tem de provocar danos (corrosão, incrustações) em tubulações e outras utilidades. Acidez total representa o teor de dióxido de carbono livre, ácidos minerais e sais de ácidos fortes, os quais por dissociação resultam em íons hidrogênio na solução. Águas com pH muito baixo tendem a ser corrosivas (desgastam a superfície de tubulações de ferro ou cimento). A alcalinidade resulta da presença de sais de ácidos fracos, carbonato, bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente, silicatos e fosfatos presentes na água (Macedo, 2001).

Os termos alcalinidade e acidez são significativos, indicam a massa dos radicais químicos na solução, tendo essa substância alguma relação com propriedades industrial, comercial e potável da água. O pH de uma solução, é uma medida direta da sua atividade química e pode também ter alguma relação com as qualidades sanitária e industrial (Macedo, 2001).

Todas as amostras avaliadas nesta pesquisa apresentaram pH dentro do recomendado pela Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Valores para pH das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	6,54	6,84	7,31
P3	7,06	I	7,66
P4	7,03	7,13	7,54
PC1	7,13	6,98	7,88
PC2	7,08	7,02	7,54

I=poço em manutenção.

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: Mínimo 6,0 e Máximo 9,5.

4.8.Sólidos totais dissolvidos

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos recursos hídricos. Sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas (Macedo, 2001).

Sólidos referem-se à matéria em suspensão ou dissolvida em água. A presença de sólidos na água de abastecimento pode afetar a qualidade do efluente de diversas maneiras. Águas com elevado teor de sólidos dissolvidos são geralmente de potabilidade inferior e pode induzir a uma reação desfavorável no consumidor. As análises de sólidos são importantes para o controle de processos de tratamento biológicos e físicos e para avaliar o cumprimento das exigências das agências reguladoras (Clesceri S.L. et. al.,1998).

Os sólidos correspondem a toda matéria que permanece na água como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a temperatura pré-estabelecida durante um período fixado. Segundo a Portaria 2.914 (BRASIL 2011) é recomendado VMP de 1000 mg/L de sólidos totais.

A classificação dos sólidos pode ser química ou física. Quimicamente são classificados como fixos, que permanecem após completa evaporação da água e são geralmente sais e voláteis. Do ponto de vista físico são classificados segundo suas dimensões; com tamanhos inferiores a $2,0\mu\text{m}$ são chamados dissolvidos, que provém naturalmente do desgaste das rochas ou em maior quantidade de despejos doméstico e industrial, e com dimensões superiores a esta são chamados sólidos em suspensão, provenientes do carregamento de solos pelas águas pluviais e efluentes domésticos industriais. O excesso de sólidos na água pode causar alterações no sabor e problemas com corrosão. Já os sólidos em suspensão provocam turbidez. Todas as amostras apresentaram resultados com valores bem abaixo do requerido pela Portaria 2.914 (BRASIL, 2011 (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores para sólidos totais em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia-SP.

Ponto de coleta	Coletas		
	CO-1	CO-2	CO-3
P2	24,74	31,41	15,86
P3	46,97	I	40,25
P4	46,26	43,28	41,61
PC1	51,60	43,48	44,24
PC2	48,20	37,2	38,58

I=poço em manutenção.

Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011: Máximo de 1000 mg/L.

5. CONCLUSÃO

Foram encontradas algumas alterações na água do sistema de abastecimento público da cidade de Santa Lúcia que comprometem sua qualidade e podem provocar danos à saúde e qualidade de vida da população.

Algumas amostras estavam em desacordo com a legislação vigente para coliformes, indicando risco à saúde por contaminação fecal e/ou falhas no processo de tratamento, evidenciada pelo não atendimento ao padrão recomendado para cloro residual livre.

Observa-se que nas amostras que apresentaram positividade para coliformes totais e fecais o nível de cloro estava abaixo do estabelecido pela legislação vigente.

Com isso torna-se necessária maior atenção com os procedimentos de tratamento da água destinada ao consumo humano da cidade para que não venham a acontecer falhas, principalmente no processo de desinfecção, de maneira a garantir a qualidade do produto em toda a rede de distribuição, evitando sua contaminação e riscos à saúde.

Conclui-se que mesmo apresentando algumas alterações a água presente no sistema de abastecimento de Santa Lúcia apresenta potabilidade satisfatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARARAQUARA. D.A.A.E- Departamento Autônomo de Água e Esgoto do município de Araraquara. Estações de Tratamento de Água - ETAs disponível em <http://www.daaearaquara.com.br/eta.htm> acesso em 30 de agosto de 2013.

