

**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

JARAGUÁ DO SUL

2014

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

**ESTUDO FÍSICO QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DA QUALIDADE 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 A. Dias.

JARAGUÁ DO SUL

2014

## **RESUMO**

A água é de extrema importância em nosso dia a dia, pois constitui mais de 60% do corpo humano e está presente em diversas reações inter e intra celulares, e dentro de nosso corpo a água é renovada a cada 24 horas, aproximadamente. Por isso, é importante que toda a água que ingerimos, esteja dentro de parâmetros pré estabelecidos pelo Ministério da Saúde, na portaria nº 2.914 para garantir uma maior qualidade de vida para todos. Este projeto visa realizar um estudo da qualidade físico-química e microbiológica com base na turbidez, dureza, pH, quantidade de Cloro residual, Flúor, e microorganismos presentes. Podemos garantir que a água do IFSC - Campus Jaraguá do Sul, constitui-se como apropriada para consumo humano, desde que, ocorra uma atenção especial a determinados parâmetros que localizam-se levemente desviados da legislação vigente.

**Palavras-chave:** Água, Consumo humano, Ministério da saúde

**LISTA DE FIGURAS**

Fig. 1: Coleta das amostras em um dos pontos.....	<b>Pg. 18</b>
Fig. 2: A água sendo escoada durante 5 minutos antes da coleta.....	<b>Pg. 18</b>
Fig. 3: Procedimento de análise microbiológica pelo método de espalhamento de placa Spread Plate.....	<b>Pg. 20</b>
Fig. 4: Kit para determinação do Cloro e pH.....	<b>Pg. 22</b>
Fig. 5: Escala do equipamento utilizado para comparação colorimétrica a fim de determinar a quantidade de Cloro.....	<b>Pg. 22</b>
Fig. 6: Meios de cultivo dentro da estufa.....	<b>Pg. 29</b>
Fig. 7: Crescimento de microorganismos no meio de cultivo.....	<b>Pg. 29</b>
Fig. 8: Solução antes da titulações.....	<b>Pg.31</b>
Fig. 9: Solução após as titulações com os volumes gastos e identificação dos bebedouros nos Kitassatos.....	<b>Pg. 32</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temperatura nos pontos de coleta.....	<b>Pg. 27</b>
Tabela 2: Meios de cultivo onde desenvolveram-se Microorganismos.....	<b>Pg. 28</b>
Tabela 3: Dados obtidos através do uso do Fluorímetro.....	<b>Pg. 30</b>
Tabela 4: Dados obtidos na titulação.....	<b>Pg. 31</b>
Tabela 5: Dureza de cada bebedouro.....	<b>Pg.32</b>
Tabela 6: Resultados da análise da turbidez.....	<b>Pg. 33</b>
Tabela 7: Dados obtidos com o uso do pHmetro.....	<b>Pg.33</b>
Tabela 8: Dados obtidos na análise do Cloro.....	<b>Pg. 34</b>
Tabela 9: Resumo dos parâmetros analisados, seus resultados e sua comparação com a legislação.....	<b>Pg. 35</b>

## ÍNDICE

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>Pg. 7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>Pg. 9</b>
2.1 A água.....	Pg. 9
2.2 Parâmetros analisados.....	Pg. 10
2.2.1 Coliformes.....	Pg. 10
2.2.2 Flúor.....	Pg. 10
2.2.3 pH.....	Pg. 12
2.2.4 Cloro.....	Pg.13
2.2.5 Dureza.....	Pg. 14
2.2.6 Ferro.....	Pg. 15
2.2.7 Turbidez.....	Pg. 16
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>Pg. 17</b>
3.1 Das coletas.....	Pg. 17
3.2 Análises microbiológicas (coliformes totais).....	Pg. 19
3.3 Cloro.....	Pg. 20
3.4 Flúor.....	Pg. 23
3.5 pH.....	Pg. 23
3.6 Turbidez.....	Pg. 24
3.7 Ferro.....	Pg.24
3.8 Dureza.....	Pg. 25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>Pg. 27</b>
4.1 Temperatura.....	Pg. 27
4.2 Presença de microorganismos.....	Pg. 27
4.3 Flúor.....	Pg. 30
4.4 Dureza.....	Pg. 30
4.5 Turbidez.....	Pg. 32

4.6 pH.....	<b>Pg.33</b>
4.7 Cloro.....	<b>Pg. 34</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>Pg. 36</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>Pg. 40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>Pg. 45</b>

## INTRODUÇÃO

Ao nascer, um bebê é constituído por mais de 70 % de água. À medida que crescemos, esta percentagem desce gradualmente à medida que vamos acumulando gordura. Ainda assim, o organismo de um adulto é constituído por cerca de 60 % de água, que se encontra dentro e fora das células. (ROLDÃO, 2014).

A capacidade de armazenamento de água do corpo humano é extremamente baixa, sendo assim, a cada 24 horas a quantidade de água perdida (através de urina ou suor, por exemplo), deve ser reposta, para garantir a hidratação e qualidade de vida. Esta água se fará presente nas mais diversas reações intra e intercelulares e por isso deve sempre manter uma qualidade boa, para não prejudicar estas reações e conseqüentemente o organismo humano. (SERAFIM et al, 2004)

Para garantir sua qualidade, é importante que a água seja constantemente analisada, evitando assim a presença de contaminantes externos e nos garantindo dessa forma, mais qualidade de vida e evitando o desenvolvimento de doenças que podem ser causadas por esse tipo de contaminação.

É importante ressaltar que, a água em seu estado natural (nos rios ou lençol freático) a princípio, possui os parâmetros básicos para que possamos ingerí-la, porém, devido a contaminações externas, ela obtém a necessidade de receber tratamento antes de ser consumida.

E este tratamento deve ser feito de maneira adequada e respeitando normas instituídas pelo Ministério da Saúde, no ano de 2011, com a legislação nº 2.914.

Atualmente, temos uma comunidade de mais de 500 pessoas que tem acesso ao campus diariamente e conseqüentemente ingerem a água nos bebedouros, e que serão afetados caso ocorram desvios da legislação.

Com base na legislação vigente (MS 2.914/2011) e na importância da água devidamente tratada, este trabalho visa investigar a qualidade da água ingerida por discentes e docentes nos bebedouros do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)- Campus Jaraguá do Sul através dos parâmetros: coliformes totais e fecais,

temperatura, pH, dureza, turbidez, cloro ativo, ferro, manganês e flúor, parâmetros básicos, definidos anteriormente no projeto.

