

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Avaliação da Qualidade da Água distribuída no Campus Capão do Leão da  
Universidade Federal de Pelotas**

Patrick Pereira Franz

Pelotas, 2018

Patrick Pereira Franz

**Avaliação da Qualidade da Água distribuída no Campus Capão do Leão da  
Universidade Federal de Pelotas**

Trabalho acadêmico apresentado no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Müller Vieira

Pelotas, 2018

Patrick Pereira Franz

**Avaliação da Qualidade da Água distribuída no Campus Capão do Leão da  
Universidade Federal de Pelotas**

Data de Defesa: 20/07/2018

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Bruno Muller Vieira (Orientador), Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Pelotas.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Rubia Flores Romani, Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.

---

M.<sup>a</sup> Marília Guidotti Corrêa, Mestra em Química Analítica na instituição de ensino Universidade Federal de Pelotas e Química Licenciatura pela Universidade Federal de Rio Grande.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado capacidade para concluir mais uma etapa, aos meus pais Iomar e Neiva Franz por todo apoio e compreensão, além da paciência que tiveram ao longo desses anos.

Agradeço ao meu irmão Pablo, cunhada Débora e minha sobrinha Brenda Franz por sempre estarem ao meu lado, auxiliando em todas as dificuldades.

Agradeço ao meu orientador professor Bruno Muller Vieira pela ajuda e disposição para conclusão desse trabalho.

Agradeço a todos os professores que passaram ao longo desses anos ajudando para que esse momento fosse realizado.

Agradeço de maneira especial a Marília Guidotti Corrêa, além dos bolsistas e técnicos do Laboratório de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim pelo auxílio na coleta, análises laboratoriais e processamento de dados. O apoio de vocês foi fundamental para a realização deste estudo.

Agradeço aos amigos de universidade pelo apoio, carinho e amizade que tivemos ao longo dos anos.

Meu muito obrigado a todos que indiretamente ou diretamente ajudaram mais uma vez nessa etapa.

Muito Obrigado!

“Combati o bom combate, terminei a corrida, guardei a fé.”

II Timóteo 4:7.

## RESUMO

FRANZ, Patrick Pereira. Avaliação da Qualidade da Água distribuída no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas. 2018, 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A água que recebemos para o consumo humano deve ser fornecida com qualidade e quantidade, uma vez que ela pode oferecer riscos de contaminação a saúde por contaminantes físico, químicos e/ou biológicos. Mesmo com tratamento eficiente, pode oferecer ainda riscos ao longo da rede de distribuição. A legislação brasileira exige uma manutenção e conservação da qualidade da água até a ligação residencial por parte da concessionária. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água potável em alguns pontos de coleta distribuídos no Campus do Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas. Os parâmetros analisados foram pH, cloro residual livre, ferro, manganês, alumínio e coliformes totais. As análises de pH e cloro residual livre foram determinados *in situ* com o uso de equipamentos portáteis enquanto que os demais parâmetros foram determinados no Laboratório de Águas e Efluentes da Agência da Lagoa Mirim. Os resultados demonstraram em um modo geral que estão de acordo com a legislação vigente brasileira na qualidade da água distribuída, enquadrando-se dentro do padrão de potabilidade preconizado pela Portaria MS nº 2914/2011.

Palavras-Chave: parâmetros, rede de distribuição, potabilidade.

## ABSTRACT

FRANZ, Patrick Pereira. Water Quality Assessment distributed at the Capão do Leão Campus of the Federal University of Pelotas. 2018, 49f. Course Completion Work (TCC). Graduation in Environmental and Sanitary Engineering. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The water we receive for human consumption must be provided with quality and quantity, as it may pose risks of contamination to health by physical, chemical and / or biological contaminants. Even with efficient treatment, it can still pose risks along the distribution network. Brazilian legislation requires the maintenance and conservation of water quality until the residential connection by the concessionaire. The objective of this work is to evaluate the quality of drinking water in some collection points distributed in the Capão do Leão Campus of the Federal University of Pelotas. The analyzed parameters were pH, free residual chlorine, iron, manganese, aluminum and total coliforms. Analyses of pH and free residual chlorine were determined in situ with the use of portable equipment, while the other parameters were determined in the Water and Effluent Laboratory of Lagoa Mirim Agency. The results showed, in a general way, that they are in accordance with the Brazilian legislation in the quality of the water distributed, within the standard of potability recommended by Ordinance MS nº 2914/2011.

Keywords: parameters, distribution network, potability.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Estação de Tratamento Terras Baixas	27
Figura 2 – Mapa dos pontos de coleta	31

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resultado da análise de Cloro Residual Livre do ano de 2016	32
Tabela 2 – Resultado da análise de Cloro Residual Livre do ano de 2017	33
Tabela 3 – Resultado da análise de pH do ano de 2016	34
Tabela 4 – Resultado da análise de pH do ano de 2017	34
Tabela 5 – Tabela simplificada do anexo X de padrão organoléptico de potabilidade	36
Tabela 6 – Resultado da análise de ferro e manganês do ano de 2016	36
Tabela 7 – Resultado da análise de ferro e manganês do ano de 2017	37
Tabela 8 – Resultado da análise de Coliformes Total do ano de 2016	38
Tabela 9 – Resultado da análise de Coliformes Total do ano de 2017	38
Tabela 10 – Resultado da análise de Alumínio do ano de 2016	39
Tabela 11 – Resultado da análise de Alumínio do ano de 2017	39

### **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ALM	Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim
BSB	Brasília
ETA	Estação de Tratamento de Água
GM	Gabinete do Ministro
IAS	Instituto Agronômico do Sul
MS	Ministério da Saúde
NMP	Número Mais Provável
Sanep	Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
Uepae	Unidades Experimentais de Pesquisa de Âmbito Estadual
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
uT	Unidade de Turbidez
VMD	Valores Máximos Desejáveis
VMP	Valores Máximos Permitidos

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Legislação de potabilidade.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Parâmetros para avaliação da qualidade da água.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH).....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2. Temperatura.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.3. Cloro.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.4. Ferro e Manganês.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.5. Coliformes.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.6. Turbidez.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.7. Alumínio.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Qualidade da água.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1. Qualidade de água no mundo.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2. Qualidade de água no Brasil.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.3. Qualidade de água em Pelotas.....</b>	<b>26</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Local de Estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Amostragem.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3. Determinação dos parâmetros.....</b>	<b>29</b>
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Metodologia.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Parâmetros de Qualidade da água.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.1. Cloro residual livre e pH.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.2. Ferro e Manganês.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.3. Parâmetros microbiológicos.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.4. Alumínio.....</b>	<b>39</b>
<b>5. Conclusões.....</b>	<b>41</b>
<b>Referências.....</b>	<b>42</b>

## 1. Introdução

A água é um recurso natural de bem comum a todos e vem sofrendo mudanças na sua forma de tratamento ao longo dos anos. Segundo Sperling (2005), a qualidade da água é determinada pelo uso e ocupação do solo através de ações antrópicas ou por fenômenos naturais.