BAIRD, C. CANN M., **Química ambiental**. 4.ed. Bookman: Editora, 2011. p.613,614, 615.

BRASIL Secretaria de Saneamento e Assistência. Cartilha de Saneamento-água-Secretaria de Saneamento e Assistência- divisão de engenharia sanitária, Ed. Aliança- RJ 1961

BRASIL - Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água. **Diário Oficial** 30 jan 1976

BRASIL.[Resolução SS-250 de 15 de agosto de 1995](#) - Secretaria de Estado da Saúde - Centro de Vigilância Sanitária - São Paulo - Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 ago. 1995. Seção 1, p.

BRASIL. Portaria no- 2.914, de 12 de dezembro de 2011- Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade- publicada no **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 14 dez .2011

BRASIL- [Resolução Conjunta SS/SMA 1 de 26 de agosto de 1997](#) - São Paulo . Dispõe sobre o teor mínimo de cloro residual livre na rede de abastecimento de água. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, de 27 de agosto de 1997.

CALIJURI C.M., CUNHA F.G.D. **Engenharia ambiental**- conceitos, tecnologia e gestão.

Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2013. p.97,98, 99, 405,406,439,440.

CLESCERI S. L., GREENBERG E.A., EATON D.A. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th edition, Washington, 1998. p. 2-8, 2-9,2-24,2-25, 2-26,2-27,2-54, 2-55, 2-56, 2-57,4-66, 4-67, 4-68, 4-69,4-70, 4-79, 4-80, 4-81, 4-82, 4-83, 9-22.

COELHO L.D. et.al. Uso do método do substrato cromogênico para quantificação do número mais provável de bactérias do grupo coliforme em águas minerais envasadas. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/File/13972/9402>. Acesso em: 30 de ago 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Contagem padrão de colônias de bactérias. Normalização técnica L5 201, São Paulo, 1978. 11p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Coleta e preservação de amostras de água. São Paulo, 2000.

DIAS, M. F. F. Qualidade Microbiológicas em águas minerais envasadas em garrações de 20 litros, comercializadas em comércio de Araraquara e Américo Brasiliense-SP-2003 . 32 f. Monografia Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2003.

FARACHE FILHO, A. Condições sanitárias de mananciais (poços e nascentes) utilizados para abastecimento de água na zona rural do Distrito de Gavião Peixoto- Município de

Araraquara. S.P. 1982.109 f. Dissertação (Mestre em Saúde Pública)- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

FORTUNA, M. Manual de como fazer a contagem padrão em placas de unidades formadoras de colônias. Contagem padrão em placas. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/62722302/CONTAGEM-PADRAO-EM-PLACAS>. Acesso em: 30 ago 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA . Manual da fluoretação da água para consumo humano. Brasília: 2012.

GENDA, A. et.al. **Saneamento do meio, São Paulo Fundacentro**. São Paulo:USP Faculdade de Saúde Pública, 1985, p.3, 4,5,6,137,217,218.

HUNT D.T.E.; WILSON A.L. The chemical analysis of water: general principles and techniques. 2.ed. , 1986.

LIGHTFOOT N.F, MAIER E.A. Análise microbiológica de alimentos e água guia para garantia da qualidade, serviço de educação e bolsas fundação.Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2003. p.14,15, 53,98,99,100.

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

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE- (OMS). Ministério da Saúde disponibiliza norma atualizada sobre qualidade da água para consumo humano. Disponível

em http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=2696&Itemid=1. Acesso em: 30 ago 2013.

PEREIRA, A.C.M.. Avaliação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água tratada da rede de abastecimento público da cidade de Araraquara- SP . 2004. 42 f. Monografia (Especialista em Saúde Pública)- Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- Faculdade de Ciências Farmacêuticas , Araraquara, 2004.

SABESP. Poços profundos. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=34> Acesso em: 30 ago 2013.

SAMPAIO C.S., SILVESTRO G.M.,FRIGO P.E.,BORGES M.C. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. Setor de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (RHESA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná,Cascavel, PR outubro-dezembro, 2007.

SÃO PAULO. Resolução SS 65 de 12 de abril de 2005. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Estado de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de São Paulo de 13 de abril de 2005, seção 1, página 18.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos- SP.** 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2010

SILVA, N; JUNQUEIRA A.C.V; SILVEIRA A.F.N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4.ed. São Paulo: Varela, 2010. p. 24, 27, 31, 32,39,40,41,42,51, 52, 133,134,135 e 136.

SILVA S. L. J. et. al. Importância da fluoretação das águas de abastecimento público. In: REUNIÃO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), Recife : Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.