

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Campus Jaraguá do Sul

Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado)

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DA QUALIDADE DA ÁGUA
UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO**

ALINE MESQUITA

ANA LAURA DOS SANTOS SILVEIRA

DANIELLY KULIQUE DOS PASSOS

JENNIFER JAROCZINSKI

LUANA VANESSA BRUCH

MAYTHÊ LAYS MENEZES CUNHA

NATIELI JAINE SIMON

JARAGUÁ DO SUL

2014

ALINE MESQUITA
ANA LAURA DOS SANTOS SILVEIRA
DANIELLY KULIQUE DOS PASSOS
JENNIFER JAROCZINSKI
LUANA VANESSA BRUCH
MAYTHÊ LAYS MENEZES CUNHA
NATIELI JAINE SIMON

ESTUDO DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO

Projeto de Pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Coordenadora: Prof. Msc. Anne Cristine R. Bartz

Orientador: Prof. Dr. Bruno Dias.

JARAGUÁ DO SUL

2014

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. TEMA | 5 |
| 2. DELIMITAÇÃO DO TEMA | 5 |
| 3. PROBLEMA | 5 |
| 4. HIPÓTESE | 5 |
| 5. OBJETIVOS | 6 |
| 5.1 Objetivo geral | 6 |
| 5.2 Objetivos específicos | 6 |
| 6. JUSTIFICATIVA | 6 |
| 7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 8 |
| 7.1 A água | 8 |
| 7.2 O campus Jaraguá do Sul | 9 |
| 7.3 Parâmetros estudados | 10 |
| 7.3.1 Coliformes | 10 |
| 7.3.1.1 Coliformes totais | 10 |
| 7.3.1.2 Coliformes termotolerantes | 10 |
| 7.3.1.3 <i>Escherichia Coli</i> Enteropatogênica (EPEC) | 11 |
| 7.3.1.4 <i>Escherichia Coli</i> Hemorrágica (EHEC)..... | 12 |
| 7.3.1.5 <i>Escherichia coli</i> enteroagregadora e <i>Escherichia coli</i> difusa-aderente | 14 |
| 7.3.2 Flúor | 15 |
| 7.3.3 pH | 16 |
| 7.3.4 Cloro | 16 |
| 7.3.5 Dureza | 17 |
| 7.3.7 Ferro | 18 |
| 7.3.8 Manganês | 19 |
| 8 Metodologia | 20 |

| | |
|---|----|
| 8.1 Temperatura | 20 |
| 8.2 pH | 20 |
| 8.3 Dureza | 21 |
| 8.4 Parâmetros Microbiológicos | 21 |
| 8.4.1 Coliformes totais | 21 |
| 8.4.2 Coliformes termotolerantes | 22 |
| 8.5 Cloro Residual | 23 |
| 8.5.1 Método da Ortotolidina | 23 |
| 8.5.2 Método do DPD | 23 |
| 8.5.3 Titulação com Tiosulfato de sódio | 23 |
| 8.6 Flúor | 24 |
| 8.7 Ferro | 25 |
| 8.8 Manganês | 25 |
| 8.9 Turbidez | 26 |
| 8.10 Da coleta e análise | 26 |
| 9 Cronograma | 27 |
| 10 Referências Bibliográficas | 28 |

1 TEMA

Estudo da água utilizada para consumo humano.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Estudo da qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano no IFSC- Campus Jaraguá do Sul.

3 PROBLEMA

Qual a qualidade da água utilizada para consumo humano no IFSC- Campus Jaraguá do Sul quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos?

4 HIPÓTESES

- A água utilizada para consumo humano no campus Jaraguá do Sul, não excede os limites de coliformes apresentados na legislação vigente;
- Não existe diferença significativa entre os parâmetros da água das torneiras e dos bebedouros do campus Jaraguá do Sul;
- O filtro do bebedouro não recebe manutenção ou supervisão periodicamente;
- Os parâmetros físico-químicos analisados estão dentro dos limites estabelecidos na legislação vigente;

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a potabilidade da água utilizada para consumo humano no IFSC- Campus Jaraguá do Sul e se a mesma está dentro dos parâmetros estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde, nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a potabilidade da água de acordo com os parâmetros físicos: Temperatura, pH, Dureza e Turbidez;

- Analisar a potabilidade da água de acordo com os parâmetros químicos da quantidade dissolvida em água de: Cloro residual, Flúor, Ferro II e Manganês II;

- Analisar a potabilidade da água de acordo com os parâmetros microbiológicos da quantidade de coliformes totais e fecais presentes na água;

- Determinar com base nos resultados das análises, se a água utilizada para consumo humano no campus Jaraguá do Sul, atende a todos os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, na portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011;

6 JUSTIFICATIVA

Cerca de 97,5% da água de nosso planeta está presente nos oceanos e mares na forma de água salgada, que é imprópria para o consumo humano e os 2,5% restantes perfazem o total de água doce existente, destes, dois terços estão armazenados nas geleiras e calotas polares e a outra parte, cerca de 0,77%, está disponível para o nosso consumo nos rios e lençol freático (águas subterrâneas) (GRASS, 2001). Porém, é importante ressaltar que, por mais que tal parte possua a princípio os parâmetros básicos para que possamos ingerí-la, a mesma, devido a contaminações externas, tem necessidade de receber tratamento antes de ser consumida.

Como recurso natural essencial, a água tanto como um componente bioquímico dos seres vivos, como na forma de um meio de vida de várias espécies vegetais e animais, é de extrema importância, uma vez que constitui entre 70 e 75% do corpo humano.

Entretanto, em consequência de atividades humanas houve um aumento significativo de compostos orgânicos prejudiciais a nossa saúde, presentes na água, encontrados principalmente em detergentes e no esgoto doméstico. Ao serem adicionados na água, favorecem o crescimento das bactérias do grupo coliforme, incluindo a *Escherichia coli* bactéria presente no intestino (e conseqüentemente nas fezes) de animais de sangue quente. A presença deste microrganismo na água pode indicar risco potencial a saúde através da contaminação fecal, assim como outras bactérias do tipo estreptococos fecais (GREENBERG et al, 1992).

O crescimento desordenado das cidades, sem um bom planejamento e o uso da água sem consciência de sua finitude e no caso do consumo humano, sua não renovabilidade, são exemplos visíveis de atitudes (ou falta delas) que prejudicam a água do país. Além disso, os esgotos residenciais provenientes de loteamentos clandestinos, fazem, muitas vezes com que as fontes recebam detritos industriais, o que torna a água imprópria para o consumo, obrigando as empresas de abastecimento a realizarem um pesado tratamento antes de distribuí-la para a população.

No tratamento da água, são observados três tipos de parâmetros: os

físicos, os químicos, e os microbiológicos. Ambos necessitam de observação e controle por parte da empresa responsável pelo tratamento da água em cada cidade, uma vez que, ao realizar o tratamento que deve garantir a potabilidade, a empresa insere na água, diversos componentes, como sais minerais, necessários para auxílio de diversas funções em nosso corpo. Tais compostos porém, quando em excesso podem prejudicar nosso organismo e quando em falta, tem o mesmo efeito prejudicial, tornando assim, o processo do tratamento da água extremamente delicado.