O tratamento da água precisa atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Portanto, a água para ser considerada potável para o consumo humano deve atender aos valores máximos permitidos (VMP) quanto aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, radioativos e organolépticos estabelecidos nesta portaria de forma a não oferecer riscos à saúde do consumidor (BRASIL, 2011a).

Uma Estação de tratamento de Água (ETA) normalmente segue as seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção com cloro (LIBÂNIO, 2010). As empresas responsáveis pelo abastecimento público de água têm a responsabilidade de manter um controle preventivo, sob vigilância permanente, da potabilidade desta, desde a saída da ETA até a entrada nas ligações domiciliares (BRASIL, 2011b). O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES, DA SILVA, et al., 2012).

A água neste trabalho é captada do arroio Padre Doutor e tratada na ETA Terras Baixas. Ela abastece o Campus do Capão do Leão – UFPel, Empresa Embrapa Clima Temperado, Escola Municipal Ensino Fundamental Prof.<sup>a</sup> Margarida Gastal e domicílios da região. A ETA é administrada pela Empresa Embrapa Clima Temperado em parceria com a Universidade Federal de Pelotas.

O objetivo do presente estudo é comparar as análises realizadas de pH, cloro, ferro, manganês, alumínio e coliformes com a portaria nº 2.914/2011.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo geral determinar a qualidade da água da ETA Terras Baixas, distribuída no campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL em conjunto com a empresa Embrapa Clima Temperado, que abastecem além dos citados anteriormente a Escola M. E. F. Prof.<sup>a</sup> Margarida Gastal, além de domicílios próximos.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicas da água coletada da ETA, determinando pH, cloro residual livre, ferro, manganês, alumínio e coliformes;
- Verificar se os parâmetros determinados estão dentro dos padrões de potabilidade descritos na portaria 2914/11.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Legislação de potabilidade

A primeira legislação nacional estabelecendo o padrão de potabilidade brasileiro foi a Portaria Brasília (BSB) nº 56, publicada em 14 de março de 1977, após assinatura do Decreto Federal nº 79.367 de 9 de março de 1977 que previu a competência do Ministério da Saúde para legislar sobre normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano. Adicionalmente, caberia ao Ministério da Saúde fiscalizar o cumprimento da legislação em todo o país em articulação com as Secretarias Estaduais e Distrito Federal (BRASIL, 1977).

O padrão de potabilidade indicado na Portaria BSB nº 56/1977 contemplava aspectos microbiológicos e parâmetros de qualidade física, química e organoléptica. Uma característica importante dessa portaria é o estabelecimento de Valores Máximos Desejáveis (VMD), além dos Valores Máximos Permitidos (VMP), para os parâmetros físicos e químicos.

A Portaria Gabinete do Ministro (GM) nº 36/1990 seguida da Portaria Ministério da Saúde (MS) nº 1469 de 29 de dezembro de 2000, que modificou diversos pontos da BSB nº 56/1977 com destaque para o envio de relatórios periódicos ao setor de saúde sobre a qualidade da água distribuída pelos responsáveis pelo abastecimento e a extinção do critério de VMD, que foi substituído por VMP para quatro características físicas e organolépticas e 41 compostos orgânicos e inorgânicos (BRASIL, 2007). Em função do novo ordenamento na estrutura do Ministério da Saúde com a instituição da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), a Portaria MS nº 1469/2000 foi extinta passando a vigorar a Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004.

Atualmente no Brasil está em vigor a Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Por esse motivo, a Portaria MS nº 2.914 de 2011 (Brasil, 2011a) define água potável como aquela que atende aos padrões listados no documento e não oferece riscos à saúde, já que outras substâncias não listadas na portaria podem estar sendo usadas em determinada região e pode atingir a água distribuída à população.

A água utilizada para consumo é um bem essencial que garante saúde e qualidade de vida quando distribuída em quantidade suficiente e com qualidade que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente.

O padrão de potabilidade brasileiro é composto por: a) padrão microbiológico; b) padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção; c) padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários de desinfecção); d) padrão de radioatividade; e) padrão de aceitação para consumo humano (FERREIRA; PÁDUA, 2005).

O artigo 24 da Portaria MS nº 2.914/2011 determina que todos os sistemas de abastecimento de água e as soluções alternativas coletivas devem prever a desinfecção, independentemente do modo de captação (por manancial subterrâneo ou superficial). Apesar disso, o artigo 13 dispõe soluções alternativas, o que inclui a desinfecção, é de incumbência do responsável pelo controle de qualidade e distribuição da água e deve ocorrer ao longo da rede pública de abastecimento até a ligação de entrada de uma unidade residencial.

No Rio Grande do Sul, a obrigatoriedade de limpeza dos reservatórios é de no mínimo uma vez por ano como descreve a Lei nº 9751 de 05 de novembro de 1992, que estabelece a obrigatoriedade da limpeza e higienização dos reservatórios de água, para fins de manutenção dos padrões de potabilidade. A necessidade do tratamento da água e as características desse tratamento dependem fundamentalmente da qualidade da água bruta (RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de, 1991, p.6).

## 2.2. Parâmetros para avaliação da qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Todos esses parâmetros são de determinação rotineira em laboratórios de análise de água (VON SPERLING, M., 2005, p.26).

O grande desafio é reduzir as concentrações desses compostos sem comprometer a segurança da água do ponto de vista microbiológico (SCHOENY, 2010).

O controle e monitoramento da qualidade da água seguem diversos parâmetros e valores com o padrão de potabilidade. No Brasil, a legislação atualmente considera alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos na avaliação da potabilidade da água com destaque no estudo para alguns desses parâmetros que serão verificados a seguir.

### 2.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH traduz a acidez ou alcalinidade da água, representada pela concentração de íons H<sup>+</sup> dissolvidos na água. Segundo Bernardo e Paz (2010), o pH é fundamental para que os processos de coagulação, floculação, filtração e desinfecção ocorram eficientemente, sendo monitorado em todo o processo de tratamento. Além disso, o controle de pH na saída do tratamento tem a finalidade de conservar as redes de distribuição contra corrosões ou incrustações (LIBÂNIO, 2010).