Ressalta-se que nem todos os parâmetros definidos puderam ser investigados, devido ao não acesso do grupo a alguns equipamentos necessários, ou outros problemas posteriormente discutidos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A ÁGUA

A água é uma substância fundamental à vida. Do latim a palavra água é derivada da frase *aqua vinimus*, que 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).

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).

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).

## 2.2 PARÂMETROS ANALIZADOS

### 2.2.1 COLIFORMES

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 o 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).

Os coliformes termotolerantes pertencem a um subgrupo de microrganismos dos coliformes 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) (JUNQUEIRA, 1995).

Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em vista da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006). A água potável segundo a portaria n°2.914/11 deve apresentar ausência da bactéria *Escherichia coli* em 100mL da amostra e para coliformes totais apenas uma amostra examinada no mês, poderá apresentar resultado positivo.

### 2.2.2 FLÚOR

A cárie dentária é uma doença multifatorial que aflige várias populações e

vem sendo investigada quantitativamente com a finalidade de minimizar seus efeitos incapacitantes e assim, proporcionar melhor qualidade de vida à população. Nesta doença se verifica, principalmente, a interação de fatores tais como hospedeiro, dieta, tempo e microbiota (SOUZA e GIL, 1998).

Como medida preventiva ao aparecimento destas doenças, o uso intensivo do flúor tem demonstrado resultados positivos em sua redução e prevalência, sobretudo quando associado a veículos de acesso coletivo, como a água de abastecimento público. Desde a década de 40, estudos realizados nos Estados Unidos e Canadá têm comprovado essa redução, na ordem de 55,5 a 70,1% (PINTO, 2000).

A contribuição dos fluoretos na água de abastecimento público para a redução da prevalência da cárie dentária está associada ao seu teor regular e contínuo, dentro dos parâmetros aceitáveis.

A fluoretação é uma parte do tratamento da água que consiste na adição de uma determinada quantidade de flúor, a fim 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 em dosagens recomendadas pela legislação é benéfica. Entretanto, sua eficácia fica comprometida quando ingerido em baixas dosagens. Por outro lado, o flúor consumido em excesso apresenta toxicidade aguda ou crônica. A toxicidade aguda seria a resposta ao consumo de alta dosagem de flúor de uma única vez. A Dose Provavelmente Tóxica (DPT) de fluoretos corresponde a 5mg kg<sup>-1</sup>, segundo a

American Dental Association (ADA, 1983), sendo que ingestões superiores requerem internação e cuidados específicos com o indivíduo exposto. Na toxicidade crônica têm-se a fluorose, que resulta da ingestão acima do limite adequado por período prolongado, ocasionando, a princípio, manchas esbranquiçadas no esmalte dental podendo agravar-se a um grau deformante do elemento (FUNASA 2012)

O Ministério da Saúde recomenda uma quantidade máxima de 1,5 mg/L de Fluoretos na água destinada a consumo humano.

### 2.2.3 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 básico predominante no meio aquoso. Em 1909 o bioquímico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939), sugeriu a transformação dos valores de pH e pOH em números mais usuais, nos dando assim, a escala de 0 a 14 que conhecemos até hoje. Levando em consideração a escala de pH (0 a 14), em temperatura ambiente (25°C), uma solução aquosa será ácida se o seu pH for de 0 a 7, será básica se o pH for de 7 a 14, e será neutra se o pH for 7, em águas naturais o pH varia entre 6,5 e 8,5, e entre 6,0 e 9,0 são considerados compatíveis para a maioria dos organismos.

Segundo Santos, a análise do pH está presente em várias etapas no processo de tratamento da água, no processo de coagulação e na desinfecção das águas, por exemplo, o pH deve ser corrigido antes ou após a adição de produtos químicos (SANTOS, 2008).

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. De acordo com a Portaria nº 2914 de Dezembro de 2012 do Ministério da Saúde o pH deve ser mantido entre 6,0 e 9,5.

#### 2.2.4 Cloro

O cloro é um gás de coloração amarelo-esverdeada com forte odor (CETESB, 2011). O uso do cloro como agente desinfetante em tratamento de águas começou em 1908, na cidade de Jersey, nos Estados Unidos, para o combate a febre tifóide (EPA, 2000). Atualmente, quando utilizado no tratamento da água, tem como objetivo a desinfecção bactericida (eliminação de microrganismos patogênicos), a oxidação ou até mesmo as duas. A desinfecção é o objetivo principal mais comum da cloração, o que acarreta, muitas vezes, no uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos (BAZZOLI, 1993). Quando combinado entre si na forma de mono, di e tricloraminas o cloro 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 microrganismos, uma vez que, alguns deles são resistentes à ação do cloro (MORAES, 2014).

O cloro muitas vezes é confundido pela tireóide com o iodo, devido a mesma classificação atômica. Devido a esse problema pessoas que ingerem muito cloro podem sofrer de hipotireoidismo, aumentando nestas pessoas a tendência de produzir fadiga, engordar, ocorrer um descontrole de temperatura, baixa imunidade e descontrole hormonal (BUSCA SAÚDE, 2010).

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 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).

### 2.2.5 Dureza

A dureza refere-se há presença de alcalinos-terrosos, sendo os principais encontrados, os íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), estes tem uma concentração superior aos demais íons alcalinos-terrosos encontrados na água (ABDALLA, 2010). Quando a quantidade de  $\text{CaCO}_3$  for menor que 100 ppm, a água é considerada "mole", até 270 ppm é "semi-dura", até 360 ppm "dura" e acima de 470 ppm a água é considerada "muito dura" (CERQUEIRA et al, 2006).

De acordo com Alvarenga o cálcio é importante principalmente para a formação e manutenção dos ossos e dentes e para a contração muscular, atuando no controle dos batimentos cardíacos e na transmissão de impulsos nervosos.

A deficiência de cálcio pode levar à irritabilidade, insônia, redução de memória, contrações musculares contínuas, deformidades ósseas e hipertensão. Já o magnésio atua principalmente contra doenças cardíacas, ajuda no funcionamento dos músculos, do coração e no processo digestivo, além de ser um componente importante dos ossos. Sua deficiência pode causar câimbras, dores de cabeça de origem vascular, nervosismo, fraqueza muscular, zumbido ininterrupto no ouvido, hipertensão e osteoporose (ALVARENGA, 2007).