Ao realizar o tratamento, a empresa, deve considerar a Portaria nº. 2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que, segundo o artigo 1º, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Com base em tal legislação e nas informações anteriormente citadas, este trabalho visa investigar a qualidade da água do IFSC-Campus Jaraguá do Sul, comparando a água vinda direto da caixa d'água (sem tratamento posterior) com a filtrada pelos bebedouros, bem como verificar se o manejo e manutenção dos mesmos obedecem as especificações técnicas e os manuais dos fabricantes. Levando em conta, ainda, que uma grande maioria dos alunos do campus, ingerem a água que sai destes diariamente.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 A ÁGUA

A água é uma substância fundamental à vida. Do latim a palavra água é derivada da frase *aqua vinimus*, que literalmente significa “de onde nós viemos” (BONFANTE et al., 1999).

A água pode ser perfeitamente límpida, inodora e insípida e ainda constituir-se imprópria para o consumo humano, podendo apresentar riscos a saúde, ou seja, para tornar-se potável a água deve ser tratada, limpa e sem contaminação (PEREIRA et al, 2009).

Dentre as principais formas de contaminação dos recursos hídricos estão os lançamentos de esgoto sem tratamento prévio, em rios e lagos, construção de aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos e o arraste de excretas humanas e de animais durante períodos de chuva (GONZÁLES; TAYLOR; ALFARO, 1982).

Segundo BEI Editora (2003), a poluição dos rios quanto à adição de compostos orgânicos tem se intensificado expressivamente nos últimos anos, e se deve, em sua maioria, ao tratamento inadequado do esgoto doméstico (ou a falta de tratamento) no qual estão presentes substâncias tais como fosfatos que são encontrados em detergentes e sabões; e nitratos que representam especial risco à saúde de crianças, causando danos neurológicos e a redução da oxigenação do corpo. Além disso, ambos facilitam o processo de eutrofização¹, cuja a presença de bactérias do grupo coliforme cresce reduzindo o teor de oxigênio na água.

A água poluída é um importante veículo na transmissão de uma grande variedade de doenças e sua qualidade microbiológica é um fator indispensável para a saúde pública (GIOMBELLI; RECH; TORRES, 1998). A transmissão pode ocorrer por ingestão ou pela utilização para outros fins, por alimentos e bebidas preparados com água contaminada, ou ainda, durante atividades recreacionais (acidental), ocasionando variada gama de patologias gastrintestinais (GERMANO & GERMANO, 2001; COSTA et al., 2003).

A monitoração das condições sanitárias de águas para consumo é realizada através de análises das bactérias do grupo coliforme, que atuam principalmente como indicadores de poluição fecal, pois ocorrem na flora intestinal do homem e de animais de sangue quente (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1985).

7.2 OS BEBEDOUROS NO CAMPUS

A água utilizada no campus é distribuída através de 2 caixas d'água que, levam a água por meio de tubos de Policloreto de Vinila (PVC).

A água que chega aos bebedouros deve ser vista de maneira diferenciada em relação a água das torneiras, uma vez que a mesma é ingerida por alunos e

1 Eutrofização: Processo de multiplicação excessiva de algas

servidores entrando em seu organismo e não tendo apenas um contato externo.

Segundo o fabricante de um dos 5 bebedouros, o filtro de água do bebedouro é composto por: carvão ativado, vela sinterizada e prata coloidal.

De acordo com uma empresa fabricante de bebedouros, os refis dos filtros de carvão ativado presentes em áreas com grande circulação de pessoas, deve ser trocado a cada seis meses, pois após esse período o filtro perderá sua eficiência gradativamente. Podendo não eliminar cheiros, gostos e algumas substâncias que podem estar presentes na água.

Além disso, toda manutenção realizada no sistema de abastecimento de água dentro do campus, deve ser documentada, para garantir que todas as manutenções sejam feitas de maneira adequada.

7.3 PARÂMETROS ESTUDADOS

7.3.1 Coliformes

7.3.1.1 Coliformes totais

A classificação dos coliformes segundo SILVA (1997), apresenta o grupo de coliformes totais que incluem as bactérias na forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Esta definição abrange um número de espécies de enterobactérias incluídas nos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1985; SILVA; JUNQUEIRA, 1995).

7.3.1.2 Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes pertencem a um subgrupo de microrganismos e são exclusivamente do trato intestinal. São coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas. Segundo Cerqueira e Horta (1999), *E. coli* representa

percentuais em torno de 96 a 99% nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, sendo o principal representante dos coliformes termotolerantes (fecais) (MASCARENHAS; et al, 2002).

A *E. coli* é o organismo anaeróbio facultativo mais comum no intestino humano, é distinguido dos outros membros da família Enterobacteriaceae principalmente com base em sua capacidade de fermentar lactose e produzir indol, bem como por sua capacidade de hidrolisar ureia. Cada grupo de *E. coli* que causa uma determinada síndrome clínica em particular por meio de um mecanismo patogênico reconhecido pode ser referido como sendo um patótipo (DONNENBERG, 2010).

As *E. coli* associadas às infecções intestinais, conhecidas por DEC (Diarreioogenic *Escherichia coli*), são divididas em seis patótipos: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroagregativa (EaggEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* de aderência difusa (DAEC) (FOCACCIA, 2005; MURRAY et al., 2000; TRABULSI, 2000).

7.3.1.3 *Escherichia coli* enteropatogênica (epec)

O termo “EPEC” deve ser empregado para espécies de *Escherichia coli* diarreicogênicas que não produzem nenhuma enterotoxina (Nataro e Kaper, 1998), suas cepas caracterizam-se por sua capacidade de se ligarem intimamente à superfície apical dos enterócitos, onde destroem os microvilos e induzem a formação de pedestais celulares que, por sua vez, envolvem as bactérias, ref. Este aspecto histopatológico é conhecido como efeito de fixação e ofuscamento (DONNENBERG; WHITTAM, 2001).

As bactérias injetam na célula hospedeira as proteínas Tir e EspF, a Tir age como receptor da proteína adesina intimina. Essa ligação leva a formação dos pedestais de fixação e ofuscamento onde o organismo se adere. A EspF causa perda da função da barreira intestinal via rompimento das zonas de oclusão e induz a morte da célula hospedeira via apoptose (DONNENBERG; WHITTAM, 2001).

E. coli enteropatogênicas (EPEC) são a maior causa de diarreia em crianças com idade inferior a um ano nos países em desenvolvimento. Atualmente são divididas em EPECs típicas e atípicas. E dentre os vários sorotipos de EPEC, os que predominam no meio brasileiro são O:111:H2, O:119:H6, O:55:H6 e O:86:H34

(FOCACACCIA, 2005).