A alcalinidade representa a capacidade de neutralizar ácidos e é importante no processo de coagulação e floculação, já que a adição de coagulantes, por possuírem uma característica ácida, diminuem o pH. A alcalinidade da água tem a função de reagir com o ácido adicionado e manter o pH em um nível ótimo para que a coagulação ocorra de forma eficiente, fornecendo melhores condições para a formação de flocos na floculação. Quando a água não possui alcalinidade suficiente para esses processos, é comum se adicionar álcalis no início do

tratamento (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010; PÁDUA e FERREIRA, 2006).

A acidez e alcalinidade na saída do tratamento não apresentam risco sanitário e sua importância se concentra também no controle de corrosão das tubulações da rede de distribuição, além do cloro (LIBÂNIO, 2010; PÁDUA e FERREIRA, 2006). Em geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH.

O pH é padrão de potabilidade, sendo recomendado pela Portaria MS nº 2914/2011, que seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011a).

### **2.2.2. Temperatura**

A temperatura na água pode interferir em alguns processos nas ETA's, como a coagulação, sedimentação e flotação (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010). No que diz respeito à água distribuída à população, a temperatura não representa um risco à saúde humana, porém é observada uma baixa aceitação de uma água mais quente, já que a dissolução de algumas substâncias pode conferir gosto às águas (PÁDUA e FERREIRA, 2006) e sua velocidade de reação com o cloro aumenta com a elevação da temperatura.

### **2.2.3. Cloro**

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção, a oxidação ou ambas as ações ao mesmo tempo (MEYER, 1994). A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração (BAZZOLI, 1993).

O cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes. Alguns compostos orgânicos dissolvidos também reagem rapidamente com o cloro, mas em geral são necessárias algumas horas para que a maioria das reações do cloro com compostos orgânicos se complete (MEYER, 1994).

Pela Portaria MS 2914/11 não são expressas a concentração mínima de cloro para a saída do tratamento. O importante é que se garanta o tempo de

contato mínimo e a manutenção do cloro residual livre de no mínimo de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> e máximo de 2 mg.L<sup>-1</sup> todo o sistema de distribuição. Nesse sentido, chama-se atenção para os casos em que um ponto único de aplicação do desinfetante não é suficiente, sendo necessário adicionar o cloro em pontos intermediários na rede de distribuição a fim de garantir o residual nas pontas de rede (BRASIL, 2011).

Durante o processo de desinfecção a concentração de desinfetante não é uniforme ao longo do sistema de distribuição de água podendo decair em função de reações com substâncias orgânicas e inorgânicas de reações com biofilme formado nas tubulações, reações com o material da tubulação e das condições do escoamento (BRASIL, 2012).

Portanto, a desinfecção constitui-se em uma operação unitária obrigatória no tratamento da água, cuja função básica consiste na inativação dos microrganismos patogênicos realizada por intermédio de agentes físicos e/ou químicos. O controle da concentração mínima necessária na rede de distribuição restringe a proliferação de microrganismos garantindo segurança ao consumidor (BRASIL, 2014b).

#### **2.2.4. Ferro e Manganês**

O ferro é um constituinte natural do solo e das rochas, podendo ser encontrado em águas de muitas regiões brasileiras em alguns casos, naturalmente teores elevados, que podem superar os limites de padrão de potabilidade (BRASIL, 2004).

O ferro e manganês são elementos naturalmente encontrados em rochas, solos e nas águas naturais, possuindo duas formas essenciais: a forma solúvel ( $Fe^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ) e insolúvel ( $Fe^{+3}$ ,  $Mn^{+3}$  e  $Mn^{+4}$ ). Usualmente, o manganês se manifesta quando há a presença de ferro (LIBÂNIO, 2010).

Para situações que a concentração de ferro ultrapasse o VMP são utilizados produtos que complexam o ferro solúvel, evitando a oxidação do mesmo

pelos compostos de cloro e, consequentemente, a formação de ferro insolúvel na rede de distribuição. O ferro insolúvel é responsável por conferir cor à água, além de gerar efeitos negativos na rede de distribuição, pois pode ser oxidado pelas bactérias formando um precipitado, provocando incrustações e posteriores obstruções nas redes (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010).

Na ETA busca-se a remoção do ferro e manganês para a diminuição da cor da água, podendo ser feita através da pré-oxidação ou pré-cloração, processo que pode favorecer a formação de trihalometano. Eles constituem um grupo de compostos orgânicos que, se consideram derivados do metano em cuja molécula três de seus quatro átomos de hidrogênio foram substituídos por igual número de átomos dos elementos halógenos (cloro, bromo e iodo). Estes três átomos de hidrogênio podem estar substituídos por uma só classe de halógenos como é o caso do triclorometano ou clorofórmio, ou por dois diferentes elementos formando o bromodíclorometano ou por cada um dos três como se observa no iodobromoclorometano. Ainda que para ser denominados sejam vistos como precedentes do metano, este gás nada tem a ver com sua formação real nas águas que são desinfetadas com cloro; pois neste meio eles se originam a partir de produtos orgânicos muito mais complexos que o metanol, que são de ocorrência comum nas águas superficiais, os chamados ácidos húmicos e fúlvicos.

Estas substâncias são derivadas da decomposição da matéria orgânica vegetal, sendo constituídas de mistura de polímeros com estruturas aromáticas heterocíclicas, grupos carboxila e nitrogênio. São denominados precursores de trihalometanos e em geral só tem significado sanitário. Esses elementos também são removidos da água quando estão associados aos flocos, sedimentando ou ficando retido nos filtros (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010; MEYER, 1994).

O grande inconveniente do ferro e manganês é conferir cor à água, que provoca manchas em roupas e louças, gerando prejuízos econômicos. Além disso, ambos os elementos podem conferir também sabor e odor (LIBÂNIO, 2010).

A Portaria MS 2914/11 no Artigo 39, parágrafo 4º, no inciso III, cita os valores de ferro e manganês que não podem ultrapassar 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente.

### **2.2.5. Coliformes**

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de bactérias patogênicas, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2005). Embora não haja o consumo direto in natura é necessário uma água de boa qualidade, sem coliformes, para não colocar em risco a saúde da população (CONAMA, 2005).

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes fecais (MACÊDO, 2001). Os coliformes totais e fecais são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e fecais que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006).

As bactérias do grupo coliformes são formadas por bactérias que incluem os gêneros: *Klebsiella*, *Escherichia Coli*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (BETTEGA et.al., 2006), porém, o grupo é mais heterogêneo e incluem uma ampla variedade de gêneros, tais como *Serratia* e *Hafnia* (GUERRA et al., 2006).

Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não fecal. Os coliformes não fecais como a *Serratiae* *Aeromonas* são encontrados no solo e vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água com relativa facilidade. No entanto, os coliformes de origem fecal, não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas (ZULPO et al., 2006).

A presença de coliformes totais em recursos hídricos deve ser interpretada de acordo com o tipo de água. Naquela que sofreu desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes (REGO, BARROS E DOS SANTOS, 2010). A

detecção de coliformes totais em amostras de águas não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos (SOUZA E PERRONE, 2000).

A presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante residual na água distribuída (LECHAVALIER, WELCH, SMITH, 1996). Atualmente sabe-se, entretanto, que o grupo dos coliformes fecais inclui pelo menos três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (MOURA, ASSUMPÇÃO, BISCHOFF, 2009), dos quais dois gêneros (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem cepas de origem não fecal (SILVA et al., 2005).

A Portaria MS 2914/11 em seu Artigo 27 menciona sobre os padrões de microbiológicos sendo que devem estar ausentes, os coliformes exigidos por ela é os coliformes totais e *Escherichia coli*.

## 2.2.6. Turbidez

A turbidez corresponde à fração de matéria suspensa na água, podendo ser representada por argila, areia, plânctons, dentre outros. A turbidez da água bruta é altamente influenciada pelo regime de chuvas da região e pela característica da cobertura vegetal da bacia hidrográfica. Períodos chuvosos e bacias desprotegidas elevam a turbidez dos corpos d'água (VIANNA, 1992).

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (APHA, 2005; BRASIL, 2006c, BRASIL, 2014a).

Assim como a cor, a turbidez se consolidou não só como um parâmetro estético, mas também como um parâmetro sanitário. A remoção de turbidez é fundamental para se adquirir uma boa eficiência de desinfecção, já que os microrganismos utilizam as partículas suspensas como escudo contra os agentes

desinfetantes, efeito também conhecido como efeito escudo (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010; PÁDUA e FERREIRA, 2006; VIANNA, 1992).

A turbidez da água bruta é altamente influenciada pelo regime de chuvas da região e pela característica da cobertura vegetal da bacia hidrográfica (VIANNA, 1992).

A Portaria MS nº 2.914/2011 não estabelece VMP para turbidez na saída do tratamento, e sim para a água pós-filtração/pré-desinfecção (desinfecção (para águas subterrâneas), Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) e Filtração lenta), como descrito no Artigo 30.

A turbidez da água acima de 5,0 unidade de Turbidez (uT) pode causar rejeição da população pela sua aparência turva, mas não necessariamente a água provocará danos à saúde, principalmente se a água atende aos outros parâmetros. Sabe-se que a turbidez pode aumentar durante o processo de tratamento da água ou na rede de distribuição. Nesses casos, deve ser respeitado o valor máximo de 5,0 uT em qualquer ponto da rede (BRASIL, 2012).

## **2.2.7 Alumínio**

A determinação de alumínio é indicada para ETA onde o sulfato de alumínio é usado como coagulante, uma vez que o sulfato de alumínio é capaz de produzir hidróxidos gelatinosos insolúveis, sendo útil para a remoção de impurezas em suspensão, em estado coloidal ou solução; conseguindo desestabilizar, agregar e aderir formando coágulos (DEVECCHI et al., 2006), um outro coagulante que pode ser usado é o Cloreto de polialumínio.

A presença de alumínio na água de consumo público tem levantado questões, pois altas concentrações de alumínio em águas tratadas estão vinculadas ao aumento da turvação, diminuindo assim a eficiência da desinfecção e a precipitação em hidróxido de alumínio na rede de distribuição reduzindo a capacidade hidráulica desta (SRINIVASANet al., 1999; ROSALINO, 2011).

Silva (1997) afirma que a intoxicação por metais se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada após anos ou decênios, e sua presença reduz a capacidade autodepurativa da água devido à ação tóxica sobre os microrganismos que realizam esse processo.

A Portaria MS 2914/11 menciona que o VMP para o mesmo é de 0,2 mg/L.

### **2.3. Qualidade da água**

As águas doces superficiais existentes passíveis de serem utilizadas pelo homem de forma economicamente viável e sem grandes impactos ao meio ambiente, correspondem somente 0,001% da água do planeta. Apesar de ser um recurso extremamente escasso, os recursos hídricos disponíveis no globo são hoje suficientes para atender às necessidades de todos os seres humanos. Contudo, o problema da escassez da água está relacionado, dentre outras questões, à desigual distribuição entre as diversas regiões e à poluição e à contaminação dos recursos naturais (REBOUÇAS, 1999).

#### **2.3.1. Qualidade de água no mundo**

A qualidade de vida está ligada diretamente a quantidade e qualidade da água disponível para o consumo humano. Essa relação é observada em países onde existem precárias condições de saneamento básico e tratamento de água. Devido a isso, nestes locais, os índices de doenças transmitidas pela água são elevados e responsáveis por altas taxas de mortalidade infantil (ALMEIDA, et. al., 2001).

Portanto, para minimizar os problemas causados por altos índices de doenças e garantir a saúde da população, o monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano deve ser uma atividade rotineira e preventiva, a fim de reduzir as possibilidades de enfermidades transmitidas pela água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005). O homem utiliza dos recursos naturais de uma forma desordenada, levando ao desequilíbrio, sem se preocupar com a renovação das fontes ou com as consequências ambientais dos seus atos (SECCO, 1998).

Atualmente, em teoria, não existe água que não possa ser tratada, devido ao grande avanço tecnológico na área de tratamento de água. Entretanto, os custos para o tratamento de águas muito poluídas ainda podem ser elevados. Portanto, é necessário que a busca por novas alternativas de tratamento seja contínua (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

### **2.3.2. Qualidade de água no Brasil**

Toda água do País destinada ao consumo humano, distribuída por meio de todo sistema de abastecimento, deve ser objeto de controle e vigilância de qualidade. A Portaria 2.914/11 define os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano deve ser uma atividade rotineira preventiva de ação sobre os sistemas públicos e soluções alternativas de abastecimento, a fim de garantir o conhecimento da situação da água para consumo humano. Dessa maneira, torna-se possível minimizar os riscos na contaminação de enfermidades que possuem veiculação hídrica (BRASIL, 2004a).

A crescente poluição e a contaminação dos mananciais resultam na transmissão de muitos agentes infecciosos, causadores de doenças diarreicas, responsáveis por um elevado número de mortes nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil (OLIVEIRA et al., 2012). No Brasil, apesar da distribuição irregular em algumas regiões, o principal problema está relacionado à poluição das águas superficiais e subterrâneas.