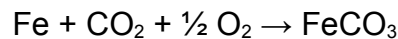
A utilização de água dura pode estar relacionada com a incidência de algumas doenças como eczema atópico e a presença de alguns metais como ferro, alumínio, zinco e manganês, que podem contribuir para o aparecimento da dureza da água, podendo ser tóxicos em altas concentrações (CASTRO, 2013).

Águas com elevados níveis de dureza reduzem a formação de espuma, o que implica um maior consumo de sabões, além de provocar incrustações nas tubulações de água, em função da precipitação dos cátions em altas temperaturas. Existem evidências de que a ingestão de águas duras contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Segundo o Ministério da Saúde, a dureza da água não deve ultrapassar o valor de 500 mg/L.

## 2.2.6 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, (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  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{Fe}^{+3}$ , sendo que, o  $\text{Fe}^{+2}$  (íon ferroso) é mais solúvel do que o  $\text{Fe}^{+3}$  (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. Durante o tratamento porém, é importante a presença do ferro durante os processos de coagulação e de floculação (PIVELI, 2012).

Segundo a portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido (VMP) é de 0,3 g/L de Ferro total (ambos os íons), porém, segundo ocloro 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)

### 2.2.7 TURBIDEZ

A turbidez de uma amostra de água, refere-se ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Muitas vezes, confere uma aparência turva (COUTO, 2000; CETESB, 2009).

As principal causa da turbidez é a presença de materiais sólidos em suspensão, sendo eles: Silte, argila, sílica e colóides. Outras causas são, a matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e algas (COUTO, 2000).

Existem alguns fenômenos que aumentam o nível de turbidez da água, como a erosão das margens dos rios, principalmente em estações chuvosas, os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais (CETESB, 2009).

Altos níveis de turbidez causam a redução da fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Essa redução na produção de oxigênio pode acarretar problemas as comunidades biológicas aquáticas, além do fato de que as partículas em suspensão localizadas próximas à superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água (COUTO, 2000; CETESB, 2009).

De acordo com a portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, águas com filtração lenta, devem conter turbidez com valor máximo de 0,5 NTU, e com filtração rápida, de 1,0 NTU em 95% das análises, os outros 5%, não podem ultrapassar o valor de 5,0 NTU (BRASIL, 2013).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DAS COLETAS

Foram estabelecidos quatro pontos de coleta, denominados A,B,C e D, sendo que o ponto de coleta A, localizava-se no bloco G, os pontos B e C, no bloco C, e o ponto D entre os blocos A,B e C. As amostras foram todas coletadas em recipientes de vidro com capacidade para 1 litro, sendo que estes foram previamente esterilizados em autoclave a 121°C durante 15 minutos. Os pontos de coleta foram esterilizados com Álcool 30% (devido a falta do Álcool 70%). Primeiramente, deixou-se escoar a água durante 5 minutos (Figura 1), a fim de remover eventuais impurezas presentes no encanamento e que sairiam na água durante a coleta. Ao coletar, por instrução do orientador esterilizou-se a mão das responsáveis pela coleta utilizando Álcool 30%, estas então, tomaram o cuidado de durante a coleta, não deixar que a abertura do vidro encostasse na mão ou em outras possíveis fontes de contaminação (Figura 2). Encheu-se então  $\frac{3}{4}$  do vidro, que foi imediatamente tampado, para evitar contaminações externas. As amostras foram então armazenadas em um isopor (que também havia sido esterilizado com Álcool 30%) com gelo, permanecendo assim a até 6°C, valor indicado pela NBR 9898. Antes de inserir as amostras no gelo, são tomadas as temperaturas utilizando um termômetro de mercúrio.



**Fig. 1:** A água sendo escoada durante 5 minutos antes da coleta

**Fonte:** Capturada pelo grupo



**Fig. 2:** Coleta das amostras em um dos pontos **Fonte:** Capturada pelo grupo

### 3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS (COLIFORMES TOTAIS)

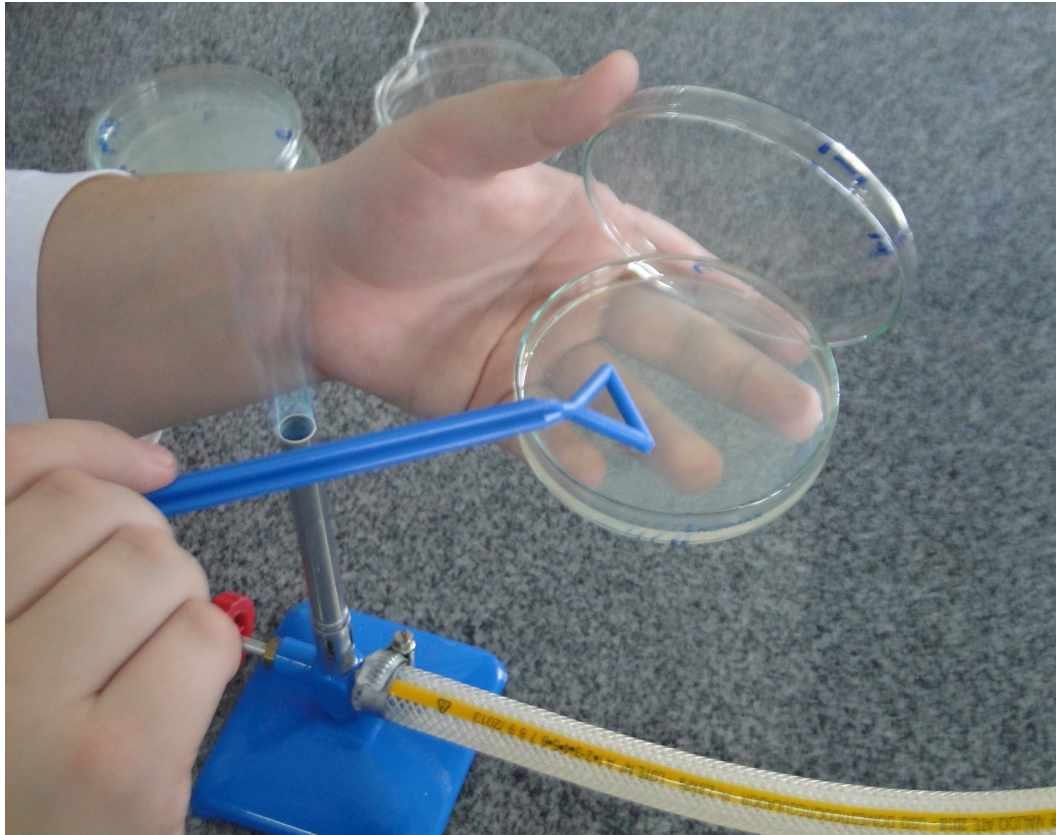
Devido a disponibilidade de reagentes e de alguns equipamentos o método escolhido para a análise microbiológica foi o de espalhamento de placa spread plate. Este método nos traz indicativos da presença de bactérias heterotróficas, portanto podem apontar contaminação de coliformes, porém sem trazer a diferenciação de bactérias do grupo termotolerantes.