O grupo de EPEC atípica, definido pela ausência do plasmídio EAF, vem despertando interesse crescente da comunidade científica (TRABULSI; KELLER; GOMES, 2002; AFSET et al., 2004; GOMES et al., 2004). Existem controvérsias quanto ao papel do microrganismo na etiopatogenia da diarreia. Alguns autores relatam maior frequência de amostras atípicas em pacientes com diarreia que em indivíduos do grupo controle, sem que diferença estatisticamente significativa tenha sido observada (GOMES et al., 1991; SCALETSKY et al., 2002; RÉGUA-MANGIA et al., 2004). Outros pesquisadores demonstram a existência de associação entre colonização por EPEC atípica e diarreia (SCALETSKY et al., 1999; VIEIRA et al., 2001; DULGUER et al., 2003). A incidência elevada de EPEC atípica (15,9%), detectada em crianças com diarreia aguda, confirma dados obtidos em estudos realizados em outras regiões do Brasil (RÉGUA-MANGIA et al., 2004; FRANZOLINI et al., 2005). Ao contrário das EPEC típicas, encontradas quase exclusivamente em seres humanos, as amostras atípicas são comuns em animais domésticos (TRABULSI; KELLER; GOMES, 2002; NAKAZATO et al., 2004).

Os principais sintomas da doença causada por EPEC são diarreia aquosa, em vários graus de intensidade, e desidratação. O quadro clínico pode se agravar rapidamente pela dificuldade na eliminação da bactéria podendo implicar em infecção do trato urinário e meningite (Chen e Frankel, 2004). Outro fator que pode contribuir para o agravamento da doença é a falta de um método diagnóstico diferencial rápido, o que dificulta a detecção, e conseqüentemente, o tratamento precoce (Vallance e Finlay, 2000).

7.3.1.4 *escherichia coli* hemorrágica (ehec)

As cepas de *E. coli* produtoras de toxina Shiga constituem um grupo heterogêneo de organismos, que tem como um de seus subgrupos a EHEC. Assim como os organismos EPEC, os EHEC induzem o efeito de fixação e ofuscamento nas células epiteliais (DONNENBERG, 2010). Dentre as numerosas cepas de *E. coli* produtoras de toxina Shiga descritas na literatura, a EHEC do sorotipo O157:H7 é a mais importante, pois foi a causadora do maior número de surtos e também dos

surtos que envolveram o maior contingente de pacientes (TARR, 1995; BELL et al, 1994).

As *E. coli* enterohemorrágicas (EHECs) estão relacionadas a surtos epidêmicos de diarreia em países desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento, sua frequência ainda é muito baixa (DONNENBERG, 2010). A maioria dos surtos de infecções por EHEC é causada por amostras do sorotipo O:157:H7; no entanto, mais de 100 sorotipos de *E. coli* produtoras de Stx já foram associados à colite hemorrágica e/ou síndrome hemolítica urêmica (SHU). Os sorotipos não O:157:H7 mais frequentemente associados a humanos são O:103:H2, O:111:NM, O:111:H8, O:113:H21 e O:26:H11 (FOCACCIA, 2005).

A doença pode disseminar-se pelo contato interpessoal, particularmente em centros de prestação de assistência diária (creches, asilos etc.) ou junto às famílias de crianças pequenas (DONNENBERG, 2010). Um surto de infecção causada por EHEC resultante da dispersão de bactérias transmissíveis pelo ar após um evento de exposição ocorrido no interior enfatiza a natureza infecciosa do patógeno (VARMA et al, 2003). Este também pode ser disseminado via contaminação do suprimento de água ou por meio da contaminação de piscinas, lagos ou parques aquáticos, além de poder ser contraído diretamente a partir de animais infectados em fazendas e zoológicos (TARR,1995; CENTER DISEASE CONTROL, 1995; BOYCE et al, 1995).

As toxinas Shiga são codificadas por bacteriófagos relacionados ao clássico fago lambda. Estes bacteriófagos promovem a infecção estável da bactéria (O'BRIEN et al, 1984). As toxinas Shiga catalisam a despurinação do RNA ribossômico, levando à cessação da síntese proteica e à morte celular (SEARS e KAPER, 1996).

Existem, pelo menos, dois tipos de toxina de Shiga, Stx1 e Stx2, que diferem em várias características, fazendo, inclusive, com que a Stx2 seja mais tóxica do que Stx1 e esteja mais frequentemente associada à Síndrome Hemolítica-Urêmica (SHU) (FOCACCIA, 2005). Essas toxinas são assim denominadas por serem similares à toxina produzida por *Shigella dysenteriae* 1. São conhecidas pelo nome de Verotoxinas, por possuírem efeito citotóxico em células Vero (RODRIGUES et al., 2008).

A síndrome hemolítica-urêmica (SHU), que às vezes se manifesta como púrpura trombocitopênica trombótica. A SHU acomete cerca de 5 a 10% dos pacientes infectados por EHEC O157:H7 vários dias após o aparecimento da diarreia (DONNENBERG, 2010).

A SHU caracteriza-se por uma anemia hemolítica microangiopática, que resulta do dano induzido pela toxina Shiga às células endoteliais, com consequente ativação da coagulação na microvasculatura. O rim é particularmente suscetível, contudo pode haver uma necrose isquêmica que afeta intestino, cérebro, olhos ou virtualmente qualquer órgão (DONNENBERG, 2010).

A apresentação clássica da infecção por EHEC começa como uma diarreia aquosa e cólicas severas, que progridem para uma diarreia sanguinolenta. A febre é baixa ou está ausente (DONNENBERG, 2010). O tratamento da infecção por EHEC é de suporte e inclui re-hidratação oral, observação e, se necessário, admissão hospitalar para tratamento das complicações (DONNENBERG, 2010).

7.3.1.5 escherichia coli enteroagregadora e escherichia coli difusa-aderente

A *Escherichia coli* enteroagregadora (EAEC) e a *Escherichia coli* difusa-aderente (DAEC) são distinguidas por padrões característicos de aderência às células de cultura tecidual, em ensaios in vitro. É provável que estes patótipos contenham uma mistura heterogênea de cepas que não compartilham totalmente seus aspectos patogênicos ou clínicos (ZAFRIRI et al, 1987; CZECZULIN et al, 1999; OKEKE et al, 2000). Nosso entendimento acerca da epidemiologia, patogênese e tratamento destas infecções ainda é rudimentar, contudo vários aspectos interessantes já foram definidos (NATARO, 2005).

Organismos EAEC estão associados à ocorrência de diarreias aguda e crônica em crianças que vivem tanto em países em desenvolvimento como em países desenvolvidos (ROBINS et al, 2003; BHAN et al, 1989; HUPPERTZ et al, 1997). Estes organismos também foram isolados de pacientes com Aids (POLOTSKY et al, 1997; WANKECA et al, 1998).