A estimativa é de que 60 % das internações hospitalares são causas da precariedade do saneamento básico, e 90 % destas doenças são consequência da falta de água em quantidade suficiente ou à sua qualidade imprópria para consumo (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

### **2.3.3. Qualidade de água em Pelotas**

A qualidade da água da região de Pelotas, no Rio Grande do Sul, é monitorada pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (Sanep), eles verificam alguns dos parâmetros descritos na Portaria nº2.914/11 como, cloro, pH, turbidez, coliformes e cor. Segundo a legislação vigente, a água destinada ao consumo humano deve receber tratamento. Ela é tratada pelo Sanep, em quatro ETA's: ETA Santa Bárbara, ETA Sinnott, ETA Moreira e ETA Quilombo. As três primeiras atendem basicamente a zona urbana, em uma rede de abastecimento integrada, enquanto a ETA Quilombo abastece uma região da zona rural, no Sétimo Distrito. Em todas elas, o tratamento da água realizado é o convencional, e consiste nas etapas de floculação, decantação, filtração, desinfecção por adição de cloro e fluoretação (PREFEITURA DE PELOTAS, 2011).

Além desse tratamento, são realizadas análises laboratoriais na água tratada, para verificar se determinados parâmetros estão de acordo com o padrão de potabilidade previsto na legislação vigente, não oferecendo assim, riscos à saúde. Entre elas, podemos citar as dosagens de cloro residual livre, turbidez, flúor, e presença de contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli* (EATON, 2005).

### 3. Metodologia

#### 3.1. Local de Estudo

A água do arroio Padre Doutor é levada para o tratamento na ETA Terras Baixas, localizada no Campus do Capão do Leão – UFPel pelo qual a Empresa Embrapa Clima Temperado em conjunto com a UFPel são os que administram o funcionamento da mesma.



Figura 1 - Estação de Tratamento Terras Baixas

FONTE: Elaborada pelo autor (2018)

A Embrapa Clima Temperado é uma das unidades descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sua origem remonta ao ano de 1938, quando foi criada a Estação Experimental de Viticultura, Enologia e Frutas de Clima Temperado, no Distrito da Cascata, em Pelotas no estado do Rio Grande do Sul. Em 1943, foi criado pelo Ministério da Agricultura o Instituto Agronômico do Sul (IAS), com abrangência sobre os três estados do sul do País e com sede em Pelotas. Em 1962, o IAS foi transformado em Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul.

Com a criação da Embrapa, em 1973, foram geradas duas Unidades Experimentais de Pesquisa de Âmbito Estadual (Uepae) na região, denominadas Cascata e Pelotas. Estas unidades foram posteriormente transformadas e tiveram suas missões ampliadas: a Uepae Cascata transformou-se em 1983, em Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado, enquanto a Uepae Pelotas deu origem, em 1985, ao Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado.

A Universidade Federal de Pelotas está localizada na cidade de Pelotas, a 250 km de Porto Alegre, capital do Estado. Foi criada em 1969 a partir da transformação da Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul e anexação das Faculdades de Direito e Odontologia, até então, pertencentes à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em termos de recursos humanos mais de 20.000 pessoas colaboram nas atividades acadêmicas e em termos de estrutura física, a UFPel conta com mais de 400 prédios distribuídos em diversos locais, principalmente no município de Pelotas e Capão do Leão (UFPEL, 2017).

### **3.2. Amostragem**

As coletas das amostras de água foram realizadas no ano de 2016 e 2017, semanalmente. Os prédios selecionados foram: 1) a ETA terras baixas (inicio do abastecimento); 2) torneira da cozinha do restaurante universitário do campus Capão do Leão; 3) torneira do prédio da biologia alternando semanalmente com o prédio da agronomia, ambos os prédios localizado no Campus do capão do leão da UFPel.

Primeiramente, a torneira quando é metálica, é flambada para desinfecção, logo após ela é aberta para a água fluir (de um a dois minutos, para eliminar a água estagnada na tubulação), ambienta-se o recipiente para se garantir a realização de análises físico-químicas e posteriormente é preenchido quase na sua totalidade. A amostra para análise de microrganismos é coletada em um frasco autoclavado com 1 mL de solução para eliminar interferências de microrganismos no caminho. O recipiente utilizado para as análises foi o de

plástico, com capacidade de 1000 mL e para as análises microbiológicas o recipiente usado foi de vidro, esterilizado e com capacidade de 250 mL.

Todos os fracos foram acondicionados em caixas de isopor e transportados para o Laboratório de Análise de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM) para a realização das análises laboratoriais.

### **3.3. Determinação dos parâmetros**

Os parâmetros analíticos avaliados neste trabalho foram: pH, cloro residual livre, alumínio, ferro, manganês, coliformes totais.

O cloro residual em soluções aquosas é instável e decresce rapidamente. A exposição da amostra a luz do sol ou outras luzes e a agitação aceleram a redução do cloro. A determinação do pH e do cloro residual livre ocorreram durante a coleta com a utilização de um medidor multiparâmetro da marca ASKO modelo Combo 5 e medidor fotométrico de bolso da para cloro Livre e total modelo MW-11, respectivamente.

As determinações de alumínio e ferro foram realizadas pelo método 3500-Al B (Eriocromo Cianina R) e o método 3500-Fe, respectivamente. Ambos foram determinados em colorimétrico com espectrometria na região visível em um espectrofotômetro, modelo II-226 Even (APHA, 2012).

Todas as amostras foram analisadas em duplicata. Para determinação de alumínio foram utilizadas as soluções: tudo realizado em balões de 25 mL, onde é adiciona 10 mL de amostra em cada e posterior 0,5 mL dos reagentes ácido sulfúrico, ácido ascórbico e 5 mL de tampão de alumínio e Eriocromo cianina (R – Solução colorante de trabalho), afere o menisco e deixa descansar por 10 minutos, então realiza a leitura no espectro. Para determinação de ferro foram utilizadas as soluções: adicionamos 50 mL de amostra em erlens de 125 mL, juntamente com ácido e leva a chapa para reduzir até 15 – 20 mL. Após isso é transferida para balões de 50 mL realizando a lavagem dos erlens com água de

osmose e despejando essa lavagem também no balão para que não fique ferro no erlen, adiciona logo após tampão acetato de amônio e Ferro, e esperando 10 minutos para leitura do comprimento de onda no espectro.