No dia anterior a coleta foi preparado o meio de cultivo Plate Count Agar (PCA) que foi esterilizado a 120 °C durante 15 minutos em autoclave. Outros equipamentos utilizados como as placa de Petri e a alça de Drigalsky também foram previamente esterilizados em autoclave a mesma temperatura por 30 minutos.

Para a análise microbiológica foram escolhidos três volumes padrões para cada bebedouro: 100 *uL* , 500 *uL* e 1.000 *uL* .

Após a coleta as amostras foram levadas imediatamente ao laboratório sendo postas perto da chama do bico de bunsen, onde iniciou-se a pipetagem das amostras para as placas e com o auxílio da alça de Drigalsky espalhou-se uniformemente a amostra semeando assim toda a superfície da placa com o meio, esse procedimento foi repetido em todos os bebedouros e sempre perto da chama do bico de bunsen (figura 3), com a troca de alça de Drigalsky para cada bebedouro e de ponteira para cada pipetagem, afim de se evitar possíveis contaminações.

Finalizado o processo aguardou-se 15 minutos; após, as placas de Petri foram levadas para a estufa a 35°C e incubadas por um período de 24 horas, onde ocorreu a primeira observação, e depois de mais 24h (somando 48h) ocorreu uma nova observação.



**Fig. 3:** Procedimento de análise microbiológica pelo método de espalhamento de placa spread plate. **Fonte:** Capturada pelo grupo.

### 3.3 CLORO

Para a determinação do Cloro, inicialmente utilizou-se o método volumétrico com Tiosulfato de Sódio, que determina Hipoclorito de Sódio em água sanitária, mas que adaptou-se para a realização da determinação em águas de consumo humano. Ao realizar-se este experimento porém, não obteve-se os resultados esperados, uma vez que apesar das diversas repetições do experimento, as reações esperadas (mudança de coloração durante titulação e na adição do indicador) não aconteciam.

Passou-se então ao uso do método de Mohr, utilizado na determinação

de Cloretos, este, apesar das diversas repetições, também não deu certo, uma vez que durante a titulação do Nitrato de Prata, utilizando como indicador o Clorato de Potássio, aparecia um precipitado de coloração branca ou vermelho-tijolo, antes que a solução atingisse seu ponto de viragem, o que indica erro na titulação, após busca bibliográfica dos motivos deste erro, optou-se por uma alteração na quantidade de indicador, de 1mL, para 16 gotas, havendo, após isso, a permanências dos problemas na titulação, ocorreu uma tentativa também com 2 gotas, porém o erro fez-se igualmente presente. Tentou-se então, uma alteração na concentração da solução de Nitrato de Prata, de 0,1M para 0,05M e depois para 0,01M, porém, havendo permanência do erro, este método foi também descartado pelo grupo.

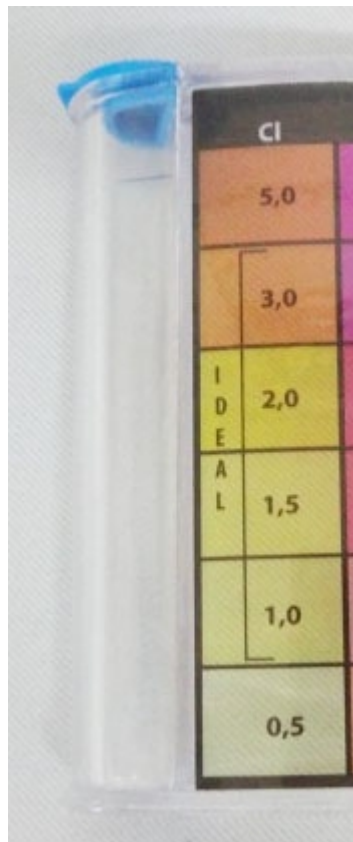
Estes problemas na titulação deram-se principalmente, por haverem muitas divergências em relação a quantidade e concentração das soluções e do indicador dentro da bibliografia, sendo necessários então testes de diversos modos, porém, sem obter nenhum sucesso. Além disso, o grupo definiu como fonte de erro, o fato de ainda não ter aulas de química analítica, e esta metodologia consiste em diversos passos onde esta unidade curricular está presente.

Por fim, a determinação de cloro foi feita através de um processo colorimétrico de comparação visual onde são adicionadas três gotas de uma solução aquosa de cloridrato de orto-tolidina à 0,05% em meio ácido ( $C_{14}H_{16}N_2$ ) que reage com o cloro formando um complexo de coloração amarelada. Este método é muito comum em piscinas, pois nas mesmas, não necessita-se de uma escala tão precisa, nos dando assim, ao utilizar este método para determinar a quantidade de Cloro na água dos bebedouros, a desvantagem de um valor aproximado e sem muita precisão. Na figura 4 vemos um kit semelhante ao que grupo usou, que mede a quantidade de cloro e o pH de piscinas, e na figura 5 apresenta-se o detalhe da escala do equipamento, onde a medida compreendida por “ideal” foi desconsiderada, uma vez que o ideal para a água das piscinas é diferente do ideal para a água de consumo humano.



**Fig. 4:** kit para determinação do Cloro e pH

**Fonte:** <http://www.piccinini.com.br/wp-content/uploads/2014/0630511021-300x285.jpg>



**Fig. 5:** Escala do equipamento utilizado para comparação colorimétrica a fim de determinar a quantidade de Cloro.

**Fonte:** <http://www.rodanesportelazer.com.br/>

### 3.4 FLÚOR

O método utilizado para as verificações da quantidade de flúor presente na água foram através da utilização de um fluorímetro digital, um instrumento que efetua leituras dos íons fluoretos utilizando como princípio de medição o método colorimétrico SPADNS (sodium 2-(parasulfophenylazo)-1,8-dihidroxy-3,6-naphthalene disulfonate, também chamado 4,5-dihidroxy-3 (parasulfophenylazo)-2,7-naphthalenedisulfonic-acid-trisodium-salt).