Ademais, estudos recentes constataram que a EAEC é uma causa frequente de diarreia do viajante, rivalizando com a incidência de ETEC em algumas

partes do mundo (ADACHI et al, 2001; SHAN; DUPONT; RAMSEY 2009). Notavelmente, o transporte de EAEC, mesmo na ausência de sintomas manifestos, está associado à evidência de retardo do crescimento em crianças (STEINER et al, 1998; GIRON et al, 1991). A DAEC foi associada à ocorrência de diarreia em crianças maiores vivendo em países desenvolvidos (GIRON et al, 1991; GUNZBURG et al, 1993).

A diarreia causada por EAEC pode conter muco ou sangue, bem como ser acompanhada de cólicas. Em alguns casos, particularmente em pacientes com Aids, a diarreia pode ser protraída. No caso da DAEC alguns autores afirmam que é necessário mais estudos a respeito do tema. Relatos de caso e estudos conduzidos em pequenas séries de pacientes sugeriram que os pacientes com Aids infectados por EAEC podem responder ao tratamento antibiótico (WANKE et al, 1998).

A contagem de E. coli tem sido extensivamente utilizadas nos monitoramentos da qualidade das águas, e são considerados indicadores específicos de qualidade de águas destinadas a potabilidade e balneabilidade (LÓPEZ-PILA & SZEWZYK, 2000; YOUN-JOO AN et al., 2002; ALM et al., 2003; LEBARON et al., 2005).

As técnicas de detecção de coliformes e *Escherichia coli* são práticas e relativamente rápidas e vários são os métodos disponíveis, dentre eles, tubos múltiplos, contagem em membranas filtrantes e substratos cromogênicos (SOUZA; DANIEL, 2008).

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano deve ser de total ausência de E. coli, em 100 ml de amostra de água tratada (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

7.3.2 FLÚOR

A fluoretação é uma parte do tratamento da água que consiste na adição de uma determinada quantidade de flúor, afim de, basicamente, de prevenir a cárie bucal. O flúor age nos dentes prevenindo a desmineralização do esmalte do dente, tornando-os mais resistentes a agentes nocivos.

A Federação Dentária Internacional (FDI), Fundação Kellogg (FK) e a

Organização Mundial da Saúde (OMS) realizaram, em 1982, a Conferência sobre Fluoretos, onde seus participantes concluíram que a fluoretação da água de abastecimento público é uma medida ideal de saúde pública para o controle da cárie dentária em países onde existem serviços de tratamento de água. Considerando que a fluoretação é cientificamente comprovada como uma medida terapêutica, eficiente e segura, reafirmou-se que esta medida além de implantada deve ser mantida (Fundação Nacional da Saúde(FUNASA) *et al* 2012).

Sobretudo deve ser enfatizado que a ingestão de flúor deve ser realizada em dosagens recomendadas .

7.3.3 pH

O pH é uma abreviatura das palavras *pondus hydrogenii* traduzido para o português como potencial de hidrogênio. Esse termo representa a concentração de íons de hidrogênio em uma solução, o que nos permite descrever o caráter ácido ou base predominante no meio aquoso. Levando em consideração a escala de pH (0 a 14) definida pelo bioquímico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sorensen em 1909, em temperatura ambiente (25°C), uma solução aquosa será ácida se o seu pH for de 0 a 7, se o pH for de 7 a 14 ela será básica, e para ser neutra o pH deve ser 7.

Para a água, a análise do pH é de suma importância, principalmente nos processos de tratamento, uma vez que nas estações de tratamento de água, ele é medido e ajustado para melhorar outros processos, como de coagulação e floculação. Segundo a Portaria nº 2914 de Dezembro de 2012 o pH deve ser mantido entre 6,0 e 9,5.

7.3.4 Cloro

O cloro é um gás de coloração amarelo-esverdeada com forte odor. (CETESB, 2011) Atualmente, quando utilizado no tratamento da água, pode ter como objetivo a desinfecção bactericida (eliminação de microrganismos patogênicos), a oxidação ou até mesmo as duas. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, o uso das palavras

“desinfecção” e “cloração” como sinônimos (BAZZOLI, 1993). Este cloro presente na água, quando combinado entre si na forma de mono, di e tricloraminas é chamado de cloro residual.

Quanto maior a concentração do cloro, assim como seu tempo de contato com a água, mais efetiva é sua ação, porém é importante que outros parâmetros também sejam observados, a turbidez elevada por exemplo, pode prejudicar a cloração, já o aumento da temperatura da água, favorece tal ação. O cloro em si porém, não mata todos os microorganismos, uma vez que, alguns deles são resistentes a ação do cloro. (MORAES, 2014)

O cloro residual pode ser removido por processo de adsorção, empregando-se carvão ativado, ou por processos de oxi-redução, empregando-se agentes redutores como tiosulfato de sódio, metabissulfito de sódio, dióxido de enxofre entre outros. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina que devem existir no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), também é recomendado que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L. (MORAES, 2014)

7.3.5 Dureza

A dureza é provocada pela presença de sais de cálcio e magnésio. Não apresenta importância sanitária, mas o excesso destes íons na água leva, a nível industrial, a problemas de incrustações, corrosão e a perda de eficiência na transmissão de calor em caldeiras e em sistemas de refrigeração.(SILVEIRA, 2007)

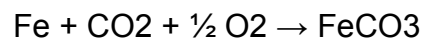
De acordo com o Ministério da Saúde (2006), a dureza é dividida em temporária e permanente. A temporária, conhecida também como dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Este tipo de dureza é resistente à ação de sabões e provoca incrustações. É denominada

de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam.

A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Este tipo de dureza não se decompõe pela ação do calor. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

7.3.6 Ferro

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:



O Carbonato ferroso é encontrado principalmente em poços, já a água superficial, adquire grandes concentrações de ferro durante períodos chuvosos, devido a erosão das margens dos rios, e a efluentes industriais, provenientes da decapagem, que é o processo da remoção da ferrugem de peças sem uso. Ao receber tratamento, a água pode adquirir grande teor de ferro devido a coagulantes aplicados durante o mesmo. (PIVELI, 2012)

O Ferro, se apresenta na água em forma de Fe^{+2} e Fe^{+3} , sendo que, o Fe^{+2} (íon ferroso) é mais solúvel do que o Fe^{+3} (íon férrico), por conta disso, o íon ferroso atribui mais inconvenientes as águas. Ao determinar-se a quantidade apenas do ferro dissolvido, chamamos-no de “ferro solúvel”, também chamado de “ferro coloidal. (CETESB, 2012)

Apesar de não ser tóxico, o ferro pode trazer problemas para o abastecimento na água, como por exemplo, alteração na cor e no sabor da água, manchas em roupas e utensílios domésticos, além disso, dentro da rede de distribuição, pode gerar o desenvolvimento de ferro-bactérias, provocando contaminação biológica. No momento do tratamento porém, é importante a presença

do ferro durante a coagulação e floculação (PIVELI, 2012).