Para o manganês foram realizadas duplicatas de todos e um branco geralmente com água destilada. Foram adicionados 100 mL da amostra, em um erlenmeyer de 250 mL, e foi colocado na chapa aquecedora para reduzir a 90 mL. Quando reduzido, foi retirado do aquecimento até parar de borbulhar, adicionou-se 1 g de persulfato de amônio e devolve para chapa por 1 minuto, após foi colocado a amostra em um banho de gelo para dar o choque térmico e quando frio em uma proveta. Ele é aferido a 100 mL novamente com água destilada para se realizar a leitura no espectro com seu comprimento de onda, quanto mais à cor rosada aparente maiores teores de manganês na solução.

A determinação do número mais provável de coliformes totais ocorreu pela técnica de tubos múltiplos com substrato enzimático fluorogênico, o qual necessitou de uma incubação por 24 horas, a uma temperatura média de 35°C.

O método utilizado para contagem de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* em água é o Número Mais Provável (NMP) ou Técnica de Múltiplos Tubos (SILVA et al., 2010).

É uma técnica de análise quantitativa que permite conhecer o NMP de microorganismos presentes na amostra original. Em tubos de ensaios são colocados os meios e alíquotas de amostras das diversas diluições. Após o período de incubação os tubos são especificados como positivo ou negativo. Com a ajuda da tabela do NMP é possível identificar aproximadamente quantos dos microorganismos que foram analisados se fazem presentes na amostra (MARQUEZI, 2010). A incubação do meio inoculado foi realizada em estufa da marca Eletrolab modelo EL401/100. Após a incubação, os tubos foram expostos a uma luz ultravioleta (apenas para *Escherichia Coli*). Se o meio apresentar uma coloração verde esmeralda, é detectada a presença de coliformes totais.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Metodologia

O local para coleta e avaliação da qualidade da água, para ser distribuída para as residências ao redor, EMBRAPA e Campus Capão do Leão – UFPel foram: a) Saída do tratamento; Rede de abastecimento separado em três grupos: 1) no prédio da agronomia ; e 2) no prédio da biologia, sendo que estes primeiros são intercalados uma semana para cada coleta nos prédios descritos; e por fim 3) no Restaurante Universitário do Campus. A figura 2 apresenta os locais que foram realizadas às coletas de água.



Figura 2 – Mapa dos Pontos de Coleta

FONTE: Google Earth (2018)

### 4.2. Parâmetros de Qualidade da água

A Portaria MS nº 2914 / 2011 incorpora como padrão de qualidade de água potável, parâmetros químicos, microbiológicos, radioativos e organolépticos. Diante disto, apenas alguns parâmetros foram selecionados para caracterizar a qualidade da água distribuída para o estudo. Desta forma, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos determinados foram pH, alumínio total, ferro total, manganês total, cloro residual livre, coliformes totais e Escherichia Coli.

#### 4.2.1 Cloro residual livre e pH

O cloro presente na água sob as formas de ácido hipocloroso e de íon hipoclorito é definido como cloro residual livre. O íon hipoclorito também estabelece um equilíbrio com os íons de hidrogênio. O ácido clorídrico formado combina-se com a alcalinidade natural da água ou com a alcalinidade introduzida para fins de tratamento, reduzindo-as e alterando, desta forma, o pH, o qual, por sua vez, influí no grau de dissociação do ácido hipocloroso (APHA, 2005).

Os resultados médios das análises de cloro residual livre estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que todas as análises ao longo do ano de 2016 apresentaram concentração do desinfetante acima do valor mínimo permitido, 0,2 mg/L e o máximo de 2,0 mg/L.

Considerando os valores mínimos e máximos para o cloro residual livre ao longo da distribuição de água, verifica-se que a manutenção e controle da desinfecção ao longo da rede são satisfatórios de maneira a garantir a concentração mínima necessária.

Tabela 1 – Resultado da análise de Cloro Residual Livre do ano de 2016

<b>Média Mensal 2016 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	3,13	3,34	1,18	1,38	1,65	1,27	1,05	0,83	2,07	1,44	1,92	0,82
<b>Média Mensal 2016 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	2,19	2,04	1,29	0,46	2,01	0,78	1,41	0,98	1,84	1,44	2,32	0,61
<b>Média Mensal 2016 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	0,77	1,47	1,76	0,77	1,69	1,00	1,16	0,75	1,46	0,80	2,00	0,57

Em 2016, os níveis de cloro estão altos na saída do tratamento nos meses de janeiro, fevereiro e setembro podendo se justificar por ser a saída para a rede ele precisa se manter dentro do padrão ao longo da rede de distribuição. Para a rede de distribuição foi encontrado valores acima em janeiro, fevereiro, maio e

novembro, e por fim no restaurante universitário estava dentro do padrão de potabilidade da Portaria MS 2914/11. Em nenhum mês desse ano o cloro estava abaixo do permitido. A seguir na tabela 2, o ano seguinte das análises de cloro residual livre.

Tabela 2 – Resultado da análise de Cloro Residual Livre do ano de 2017

<b>Média Mensal 2017 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	1,07	1,23	1,58	2,11	1,88	2,03	0,96	0,47	0,68	0,85	1,06	0,11
<b>Média Mensal 2017 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	0,98	1,23	1,02	1,93	1,64	2,18	0,69	0,94	0,08	0,82	0,23	0,05
<b>Média Mensal 2017 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)</b>												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cloro	1,04	0,92	0,88	1,59	1,52	1,95	0,69	0,80	0,03	0,60	0,37	0,06

No ano de 2017, observa-se que na rede de distribuição, nos meses de setembro e dezembro foram verificados níveis abaixo do mínimo permitido, assim como no restaurante universitário e apenas em dezembro na saída do tratamento estava abaixo. E também temos valores acima do permitido na saída do tratamento nos meses de abril e junho e na rede de distribuição em junho.

Um ponto a ser considerado é o decaimento do cloro ao longo da rede de distribuição. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a concentração de cloro residual decai ao longo da rede de abastecimento e sua manutenção depende das reações que ocorrem dentro da tubulação (WHO, 2000). Outros fatores que contribuem para a redução das concentrações de cloro residual livre a serem considerados são a velocidade do escoamento, o tempo de residência, o diâmetro da tubulação, o decaimento na massa de água e o material dos reservatórios e tubulações (CLARK, ROSSMAN, WYNER, 1995). Este não é um fator de risco sanitário, ele tem um acompanhamento para melhorias aos processos de tratamento e preservar as tubulações de corrosões e entupimentos. A reatividade do cloro, e consequentemente a sua concentração, diminuem com o

aumento do pH ao longo da tubulação (MEYER, 1994; MACÊDO, 1997; RICHTER, 2009; ZARPELON e RODRIGUES, 2010; YANG, 2013). No Art. 39 da portaria MS 2914 / 2011 recomenda-se que o pH apresente valores na faixa de 6,0 a 9,5.