Com a adição da solução de SPADNS a amostra adquire uma coloração rosea/ avermelhada. Quanto maior a concentração de flúor presente na amostra, mais incolor tende a ficar a mesma, logo, quanto mais avermelhada a amostra, menor a concentração de flúor presente.

O método consiste na adição de 2mL da solução de SPADNS em 10mL da amostra. A solução padrão foi preparada a partir do acréscimo de 2mL da solução de SPADNS com 10mL de água deionizada, que teoricamente possui 0 ppm. A solução para a calibração foi preparada a partir de uma solução de flúor 1ppm juntamente com 2mL da solução de SPADNS.

### 3.5 pH

Para a análise do pH, foi utilizado o método da medição elétrica, devido a sua fácil manipulação e precisão.

Segundo Bojorge o pHmetro (instrumento utilizado no método de medição elétrica) consiste em dois 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 separados por uma membrana, que permite a passagem da corrente eletroquímica. O valor da solução testada, é indicada pela diferença de potencial (BOJORGE, 2012).

Para que os eletrodos permaneçam constantes eles devem ficar em uma

câmara de fluxo. Geralmente é incluído um terceiro eletrodo (resistência) na câmara de fluxo, onde sua finalidade é a compensação da variação de temperatura.

Antes de analisar o pH de qualquer substância é preciso calibrar o pHmetro, para a calibração desse instrumento, foram utilizadas as soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, após 30 minutos do momento em que o aparelho foi ligado, é mergulhado em um béquer com a solução tampão de 7,0, repetido com a solução de 4,0 e ajustada a leitura até igualar com o valor de pH indicado na solução tampão.

### 3.6 TURBIDEZ

Para verificar a turbidez das amostras foi utilizado um turbidímetro, equipamento utilizado para medir a turbidez de um líquido. O aparelho compara o espalhamento de um feixe de luz que passa pela amostra, com o feixe de luz de igual intensidade que passa pela solução padrão de calibração (CARDOSO, 2011).

### 3.7 FERRO

A metodologia escolhida para o Ferro foi a do método espectrofotométrico, nele, é realizada uma reação de complexação com a orto-fenantrolina, que reage com o ferro ferroso produzindo um composto avermelhado, faz-se então a calibração do espectrofotômetro a 530 nm. 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 adicionando-se hidroxilamina em meio ácido ( $NH_2OH.HCl$ ) a amostra, com aquecimento em chapa e controlando-se a quantidade de amostra evaporada (PIVELI, 2012)

Porém para realizar-se este método, houve indisponibilidade de reagentes, o que fez com que não pudessemos realizar este método. Foram buscados também kits colorimétricos para resultado aproximado, através de

comparação visual, porém estes kits não estavam disponíveis nas lojas buscadas e caso ocorresse compra pela internet, o kit não chegaria a tempo.

### 3.8 DUREZA

Para a determinação da dureza foi utilizado o método de volumetria de complexação que consiste em uma titulação com uma solução de concentração desconhecida, neste caso, a concentração de  $\text{CaCO}_3$  presente na água, com uma solução titulante que é um agente complexante. Os complexos ou compostos de coordenação são substâncias químicas formadas por um ou mais metais, ligados a um ou mais ligantes, onde os ligantes são espécies químicas que possuem ao menos um par de elétrons que podem ser doados a um metal formando um complexo (FERNADES, 2014).

De início foram preparadas as soluções de EDTA e a solução tampão pH = 10 de  $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$ . Para o EDTA foram pesados 1,86 g e avolumando com água deionizada até 250 mL e para a solução tampão de pH 10 foi pesado 6,5g de Cloreto de Amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e adicionado 57mL de Hidróxido de Amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) e avolumou-se até 100mL (ROSA, GAUTO, GONÇALVEZ, 2013).

Esse método consiste em utilizar 50 mL de amostra (água) e adicionar 1 mL de solução tampão pH = 10, esta solução é importante devido a atuação do EDTA que necessita de um pH constante para que não haja interferência nos cálculos. Em seguida é adicionado 3 gotas do indicador Negro de Eriocromo T, que são chamados de metalocromicos estes são agentes complexantes fracos, ou seja, formam complexos com baixa estabilidade, fazendo com que ele tenha uma maior facilidade de ser decomposto para a formação de outro complexo entre um ligante mais forte. O Negro de Eriocromo T dá uma cor roxa à amostra com solução tampão. Em seguida começa a titulação com o EDTA (Ácido Etilenodiaminotetracético -  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ ) à 0,02 M, que é um ligante polidentado, ou seja, que possui vários sítios ligantes. Após o uso de um determinado volume de EDTA a amostra começara a apresentar uma coloração azulada, e é nessa hora que a titulação acaba e o volume gasto de EDTA será utilizado na fórmula abaixo, para

poder encontrar a concentração de  $\text{CaCO}_3$  (em mg/L) que determina a dureza da água (FERNANDES, 2014).

$$\text{CaCO}_3 = [\text{EDTA}] \cdot V_t \cdot 2001,8$$

Podemos perceber que a concentração de  $\text{CaCO}_3$  é dada pela multiplicação da concentração de EDTA, volume gasto de EDTA e 2001,8 que é o valor fixo da fórmula.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 TEMPERATURA

Logo no momento da análise foram registradas as temperaturas de todos os pontos de coleta (A, B, C e D), tendo registradas as temperaturas expressas no quadro a seguir:

**Tabela 1: Temperatura nos pontos de coleta**

Ponto de coleta	Temperatura
A	10°C
B	10° C
C	25,5° C
D	16° C

A legislação vigente não estabelece nenhum tipo de limite de temperatura para os bebedouros, mas o que foi percebido, é que apesar dos bebedouros B e C estarem localizados muito próximos, o que mais tem uso é o bebedouro B, que possui temperatura menor.

### 4.2 PRESENÇA DE MICROORGANISMOS

Após o período de incubação (24h) (o período pode ser visto na figura 7) pode perceber-se o crescimento de fungos nas placas da amostra B de volume 100 uLitros e 500 uLitros, e nas placas da amostra D de volume 500 microlitros e 1000uL. Estas placas foram retiradas da estufa por já apresentarem contaminação, as demais foram mantidas na estufa por um período adicional de 24 horas.