Segundo a portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, o valor permitido é de 0,3 g/L de Ferro total (ambos os íons), porém, segundo o artigo 39, paragrafo 4:

Para os parâmetros ferro e manganês são permitidos valores superiores ao VMPs estabelecidos no Anexo X desta Portaria, desde que sejam observados os seguintes critérios:

I - os elementos ferro e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 desta Portaria e nas normas da ABNT;

II - os VMPs dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados; e

III - as concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011)

7.3.7 MÂNGANES

O manganês (Mn) é um metal cinza claro que não é encontrado de forma pura, sempre combinado com outros elementos, como por exemplo, o cloro, enxofre e oxigênio. Na atmosfera, é encontrado como partículas de suspensão, resultantes da erosão do solo, emissões industriais e vulcânicas e queima de gasolina contendo TMM (tricarbonil metilciclopentadienil manganês).

Na água, o manganês ocorre nas formas dissolvida e suspensa, variando conforme o pH e o potencial redox. A água subterrânea anaeróbica frequentemente contém níveis de manganês dissolvido.

Em pequenas quantidades é essencial para o ser humano, principalmente em processos reprodutivos, manutenção da estrutura óssea e funcionamento do sistema nervoso. No caso de trabalhadores expostos a poeira e aerossóis, contendo o Manganês juntamente de outros metais em quantidade maior, pode causar tosse, náusea, cefaléia, fadiga, perda de apetite, insônia e inflamação nos pulmões, o que, posteriormente, pode levar a pneumonia química.

Já no caso de níveis muito elevados, pode causar problemas neurológicos e neuropsiquiátricos, como alucinações, instabilidade emocional, fraqueza, distúrbios de comportamento e da fala, que culminam em uma doença, semelhante ao Mal de Parkinson, denominada manganismo.

Pouco se sabe sobre a toxicidade dos compostos mangânicos, no entanto, há evidências de que pode causar efeitos neurológicos quando existe uma exposição

crônica humana via inalatória (CETESB, 2012).

8. METODOLOGIA

8.1 TEMPERATURA

A temperatura da água, será controlada no momento da coleta e no momento da análise, em caso de análise distante do campus, onde será realizada a coleta, a temperatura será mantida baixa durante o transporte, para que, não venha a influenciar em nossos resultados. A temperatura será sempre medida com termômetro de mercúrio.

8.2 pH

Para a análise do pH, será usado o método de medição elétrica devido a sua facilidade de manipulação e facilidade na instrumentação.

Segundo Alves esse método é baseado no princípio que o potencial eletroquímico entre dois eletrodos ou semi-células pode ser associado a concentração de uma espécie iônica.

Para que a reação e o potencial sejam conhecidos a condição é que em um dos eletrodos deve permanecer constante durante as medições

De acordo com Bojorge, o pH-metro consiste de 2 eletrodos, um de medição (eletrodo de vidro) imerso na solução examinada e outro de referência imerso em uma solução de concentração hidrogeniônica estável e conhecida. Os eletrodos ficam afastados por uma membrana, que permite a passagem da corrente

eletroquímica. A diferença de potencial entre os dois eletrodos indica o valor da solução testada, d.d.p a qual varia linearmente com o valor pH.

Para que os eletrodos permaneçam constantes eles ficam em uma câmara de fluxo. Geralmente é incluído um terceiro eletrodo (resistência) na câmara de fluxo, onde sua finalidade é compensação da variação de temperatura.

8.3 Dureza

A análise da dureza da água é feita pela titulação com EDTA, para isso, será utilizada vidrarias, como, bureta, pipeta volumétrica, balão volumétrico, béquer, erlenmeyer. Será utilizada uma solução padrão de EDTA com concentração igual a 0,01 M, solução tampão, indicador eriochrome Black T., inibidor I de cianeto de sódio P.A em pó o inibidor II de sulfeto de sódio. Usar 25 ml da amostra e diluir para 50 ml com água destilada, será transferido para um béquer de 100 ml e será adicionada de 1 a 2 ml de solução tampão para elevar o pH a 10. Após esse processo será transferido para um frasco Erlenmeyer de 250 ml e adicionados 0,05 gramas do indicador Eriochrome Black T, titular com EDTA até desaparecer a cor avermelhada e a aparecer a cor azul. Posteriormente será anotado o volume de EDTA gasto e fazer um branco com água destilada, subtrair o volume de EDTA gasto na titulação do branco do volume da primeira titulação.

8.4 PARÊMETROS MICROBIOLÓGICOS

8.4.1 COLIFORMES TOTAIS

De acordo com Ministério da saúde, o método utilizado para os coliformes totais é o método da membrana filtrante (MF), para que o mesmo ocorra, são necessários alguns materiais para esse procedimento, a partir disto, a execução do ensaio se inicia com a pinça, é colocada cuidadosamente na placa de Petri um carvão absorvente; após isto, com a pipeta esterilizada colocar 1,8 mL do meio de

cultura no carvão absorvente e tampar a placa; em seguida, colocar a membrana filtrante no porta-filtro, agitar o frasco contendo a amostra, pelo menos 25 vezes, onde posteriormente deve-se destampar e flambar a boca do frasco; logo após, verter cuidadosamente, 100 mL de amostra no porta-filtro, evitando que a água respingue sobre as bordas superiores; novamente verter cuidadosamente; seguido de ligar a bomba de vácuo (seringa) e fazer a sucção; depois de filtrada a amostra, lavar 3 vezes as paredes do funil com água de diluição estéril com porções de 20 mL aplicando vácuo; logo após a lavagem e filtração, aliviar o vácuo e remover o funil do suporte; logo, com a pinça flambada e fria, remover o filtro do suporte e colocá-lo na placa de Petri, antes preparada, com o lado quadriculado para cima; em seguida, tampar a placa de Petri e incubá-la invertida a 35° C durante aproximadamente 24h e após o período de incubação, examinar o filtro fazendo a contagem das colônias. Ao fim do processo, as colônias serão contabilizadas a olho nu.

8.4.2 TERMOTOLERANTES

Um dos métodos para analisar os termotolerantes é o método do substrato tendo como materiais necessários para fazer a análise o substrato Cromogênico, uma estufa bacteriológica e uma lâmpada ultravioleta de 365 nm.

Depois de coletar a amostra em um frasco estéril ou saco de coleta contendo tiosulfato de sódio a 10% para água tratada, é adicionado no próprio frasco um frasconete contendo o substrato cromogênico, logo depois agita-se levemente o frasco fechado, sendo que não é necessário dissolver totalmente, essa dissolução ocorrerá normalmente ao incubar a 35° C durante 24 horas.