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados médios das análises de pH.

Tabela 3 - Resultados da análise de pH do ano de 2016

Média Mensal 2016 - SAÍDA DO TRATAMENTO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,28	6,22	6,15	6,00	6,58	6,16	6,06	6,20	6,53	6,54	6,35	5,45
Média Mensal 2016 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,60	6,43	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	NR	NR
Média Mensal 2016 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,55	6,36	6,00	6,00	6,40	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	NR	NR

**Nota:** NR – Não Realizado

No ano de 2016, a média mensal se manteve todo o ano dentro dos padrões da Portaria vigente. A seguir a Tabela 4, referente ao ano seguinte.

Tabela 4 - Resultados das análises de pH no ano de 2017

Média Mensal 2017 - SAÍDA DO TRATAMENTO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,58	NR	6,71	6,82	6,46	6,40	6,51	7,15	6,99	6,54	6,76	7,14
Média Mensal 2017 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,60	NR	7,44	6,99	6,55	6,39	6,55	7,19	6,78	6,37	6,75	7,13
Média Mensal 2017 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH	6,78	NR	6,68	7,01	6,54	6,44	6,55	7,07	6,78	6,89	6,84	7,36

**Nota:** NR – Não Realizado

Ao longo do ano de 2017, a média mensal também ficou dentro do padrão da portaria atual.

#### 4.2.2. Ferro e manganês

Os elementos ferro e manganês, por apresentarem comportamento químico semelhante, podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente. Muito embora esses elementos não apresentem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética por terem características organolépticas ou prejudicar determinados usos industriais da água.

Dessa forma, o padrão de potabilidade das águas determina concentrações como descrito no Art. 39, seção 4 e com o anexo 10.

*Art. 39 - A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo X a esta Portaria.*

*§ 4º - 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.*

Tabela 5 - Tabela simplificada do anexo X de padrão organoléptico de potabilidade

Parâmetro	CAS <sup>(1)</sup>	Unidade	VMP
<b>Ferro</b>	7439-89-6	mg/L	0,3
<b>Manganês</b>	7439-96-5	mg/L	0,1

**Nota:** (1) CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.

Na tabela 6, a seguir mostraremos a média mensal para o ferro e manganês do ano de 2016.

Tabela 6 – Resultados da análise de ferro e manganês do ano de 2016

Média Mensal 2016 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	NR	NR	NR	NR	NR	0,18	ND	ND	ND	ND	ND	0,3
Manganês	NR	NR	NR	NR	NR	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,54
Média Mensal 2016 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	NR	NR	NR	ND	NR	0,17	0,12	ND	ND	ND	0,2	0,31
Manganês	NR	NR	NR	ND	NR	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,41
Média Mensal 2016 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	NR	NR	NR	ND	NR	0,18	0,17	ND	ND	ND	ND	0,26
Manganês	NR	NR	NR	ND	NR	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,50

**Nota:** NR – Não Realizado, ND – Não Detectado.

Com os resultados das análises de ferro e manganês, evidenciados na Tabela 6, não foram realizados análises por conta do equipamento estava em manutenção, apenas no mês de dezembro o manganês estava acima do permitido pela Portaria MS 2914/2011. A seguir a tabela 7, com o ano seguinte das análises.

Tabela 7 - Resultados da análise de ferro e manganês do ano de 2017

Média Mensal 2017 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	0,16	0,16	0,10	0,13	0,11	0,11	0,05	0,07	0,11	0,12	0,12	0,13
Manganês	0,45	ND	0,18	0,14	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,10	0,19
Média Mensal 2017 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	0,32	0,17	0,06	0,16	0,09	0,11	0,08	0,20	0,10	0,14	0,13	0,14
Manganês	0,47	ND	0,16	0,11	0,04	0,03	0,05	0,07	0,09	0,04	0,07	0,12
Média Mensal 2017 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Ferro	0,49	0,16	0,08	0,18	0,07	0,09	0,06	0,40	0,11	0,15	0,46	0,13
Manganês	0,52	ND	0,15	0,11	0,04	0,02	0,08	0,03	0,05	0,04	0,05	0,10

**Nota:** ND – Não Detectado.

Com os resultados, evidenciados na Tabela 7, conclui-se que as considerações sobre a condição da água para o parâmetro ferro estão em conformidade com a Portaria MS 2914/11, entretanto o manganês no mês de janeiro está acima do padrão da Portaria MS 2914/11.

#### 4.2.3. Parâmetros microbiológicos

Quanto à presença de coliformes totais e *Escherichia coli* na água analisada nos pontos de coleta foi detectada a ausência desses indicadores, conforme Tabela 8 e 9. Em relação a estes parâmetros, como adequada para consumo conforme a portaria vigente.

Tabela 8 – Resultados da análise de coliforme total no ano de 2016

Média Mensal de Coliformes Total - Ano 2016			
	Saída do tratamento	Rede de distribuição	Restaurante Universitário
jan	Ausente	Ausente	Ausente
fev	Ausente	Ausente	Ausente
mar	Ausente	Ausente	Ausente
abr	Ausente	Ausente	Ausente
mai	Ausente	Ausente	Ausente
jun	Ausente	Ausente	Ausente
jul	Ausente	Ausente	Ausente
ago	Ausente	Ausente	Ausente
set	Ausente	Ausente	Ausente
out	Ausente	Ausente	Ausente
nov	Ausente	Ausente	Ausente
dez	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 9 – Resultados da análise de coliforme total no ano de 2017

Média Mensal de Coliformes Total - Ano 2017			
	Saída do tratamento	Rede de distribuição	Restaurante Universitário
jan	Ausente	Ausente	Ausente
fev	Ausente	Ausente	Ausente
mar	Ausente	Ausente	Ausente
abr	Ausente	Ausente	Ausente
mai	Ausente	Ausente	Ausente
jun	Ausente	Ausente	Ausente
jul	Ausente	Ausente	Ausente
ago	Ausente	Ausente	Ausente
set	Ausente	Ausente	Ausente
out	Ausente	Ausente	Ausente
nov	Ausente	Ausente	Ausente
dez	Ausente	Ausente	Ausente

#### 4.2.4. Alumínio

De acordo com a legislação vigente, as concentrações de alumínio nos pontos amostrados devem encontrar-se dentro do VMP de concentração (0,2 mg/L). Os resultados estão apresentados na Tabela 10 e 11.