No dia seguinte (48h após o início da incubação) examinou-se novamente

as placas e obtiveram-se os seguintes resultados expressos na tabela 2 a seguir:

**Tabela 2: Meios de cultivo onde desenvolveram-se microorganismos**

Bebedouro/Análise	100 $\mu$ L	500 $\mu$ L	1.000 $\mu$ L
A	Não houve crescimento	Não houve crescimento	Não houve crescimento
B	Crescimento de fungo	Crescimento de fungo	Crescimento de actomicetos, bactérias e fungos
C	Crescimento de fungo	Crescimento de fungo	Crescimento de fungo
D	Não houve crescimento	Crescimento de fungo	Crescimento de fungo

Com os dados obtidos podemos perceber que a maioria das amostras apresentava contaminação não por bactérias e sim por fungos, porém estes como quaisquer microorganismos, estão presentes em tudo sendo natural que os encontremos em amostras de água não esterilizada.

Além disso, esse método de contagem em placa é qualitativo-quantitativo para bactérias de uma forma geral. Mas também é limitado, pois usa-se PCA, o que facilita o crescimento de bactérias heterotróficas. Os poucos fungos que cresceram são aqueles que tem condições de crescer nas especificações do PCA. Portanto esse método caracteriza somente uma parte da comunidade microbiana da água.

Os dados microbiológicos obtidos tratam-se de indicativos da presença de bactérias heterotróficas, não sendo possível concluir se a água é potável ou não, pois seria preciso fazer o teste presuntivo e o confirmativo para coliformes.



**Fig. 6:** Meios de cultivo dentro da estufa

**Fonte:** capturada pelo grupo



**Fig. 7:** Crescimento de microorganismos no meio de cultivo

**Fonte:** capturada pelo grupo

### 4.3 FLÚOR

Ao adicionar-se às amostras a solução de SPANS notou-se uma coloração avermelhada, indicando que havia pequena concentração de íons fluoreto. Esta nossa primeira hipótese foi comprovada ao colocarmos o frasco, com a solução de SPANS e 10 mL amostra, no espaço destinado para a cubeta.

Os dados obtidos através das análises foram realizados em triplicata e foi retirada a média, como pode ser visto na tabela a seguir (tabela 3).

**Tabela 3: Dados obtidos através do uso do fluorímetro**

Bebedouro/Análise	1	2	3	Média
A	0,68 mg/L	0,53 mg/L	0,71 mg/L	0,64 mg/L
B	0,42 mg/L	0,25 mg/L	0,31 mg/L	0,33 mg/L
C	0,73 mg/L	0,37 mg/L	0,63 mg/L	0,58 mg/L
D	0,21 mg/L	0,49 mg/L	0,46 mg/L	0,39 mg/L

O ministério da saúde, indica como valor máximo permitido para fluoretos 1,5 mg/L. Sendo assim, todos os bebedouros tem seus valores de Flúor dentro do permitido, e não existindo um valor mínimo, pode afirmar-se que o parâmetro tem resultados muito bons.

É importante ressaltar que podem ter ocorrido erros de leitura devido a íons interferentes como os cloretos, ou erros do próprio fluorímetro, que apesar de calibrado, apresentava problemas frequentemente desligando-se e necessitando assim de uma re-calibração, até que fosse possível analisar todos os bebedouros em triplicata, sem interrupções.

### 4.4 DUREZA

Após realizada a titulação foram organizados todos os dados obtidos na

tabela 4 que apresenta o volume gasto de EDTA para cada titulação e sua respectiva média por bebedouro.

**Tabela 4: Dados obtidos da titulação**

<b>Amostra / Bebedouro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Média dos resultados</b>
<b>A</b>	2,1 mL	2 mL	3,4 mL	2,5 mL
<b>B</b>	2,2 mL	2,2 mL	1,7 mL	2,0 mL
<b>C</b>	2,2 mL	1,5 mL	1,8 mL	1,9 mL
<b>D</b>	1,4 mL	2,9 mL	2,1 mL	2,1 mL

Nas figuras 8 e 9, podemos ver o procedimento da titulação, mostrando o sistema montado, e a coloração da solução da amostra+indicador antes e depois da titulação.



**Fig. 8:** Solução antes da titulação  
**Fonte:** capturada pelo grupo



**Fig. 9:** Soluções após as titulações, com os volumes gastos e identificação dos bebedouros nos kitassatos  
**Fonte:** Capturada pelo grupo

Com a média pronta, foi utilizado o valor do volume gasto de EDTA para o cálculo da determinação de  $\text{CaCO}_3$  na água. Tais valores podem ser vistos abaixo na tabela 5:

**Tabela 5: Dureza de cada bebedouro**

<b>Bebedouros</b>	<b>Resultados de <math>\text{CaCO}_3</math> (mg/L)</b>
<b>A</b>	100,09 mg/L
<b>B</b>	80,07 mg/L
<b>C</b>	76,07 mg/L
<b>D</b>	84,08 mg/L

Conforme a portaria vigente (MS 2.914/11), o valor máximo permitido para dureza encontrada em água para consumo humano é de 500 mg/L. Como podemos ver na tabela 4, os resultados das amostras ficaram com valores aproximados e todas as amostras analisadas apresentaram valores dentro do limite permitido.

#### 4.5 TURBIDEZ

De acordo com a portaria n° 2914/11 do Ministério da Saúde, águas com filtração lenta, devem conter turbidez com valor máximo de 0,5 NTU (Unidade Nefelométricas de turbidez) em 95% das amostras, e os 5% restantes não podem ultrapassar 5,0 NTU. Podemos ver abaixo na tabela 6 os dados obtidos através do turbidímetro e sua respectiva média (BRASIL, 2013).

**Tabela 6: Resultados da análise da turbidez.**

<b>Bebedouro/ Amostra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Turbidez média (NTU)</b>
<b>A</b>	0,74	0,46	0,39	0,53
<b>B</b>	0,51	0,55	0,48	0,51
<b>C</b>	0,53	0,56	0,52	0,54
<b>D</b>	0,68	0,74	0,72	0,68

Podemos ver que todos os valores estão dentro do padrão estabelecido pela portaria vigente, ou seja, nenhum dos valores encontrados está acima do valor permitido. Esses resultados garantem que a água não possui uma alta presença de sólidos em suspensão, garantindo uma maior transparência para a água consumida no IFSC.