Após as 24 horas de incubação, retirar da estufa o material, no caso de presença de termotolerantes na amostra a cor ficará amarela. Para ver se há presença da *Escherichia coli*, especificamente, será preciso uma lâmpada ultravioleta 365 nm, se ao observar aproximando a lâmpada do frasco, perceber-se a fluorescência azul no frasco amarelado, existe a presença desta bactéria, se a amostra permanecer em seu tom inicial, o resultado é negativo, tanto para os termotolerantes como para *Escherichia coli*. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006)

8.5 CLORO RESIDUAL

Para a determinação do cloro residual existem várias análises diferentes, sendo algumas delas, o processo colorimétrico de comparação visual (método da ortotolidina e o método do DPD) e a titulação com tiosulfato de sódio, entre outros. Abaixo serão explicados alguns métodos mais utilizados:

8.5.1 MÉTODO DA ORTOTOLIDINA

A ortotolidina reage com o cloro formando um complexo de coloração amarelada, podendo assim nos dar uma noção do teor de cloro residual na água, porém esse método não é o mais eficiente.

8.5.2 MÉTODO DO DPD

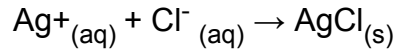
O DPD, em solução ácida, dissolvida na amostra pré-alcalina com fosfato, forma um tampão de pH próximo a 6,3. A DPD (N, N-dietil-p-fenileno-diamina), na ausência de íons iodeto, reagem com o cloro livre produzindo uma coloração róseo avermelhada o que permite a comparação com uma tabela que mostra os valores aproximados de cloro residual na água, dependendo de cada tom de róseo avermelhada (CORREIA, 2007).

8.5.3 TITULAÇÃO COM NITRATO DE PRATA

Também é conhecido como método de Mohr. O método Mohr é a determinação direta do íon cloreto e o método Volhard é a determinação indireta (Ohlwwiler, 1968ab e Jeffery et al., 1992).

O cloreto contido em um sal solúvel pode ser precipitado como cloreto de

prata, AgCl, por reação com nitrato de prata, AgNO₃.



O precipitado pode ser coletado em um filtro de placa de vidro sinterizada e sua massa determinada após a secagem até tornar-se constante a uma temperatura de aproximadamente 100°C. A mistura deve ser mantida ácida com a adição de uma pequena quantidade de ácido nítrico, para impedir a formação de sais com ácidos orgânicos fracos, como o CO₃²⁻.

O precipitado pode adquirir uma leve coloração violeta devido à formação de prata elementar, que ocorre depois da fotodecomposição natural do cloreto de prata. (HIGSON, 2009)

8.6 FLÚOR

Dentre os diversos métodos para a determinação do íon fluoreto na água, destacam-se os métodos eletroanalítico e colorimétrico. Estes métodos estão sujeitos a erros devido à presença de íons interferentes na amostra de água (APHA, 1995).

Além do método Eletrodo específico para íons fluoretos, existem segundo a Funasa, mais dois tipos de metodologias. Entre os métodos estão: O método Spadns e o método Scott-Sanchis.

O método Scott-Sanchis consiste na comparação de colorações. Todavia este mesmo método não possui um grande grau de exatidão, no entanto ele apresenta um baixo custo.

O método do eletrodo (íon seletivo) possui uma maior faixa analítica (0,1 a 10 mg.L⁻¹) quando comparado com o método colorimétrico ou de SPADNS, cuja faixa analítica varia de 0 (zero) a 1,4 mg.L⁻¹ (Bandini et al).

A metodologia do procedimento esta embasada na realização da duplicação das amostras, utilizando-se eletrodo íon sensível (Orion 9609), acoplado a um potenciômetro (Procyon, modelo 720). Primeiramente deverá ser feita a calibração do instrumento a ser utilizado, com o uso de soluções tampão. E após as análises os dados obtidos deverão ser transferidos a uma planilha de cálculos (Ramires et all).

8.7 FERRO

O principal método de estabelecimento da quantidade de Ferro presente na água, é o espectrofotométrico, nele, é realizada uma reação de complexação com a ortofenantrolina, que reage com o ferro ferroso produzindo um composto avermelhada, faz-se então a calibração do espectrofotômetro a 530 nm. Para a determinação de Fe^{+2} , basta adicionar a ortofenantrolina (1,10 $C_{12}H_8O_2$) e acetato de amônio às amostras, já quando deseja-se a concentração de ferro total (ou ferro trivalente), realiza-se a redução de Fe^{+3} a Fe^{+2} , antes da determinação espectrofotométrica. A redução é feita adicionado-se hidroxilamina em meio ácido ($NH_2OH.HCl$) à mostra, com aquecimento em chapa e controlando-se a quantidade de amostra evaporada. Também existem kits colorimétricos para resultado aproximado, através de comparação visual. (PIVELI, 2012)

8.8 MANGANÊS

Para a determinação do manganês um dos métodos mais usados é a espectrofotometria de absorção atômica, na maioria das vezes precedida por uma etapa de pré-concentração. Nesse caso, é feita a eluição do metal com um solvente adequado, após é colocada em uma coluna de vidro e condicionada com solução tampão de pH 9,5. A solução aquosa, é então tratada com tartarato de sódio e potássio, para evitar a hidrólise de outros íons, hidroxilamina para evitar a oxidação Mn II para Mn III e tamponada em Ph 9,5. Esta solução é eluída através da coluna

onde o Mn II é retido e conteúdo da coluna é lavado com água desionizada e dissolvido em 10mL de dimetilformamida. Por fim o manganês é determinado por espectrofotometria de absorção atômica em uma chama de ar/acetileno. (Gonçalves, 2011)

8.9 TURBIDEZ

A análise turbidez é feita através do turbidímetro ou *nefelômetro*, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez.

O aparelho deve detectar diferenças de turbidez de 0,02 unidades para águas com turbidez menor que 1 (uma) unidade, a turbidez máxima a ser medida é 40 UNT, sendo necessário realizar diluições se a medida da turbidez for superar ao valor máximo.

A turbidez é expressa como unidade nefelométrica de turbidez (NTU - *Nephelometric Turbidity Unity*) usando-se como padrão para calibração do turbidímetro uma suspensão de polímero formazin (sulfato de hidrazina + hexametileno tetramina) ou uma suspensão de látex ou então micro esferas de estireno-divinilbenzeno, conforme o fabricante do equipamento.²

As amostras para análise de turbidez devem ser coletadas em fracos de plástico ou de vidro.³ A determinação deve ser feita o mais rápido possível evitando alterar a temperatura e o pH da amostra. Mudanças no pH podem alterar a cor e/ou provocar a coagulação de partículas em suspensão alterando as leituras de turbidez

8.10 DA COLETA E ANÁLISE

As coletas serão realizadas em todos os bebedouros da instituição, e em torneiras pré-determinadas, como sendo as de maior uso para consumo-humano, os materiais utilizados e os bebedouros serão esterilizados com álcool 70%.

Após as análises será realizada a comparação dos dados obtidos com a

portaria nº2.914 de 12 de Dezembro de 2011, verificando-se assim, se a água utilizada na instituição, possui ou não os padrões de potabilidade aceitos.