#### 4.6 pH

A análise do pH foi feita com o pHmetro portátil, logo após a coleta, foram analisada três vezes cada amostra, e retirada a média, como pode ser observado na tabela 7 a seguir:

**Tabela 7: Dados obtidos com o uso do pHmetro**

<b>Bebedouro / Análise</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Média</b>
<b>A</b>	5,37	5,36	5,58	5,44
<b>B</b>	5,60	5,76	5,90	5,75
<b>C</b>	5,76	5,76	5,84	5,79
<b>D</b>	5,84	5,91	6,10	5,95

Segundo a portaria vigente, para a água estar adequada para o consumo, o pH deve ser mantido entre 6,0 e 9,5. Ou seja, no campus, nenhum dos bebedouros obedece aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, apesar de, ao analisarmos resultados de pesquisa, nunca devemos deixar de considerar fontes de erro, como por exemplo, no momento de calibração do pHmetro, ou na limpeza do bulbo, interferindo no pH da água. Levando em consideração os resultados nessa pesquisa obtidos, deve-se ter atenção em relação a este parâmetro, uma vez que o pH, não possui muita dificuldade de ser controlado, e sendo assim, deve ser cobrada sua permanência dentro dos valores instituídos pela legislação. Ressaltamos ainda, que os estudos sobre a interferência de uma água alcalina ou ácida no corpo humano, ainda são muito pouco fundamentados cientificamente, visando muitas vezes apenas o marketing, e se tornando por isso, muito divergentes de acordo com o autor, dificultando assim, uma real conclusão sobre o grau do problema de uma água com pH fora do considerado ideal pela legislação.

#### 4.7 Cloro

Para a análise do cloro, aplicou-se o método da orto-tolidina, utilizando-se um kit da marca Netuno, pode ser obtida a quantidade de cloro residual livre na água, em mg/L. Porém, os valores que este método dá, variam de 0,5 mg/L até 5,0 mg/L. Os dados obtidos na análise do cloro, podem ser vistos na tabela abaixo (Tabela 8):

**Tabela 8: Dados obtidos na análise do cloro.**

<b>Bebedouro</b>	<b>Quantidade de Cloro residual livre</b>
A	Entre 0,5 mg/L e 1,0 mg/L
B	Entre 1,0 mg/L e 2,0 mg/L
C	Entre 1,0 mg/L e 1,5 mg/L
D	Entre 1,0 mg/L e 1,5 mg/L

Segundo a portaria vigente, o teor de cloro residual livre presente na água

deve ser de no mínimo 0,2 mg/L, deve apresentar, em todo o sistema até 2mg/L, com algumas excessões onde o valor pode chegar a 5,0 mg/L.

Comparando tais informações com os dados obtidos podemos ver que todos os bebedouros estão dentro das normas determinadas para o cloro residual livre, sendo que o bebedouro A apresenta um valor mais baixo, entre 0,5 mg/L e 1,0 mg/L e o bebedouro B apresenta o valor mais alto, ficando entre 1,0 mg/L e 2,0 mg/L porém os dois valores ainda estão dentro do permitido na legislação vigente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para realizarmos as conclusões, necessitamos de uma observação dos parâmetros de maneira geral, para isso foi construída a seguinte tabela:

**Tabela 9: Resumo dos parâmetros analisados, seus resultados e sua comparação com a legislação**

Parâmetros/ valores de	A	B	C	D	Portaria nº 2.914/2011
Cloro	Entre 0,5 mg/L e 1,0 mg/L	Entre 1,0 mg/L e 2,0 mg/L	Entre 1,0 mg/L e 1,5 mg/L	Entre 1,0 mg/L e 1,5 mg/L	De 0,2 mg/L a 2,0 mg/L
Flúor	0,64 mg/L	0,33 mg/L	0,58 mg/L	0,39 mg/L	Até 1,5 mg/L de fluoretos
pH	5,44	5,75	5,79	5,95	Entre 6,0 e 9,5
Turbidez	0,53 NTU	0,51 NTU	0,54 NTU	0,68 NTU	Até 0,5 NTU
Coliformes	Ausência em todos os ensaios	Presença provável em 1/3 ensaios.	Ausência em todos os ensaios	Ausência em todos os ensaios	Ausência
Dureza	100,09 mg/L	80,07 mg/L	76,07 mg/L	84,08 mg/L	Até 500 mg/L

Na tabela, observa-se em verde os parâmetros que se localizam dentro dos limites exigidos pela legislação e em vermelho, os parâmetros fora da mesma.

Pode-se ver que nos parâmetros Cloro, Flúor e Dureza, todos os parâmetros estão dentro dos valores permitidos e os desvios da legislação estão principalmente no pH e na turbidez, onde nenhum dos bebedouros apresentou valores dentro dos esperados. Nota-se que ocorrem bastante divergências dentro da bibliografia, em relação ao quão preocupante são tais alterações, uma vez que encontram-se autores que indicam valores como ideais, diferentes dos valores da legislação. Porém, se a legislação existe, deve ser seguida e portanto, tais valores deveriam ser controlados para não desviarem-se dos valores permitidos.

Observando as hipóteses anteriormente criadas, pode-se ver que a primeira hipótese que diz que “A água utilizada para consumo humano no campus Jaraguá do Sul, não excede os limites de coliformes apresentados na legislação

vigente”, está parcialmente correta, uma vez que o único bebedouro a apresentar contaminação foi o bebedouro denominado B. Porém, é importante ressaltar que não se pode ter certeza que esta contaminação é de coliforme, uma vez que esta análise poderia dar também como positiva no caso de outros microorganismos que se desenvolvem neste mesmo meio. Além disso, durante a criação do meio de cultivo, outras contaminações externas podem ter entrado em contato com o meio e sendo assim, alterando resultados

A segunda hipótese dizia que “não existe diferença significativa entre os parâmetros da água das torneiras e dos bebedouros do campus Jaraguá do Sul”, não foram realizados estudos em relação as torneiras, apesar de ser uma das opções iniciais, isso se deu, principalmente, pelo curto espaço de tempo para realização dos experimentos associados a escolha de muitos parâmetros para investigação, e resultando em uma escolha entre os parâmetros das torneiras ou bebedouros, observou-se então, que os bebedouros, teriam mais relevância uma vez que nestes, as pessoas tem um contato com a água, sendo que a mesma entra em um contato direto com o organismo, e não apenas superficialmente, como ao lavar as mãos por exemplo, ou em pequenas quantidades, como ao escovar os dentes.