9 CRONOGRAMA

| Data | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Etapa | | | | | |
| Revisão bibliográfica | X | X | X | X | |
| Coleta das amostras | X | X | | | |
| Análise das amostras | X | X | X | | |
| Tabulação dos dados obtidos | X | X | X | X | |
| Redação da versão final do trabalho | | | X | X | X |

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADACHI JA, JIANG ZD, MATHEWSON JJ, et al. *Enteroaggregative Escherichia coli as a major etiologic agent in traveler's diarrhea in 3 regions of the world*, 2001;

AFSET, J. E.; BEVANGER, L.; ROMUNDSTAD, P.; BERGH, K. Association of atypical enteropathogenic Escherichia coli (EPEC) with prolonged diarrhea. J. Med. Microbiol., n. 53, p. 1137-1144, 2004.

ALM, E. W., BURKE, J., SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. Water Research. v. 37, p. 3978-3982, 2003.

ALVES N.P., Medição de pH e íons por potenciometria. São José dos Campos, 2010.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16.ed. New York: American Public Health Association, 1985

BAZZOLI, N., 1993. O uso da Desinfecção no Combate à Cólera. Apostila da Fundação Nacional de Saúde-Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas.

BHAN MK, RAJ P, LEVINE MM, et al. Enteroaggregative Escherichia coli associated with persistent diarrhea in a cohort of rural children in India. J Infect Dis 1989;159:1061.

BEI EDITORA. Como Cuidar da Nossa água. 3. ed. Brasil: Bei Editora, 2010. 311 páginas.

BELL BP, GOLDOFT M, GRIFFI N PM, et al. A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7—associated bloody diarrhea and hemolytic uremic syndrome from hamburgers: the Washington experience. *JAMA* 1994;272:1349.

BONFANTE, L.et al. Water and its effects when drunk cold: The Physician's view. *Am. J. Nephrol.*, v. 19, n. 2, p. 182-184, 1999.

BOJORGE, Ninoska, Sistema de Medição de Outras Variáveis Especiais, Universidade Federal Fluminense, 2012.

BOYCE TG, SWERDLOW DL, GRIFFI N PM. *Escherichia coli* O157:H7 and the hemolytic-uremic syndrome. *N Engl J Med* 1995;333:364.

BRASIL, *Portaria n. 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. Diário Oficial da União. Ministério da Saúde. Brasília, 14 de Dezembro de 2011.

CENTER OF DISEASE CONTROL. Outbreaks of *Escherichia coli* O157:H7 infections among children associated with farm visits—Pennsylvania and Washington, 2000. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2001;50:293.

CENTERS OF DISEASE AND CONTROL. Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC).Disponível em: <http://www.cdc.gov/diseasesconditions/>. Acesso: 28 de maio de 2014.

CHEN, D.H. AND FRANKEL, G. (2004) Enteropathogenic *Escherichia coli*: unravelling pathogenesis. *FEMS Microbiology Reviews* 29: 83-98.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Ficha de Informações

Toxicológicas - Cloro, 2012

COPASA - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS– *Tratamento da água*. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=23&tpl=printerview>> Acesso: 05/05/14.

CORREIA, Bruno. Determinação de cloro: *DPD x OTA*, 2007. Direitos Autorais: Attribution Non-commercial. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/59885131/artigo-tecnico-cloro>>. Acesso em: 27 maio 2014.

CZECZULIN JR, WHITTAM TS, HENDERSON IR, et al. Phylogenetic analysis of enteroaggregative and diffusely adherent *Escherichia coli*. *Infect Immun* 1999;67:2692.

DONNENBERG MS, WHITTAM TS. Pathogenesis and evolution of virulence in enteropathogenic and enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *J Clin Invest* 2001;107:539–48.

DONNENBERG, Michael. Infecções causadas por *Escherichia coli* e outros bacilos entéricos gram-negativos. Disponível em: http://www.medicinanet.com.br/conteudos/acp-medicine/4663/infeccoes_causadas_por_escherichia_coli_e_outros_bacilos_entericos_gram_negativos_%E2%80%93_michael_s_donne.htm. Acesso: 26 de Abril de 2014.

DULGUER, M. V.; FABBRICOTTI, S. H.; BANDO, S. Y.; MOREIRA FILHO, C. A.;

FRANZOLIN, M. R.; ALVES, R. C. B.; KELLER, R; GOMES. T. A. T.; BEUTIN, L.; FOCACCIA, R. V. *Tratado de Infectologia*. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. p. 984-989.

Ficha de informação toxicológica - Manganês, CETESB - Companhia Ambiental do

Estado de São Paulo, 2012.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Agentes bacterianos de toxinfecções alimentares. In: Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos. São Paulo: Ed. Varela, 629 p. Parte 12, p. 199-258, 2001.

GIOMBELLI, A.; RECH, H.; TORRES, V. S. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense. Revista Higiene Alimentar, v. , n. , p. , São Paulo, 1998.

GIRON JA, JONES T, MILLAN-VELASCO F, et al. Diffuse-adhering Escherichia coli (DAEC) as a putative cause of diarrhea in Mayan children in Mexico. J Infect Dis 1991;163:507.

GOMES, T. A. T.; RASSI, V.; MACDONALD, K.L.; RAMOS, S. R. T. S.; TRABULSI, L. R.; VIEIRA, M. A. M.; GUTH, B. E. C.; CANDEIAS, J. A. N.; IVEY, C.; TOLEDO, M. R. F.; BLAKE, P. A. Enteropathogens associated with acute diarrheal disease in urban infants in São Paulo, Brasil. J. Infect. Dis., n. 164, p. 331-337, 1991.v

GOMES, T. A. T.; IRINO, K.; GIRÃO, D. M.; GUTH, B. E. C.; VAZ, T. M. I.; MOREIRA, F. C.; CHINARELLI, S. H.; VIEIRA, M. A. M. Emerging enteropathogenic Escherichia coli strains? Emerg. Infec. Dis., n. 10, p. 1851-1855, 2004.

GONÇALVES, Wanderlei, Determinação espectrofotométrica de ferro total (fe²⁺ e fe³⁺) pelo método da orto-fenantrolina, Universidade Federal do Piauí, 2011

GONZÁLES, R.G.; TAYLOR, M.L.; ALFARO, G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana. Bol Oficina Sanit Panam, v. 93, p.127-40,1982.

GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. American Public Health

Standart Methods for the examination of water and wastewater. 18ed. Victor graphics Inc., Baltimore, 1992.

GUNZBURG ST, CHANG BJ, ELLIOTT SJ, et al. Diffuse and enteroaggregative patterns of adherence of enteric *Escherichia coli* isolated from aboriginal children from the Kimberley region of Western Australia. *J Infect Dis* 1993;167:755.

HIGSON, Séamus química analítica/ tradução mauro silva- são paulo: mcgraw-hill, 2009.

HUPPERTZ HI, RUTKOWSKI S, ALEKSIC S, et al. Acute and chronic diarrhoea and abdominal colic associated with enteroaggregative *Escherichia coli* in young children living in western Europe. *Lancet* 1997;349:1660.

LEBARON, P., et al. An operational method for the real-time monitoring of *E. coli* numbers in bathing waters. *Marine Pollution Bulletin*. v.50, p. 652-659, 2005.

LÓPEZ-PILA, J. M., SZEWZYK, R. Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. *Water Research*. v. 34(17), p. 4195-4200, 2000.

MASCARENHAS, A.; MARTINS, J.; NEVES, M. Avaliação de tratamento de águas superficiais efectuado na ETA de Alcantarilha com base na análise de indicadores de poluição fecal. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Faro, junho, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual prático de análise de água. 2a ed. rev.– Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria MS, N. 518/2004. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

MORAES, Peterson B. Cloração e o UV. Disponível em:<http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502293205/apoio/7/clora__o_e_UV_1_aluno.pdf> Acesso em 28/05/14

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; KOBAYASHI, G. S.; PFALLER, M. A.

Microbiologia Médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 207.

REZENDE, Maria O. de O., Determinação de Cloretos em Água (Método de Mohr), Instituto de Química de São Carlos- Universidade de São Paulo, 2004.

NATARO, J. P.; KAPER, J. B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clin. Microbiol. Rev., n. 11, p. 142- 201, 1998.

NATARO JP. Enteroaggregative *Escherichia coli* pathogenesis. Curr Opin Gastroenterol 2005;21:4.

NAKAZATO, G.; GYLES, C.; ZIEBELL, K.; KELLER, R.; TRABULSI, L. R.; GOMES. T. A. T.; IRINO, K.; SILVEIRA, W. D.; CASTRO, A. F. P. Attaching and effacing *Escherichia coli* isolated from dogs in Brasil: characteristics and serotypic relationship to human enteropathogenic *E. coli* (EPEC). Vet. Microbiol., n. 101, p. 169-177, 2004.

O'BRIEN AD, NEWLAND JW, MILLER SF, et al. Shiga-like toxin–converting phages from *Escherichia coli* strains that cause hemorrhagic colitis or infantile diarrhea. Science 1984;226:694.

OKEKE IN, LAMIKANRA A, CZECZULIN J, et al. Heterogeneous virulence of enteroaggregative *Escherichia coli* strains isolated from children in southwest Nigeria. J Infect Dis 2000;181:252.

PEREIRA, M. C. et al. Estudo da potabilidade de água para consumo no bairro Triângulo e Vila Candelária, Porto Velho – Rondônia - Brasil. *Saber Científico*, v. 2, n. 1, p. 28-36, 2009.

PIVELI, Roque P., curso: qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos - ferro, manganês e metais pesados em águas, 2012

POLOTSKY Y, NATARO JP, KOTLER D, et al. HEp-2 cell adherence patterns, serotyping, and DNA analysis of *Escherichia coli* isolates from eight patients with AIDS and chronic diarrhea. *J Clin Microbiol* 1997;35:1952.

RODRIGUES, D. P.; THEOPHILO, G. N. D.; REIS, E. M. F.; LAZARO, N. S. Doenças de Transmissão Alimentar: Aspectos Clínicos, Coleta e Transporte de Material. Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Lab. Ref. Nacional Cólera e outras Enteroinfecções. Man. Lab. Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2008. 27p.

SANEAMENTO DE GOIÁS S/A SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HUMANOS GERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE PESSOAL – Disponível em <<http://www.voni.leao.nom.br/arquivos/ETA.pdf>> Acesso: 20/05/14;

SCALETSKY, I. C. A.; FABBRICOTTI, S. H.; SILVA, S. O. C, MORAIS, M. B.; FAGUNDES NETO, U. Hep-2-adheren *Escherichia coli* strains associated with acute diarrhea, São Paulo, Brazil. *Emerg. Infect. Dis.*, n. 8, p. 855-858, 2002.

SCALETSKY, I. C. A.; PEDROSO, M. Z.; OLIVA, C. A.; CARVALHO, R. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES NETO, U. A localized adherence like patern as a second patern of adherence of classic enteropathogenic *Escherichia coli* to HEp-2 cells that is associated with infantile diarrhea. *Infect. Immun.*, n. 67, p. 3410-3415, 1999.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos. Campinas: Itai, 1995.

SILVA , Neusely da. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Valéria Christina Amstalden - São Paulo : Livraria Varela,1997, p31.

SILVEIRA, T. Análise físico-química da água da bacia do Rio Cabelo, João Pessoa - PB. 2007

SOUZA, J.B; DANIEL, L. A. Inativação dos microrganismos indicadores Escherichia coli, colifagos e Clostridium perfringens empregando ozônio. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. v. 4, n. 2, p.265-273, Maio/Ago. 2008.

STEINER TS, LIMA AA, NATARO JP, et al. Enteraggregative Escherichia coli produce intestinal inflammation and growth impairment and cause interleukin-8 release from intestinal epithelial cells. *J Infect Dis* 1998;177:88.

TÉCNICA DE COLORAÇÃO DE GRAM– Disponível em: <[http:// desafio.edt.com.br/wp-content/uploads/sites/34/2014/03/Diferen%C3%A7asentrebact%C3%A9riasGram-positivaseGramnegativas.pfd](http://desafio.edt.com.br/wp-content/uploads/sites/34/2014/03/Diferen%C3%A7asentrebact%C3%A9riasGram-positivaseGramnegativas.pfd)> Acesso:05/05/2014;

TARR PI. Escherichia coli O157:H7: clinical, diagnostic, and epidemiological aspects of human infection. *Clin Infect Dis* 1995;20:1.

TRABULSI, L. R.; KELLER, R.; GOMES, T. A. T. Typical and atypical enteropathogenic Escherichia coli. *Emerg. Infec. Dis.*, n. 8, p. 508-513, 2002.

TRABULSI, L. R.; KELLER, R.; GOMES, T. A. T. Typical and atypical enteropathogenic Escherichia coli. *Emerg. Infec. Dis.*, n. 8, p. 508-513, 2002.

VALLANCE, B.A. AND FINLAY, B.B. (2000) Exploitation of host cells by enteropathogenic Escherichia coli. *PNAS* 97(16): 8799–8806.

VARMA JK, GREENE KD, RELLER ME, ET AL. An outbreak of Escherichia coli

O157 infection following exposure to a contaminated building. JAMA 2003;290:2709.

WANKE CA, MAYER H, WEBER R, et al. Enteroaggregative *Escherichia coli* as a potential cause of diarrheal disease in adults infected with human immunodeficiency virus. J Infect Dis 1998;178:185.

WANKE CA, GERRIOR J, BLAIS V, et al. Successful treatment of diarrheal disease associated with enteroaggregative *Escherichia coli* in adults infected with human immunodeficiency virus. J Infect Dis 1998;178:1369.

YOUN-JOO AN, KAMPBELL, D. H., BREIDENBACH, G. P. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at marinas. Environmental Pollution. v.120, p.771-778, 2002.

ZAFRIRI D, ORON Y, EISENSTEIN BI, et al. Growth advantage and enhanced toxicity of *Escherichia coli* adherent to tissue culture cells due to restricted diffusion of products secreted by the cells. J Clin Invest 1987;79:1210.