Ao conversar com o setor da infra-estrutura do campus, obtiveram-se informações que comprovam a terceira hipótese, “O filtro do bebedouro não recebe manutenção ou supervisão periodicamente”, segundo empregados do setor, não se tem registro de nenhuma manutenção realizada nos bebedouros, com exceção de uma limpeza superficial ou manutenção em caso de dano, mas que, jamais foi associada ao filtro de carvão ativado. Além disso, apesar de afirmarem que a caixa da água é limpa a cada seis meses, não existe nenhum tipo de documentação para registro dessas limpezas. Com base nessa informação, foi criada uma sugestão de acompanhamento para a limpeza e manutenção dos bebedouros e caixas da água, disponível no anexo 1.

A última hipótese, sugeria que “os parâmetros físico-químicos analisados estão dentro dos limites estabelecidos na legislação vigente”, assim como a primeira, esta hipótese está parcialmente correta, visto que os parâmetros Cloro,

Flúor e Dureza estão dentro dos limites, já a Turbidez e o pH não, apesar dos valores não se afastarem muito dos limites, é importante que permaneçam em observação e se possível sejam corrigidos, para garantir uma água cada vez melhor para o consumo humano.

Os objetivos inicialmente propostos: “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 (ativo), Flúor, Alumínio, Ferro II e Manganês II” e “Analisar a potabilidade da água de acordo com os parâmetros microbiológicos da quantidade de coliformes totais e fecais presentes na água” foram quase todos cumpridos, uma vez que foi possível analisar a Temperatura, o pH, a Dureza, a Turbidez, o Cloro residual e o Flúor com êxito, apesar de algumas mudanças nas metodologias inicialmente propostas, porém não foi possível realizar a análise da quantidade de Ferro II e Manganês II, devido a falta de equipamentos e reagentes necessários para estas análises. Já as análises microbiológicas foram feitas, e pôde observar-se o crescimento de microorganismo (bactérias e fungos), em um dos meios de cultivo, porém não pôde identificar-se se estes, eram coliformes fecais realmente, apesar de está ser a maior provabilidade.

Nosso ultimo objetivo, “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” também foi cumprida, levando em consideração todos os nossos resultados obtidos e concluímos que a água do IFSC - campus Jaraguá do Sul, atualmente é potável em quase todos os parâmetros, com exceção da turbidez, do pH, e do desenvolvimento de Microorganismos em um dos bebedouros. Não existem pesquisas realmente fundamentadas de modo a demonstrar um grande nível de interferência na saúde humana quando levemente alterados, assim como em nossos resultados, tornando assim, em seu estado atual, e baseando-se nas bibliografias disponíveis até o momento, apta para o consumo humano. No caso da contaminação de microorganismos detectada, deve ser levado em conta o fato de que esta é uma análise muito suscetiva a contaminações, e levando em conta que foram preparados três meios de cultivo com as amostras deste bebedouro e apenas

uma delas demonstrou desenvolvimento de microorganismos, adota-se que existam duas possibilidades, a primeira é de uma contaminação externa durante a realização da análise e a segunda é de uma real presença da contaminação no bebedouro, fator este preocupante pelo número de doenças que uma contaminação deste tipo pode ocasionar.

## 6 REFERÊNCIAS

ABDALLA, Kênia V. P., **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-Ma.** Engenharia Química UFMA, Maranhão, 2010.

ALVARENGA, Gabriel. **A importância dos nutrientes para uma vida saudável.** Rio de Janeiro, 2007.

American Dental Association (ADA). **Report of the American Dental Association's special committee on the future of dentistry:** issue papers on dental research, manpower, education, practice and public and professional concerns. Chicago, 1993.

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 a Cólera.** Apostila da Fundação Nacional de Saúde-Coordenação Regional de Minas Gerais. Recife: FNS/Opas.

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

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.

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.

BUSCA SAÚDE, **Efeitos do Cloro no Corpo Humano**, 2014. Disponível em: <<http://www.buscasaude.com.br/produtos-naturais/efeitos-do-cloro-no-corpo-humano/>>  
Acesso em: 21/10/14

CASTRO, Arianne S., SILVA, Bruno M., FABRI, Rodrigo L., **Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora, Minas Gerais.** Juiz de Fora, MG, 2013.

CARDOSO, Thaiany. G. **Sensor de turbidez para análise de amostras de água.** Brasília, 2011.

CERQUEIRA, Mônica M.O.P. et al. **Qualidade da água e seu impacto na qualidade microbiológica do leite.** Goiânia: Talento, 2006.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **Ficha de Informações Toxicológicas - Cloro**, 2011

CETESB. **Variáveis da qualidade das águas: Ferro**, 2012.

CETESB, **Turbidez.** São Paulo, 2009.

COUTO, José L. V. do. **Turbidez** - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, **The History of Drinking Water Treatment**. United States, Office of Water. 2000.

FERNANDES, Dhion M. da Silva. **Volumetria de Complexação**: Determinação de Dureza da Água. Instituto Federal do Ceará - Campus Quixadá, 2014

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Fluoretação**. Brasília-DF, 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.

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

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, Brasil, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e**

**controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, 2006.

MORAES, Peterson B., **Cloração e o UV.** Disponível em:

<[http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502293205/apoio/7/clora\\_\\_o\\_e\\_UV\\_1\\_aluno.pdf](http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502293205/apoio/7/clora__o_e_UV_1_aluno.pdf)> Acesso em 28/05/14

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.

PINTO, V. G., **Saúde Bucal Coletiva.** São Paulo: Editora Santos, 4a edição, 542 p., 2000.

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

ROLDÃO, Alexandra, **A importância da água no corpo humano,** 2013. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/93356008/A-IMPORTANCIA-DA-AGUA-NO-CORPO-HUMANO>> acesso em 14/11/14

ROSA, Gilbert; GAUTO, Marcelo; GONÇALVEZ, Fábio. **Química analítica: práticas de laboratório,** Editora Bookman, Porto Alegre, RS, 2013.

SANTOS, E.S. **caderno pedagógico química análises físico-químicas de águas e de solos .** Pinhais, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1701-6.pdf>> acesso em 21/10/14

SERAFIM, Ana L., VIEIRA, Eilamaria L., LINDEMANN, Ivana L., **Importância da água do organismo humano**, Curso de nutrição do Centro Universitário Franciscano-UNIFRA, 2004.

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

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

SOUZA, F. B.; GIL, J. N. (1998). **Doença Cárie**: Nem infecciosa, nem transmissível. RGO, Porto Alegre, v. 49, n. 3, p.139-144, jul./ago.

# **ANEXOS**