Tabela 10 – Resultado da análise de alumínio no ano de 2016

Média Mensal 2016 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio	NR	NR	NR	0,12	0,20	0,34	0,30	0,31	0,37	0,18	0,07	0,08
Média Mensal 2016 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio	NR	NR	NR	0,11	0,20	0,32	0,34	0,39	0,50	0,18	0,16	0,11
Média Mensal 2016 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio	NR	NR	NR	0,13	0,19	0,33	0,28	0,37	0,39	0,15	0,09	0,10

**Nota:** NR – Não Realizado.

Na tabela 10, os primeiros meses desse ano não foram realizados análises por conta do equipamento que está em manutenção, apenas os meses de junho, julho, agosto e setembro, encontraram-se fora do parâmetro da Portaria MS 2914/11.

Tabela 11 - Resultado da análise de alumínio no ano de 2017

Média Mensal 2017 - SAÍDA DO TRATAMENTO (mg/L)													
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Alumínio	0,12	ND	0,16	0,15	0,12	0,11	0,10	0,08	0,08	0,08	0,11	0,16	0,04
Média Mensal 2017 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO (mg/L)													
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Alumínio	0,16	ND	0,11	0,20	0,10	0,11	0,13	0,16	0,10	0,16	0,15	0,03	
Média Mensal 2017 - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (mg/L)													
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Alumínio	0,12	ND	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,18	0,09

**Nota:** ND – Não Detectado.

Entretanto na tabela 11, em nenhum mês o resultado médio ficou acima do permitido pela portaria.

Como já apresentado, o alumínio residual presente na água potável fornecida pelo abastecimento público, está predominantemente na forma dissolvida, nos processos de tratamento de água. O sulfato é utilizado na floculação, para tornar a água mais límpida, eliminando elementos particulados eventualmente nocivos à saúde humana.

Estudos epidemiológicos examinaram a relação entre a concentração de alumínio na água e o Mal de Alzheimer. Eles apresentam resultados bastante diferentes, isso porque é difícil fazer a correlação para todos os outros fatores que influenciam os resultados. Um estudo canadense realizado no ano de 2008, no qual os autores tentaram fazer a correlação para os outros fatores, mostra que não há relação entre o teor de alumínio na água e o Mal de Alzheimer. É preciso ter em mente que o alumínio na água responde por menos de 1% da ingestão diária total de alumínio (Boom, 2008, apud EAA, 2011). Torna-se necessário conhecer a importância dos fatores ambientais, em especial a exposição ao alumínio, como determinantes no processo saúde-doença da população (FERREIRA et al., 2008).

Mesmo que haja benefícios na utilização de sais de alumínio como agente coagulante no tratamento de águas destinadas ao abastecimento público deve-se levar em consideração os efeitos nocivos do alumínio na saúde, sendo importante não só atuar na minimização das concentrações de alumínio no final do tratamento como também em possíveis alternativas para a substituição do mesmo no tratamento (ROSALINO, 2011).

## 5. Conclusões

A partir das análises de água dos pontos do estudo, constatou-se que em todos os parâmetros estão com dados satisfatórios de acordo com a legislação vigente brasileira. Outras análises devem ser realizadas para confirmar que a água distribuída possui qualidade aceitável para o consumo. Dessa forma, o controle desses parâmetros é fundamental, visto que, quando se detecta uma anomalia na rede, a Universidade deve agir de forma rápida e também preventiva para garantir uma distribuição adequada à sua comunidade acadêmica.

## Referências

\_\_\_\_\_.Lei decreto n.º 9.751 de 05 de novembro de 1992. Estabelece a obrigatoriedade da limpeza e higienização dos reservatórios de água, para fins de manutenção dos padrões de potabilidade. **Palácio Piratini**, Porto Alegre, 05 de novembro de 1992.

\_\_\_\_\_.Lei decreto nº 33.047 de 4 de julho de 1958. Padroniza as condições de potabilidade das águas de alimentação. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 5 de julho de 1958.

ALMEIDA, L. M.; FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, mai. / jun. 2001.

APHA (2012) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association / Water Environment Federation, Washington DC.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. *Sustentabilidade: Alumínio e Saúde*. 2017. Disponível em: <<http://abal.org.br/sustentabilidade/aluminio-e-saude/aluminio-na-agua-potavel/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

BERNARDO, L. DI; PAZ, L. P. S. Seleção de tecnologias de tratamento de água. São Carlos: LDiBe, 2010. p. 868.

BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos et al. Métodos analíticos no controle microbiológico de agua para consumo humano. Cienc. agrotec. [online]. 2006, vol.30, n.5, pp.950-954. ISSN 1413-7054.

BRAGA, F. P. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de água do município de Juiz de Fora – MG.** 2014. 70 f.. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2014.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 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, 2011.

BRASIL. Decreto n. 79.367, de 9 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Brasília, 9 de março de 1977.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 8 de janeiro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde promove ações para garantir água potável. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2011/12/ministerio-da-saude-promove-acoes-para-garantir-agua-potavel>> Acesso em 16 jun 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Antecedentes da legislação brasileira de potabilidade de água para consumo humano. Disponível em:

<[http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2696:ministerio-da-saude-disponibiliza-norma-atualizada-sobre-qualidade-da-agua-para-consumo-humano&Itemid=839](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=2696:ministerio-da-saude-disponibiliza-norma-atualizada-sobre-qualidade-da-agua-para-consumo-humano&Itemid=839)>. Acesso em: 19 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Plano nacional para o controle integrado das DCNT - promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Qualidade da água para consumo humano. Brasília: EDITORA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília, 2004a.

CLARK, R. ROSSMAN, L. A.; WYNER, L. J. Modeling distribution system water quality: regulatory implications. *Journal water resource planning management*. v. 121, p. 423-428, 1995.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.

CUNHA, H. F. A. et al. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água*, v.7, n.3, p. 155-165, 2012.

DEGRÉMONT, 1979. *Water Treatment Handbook*. New York: John Wiley & Sons.

DEVECCCHI, G. C. R.; FERREIRA, P. C.; ABREU, K. A.; TREVILATO, T. M. B.; MUÑOZ, S. I. S. Níveis de Alumínio e Zinco em água coletada em dois municípios que possuem diferentes Fontes de captação e tratamento no estado de São Paulo. **O mundo da saúde**, v. 30, n. 4, p. 619-627, 2006.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Ângela Di Bernardo. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2005

EAA. European Aluminium Association. *O Alumínio no Tratamento da água*. 2011. Disponível em: <<http://abal.org.br/downloads/sustentabilidade/o-aluminio-no-tratamento-da-agua.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

EATON, ANDREW D.; CLESCERI, LENORE S.; RICE, EUGENE W.; GREENBERG, ARNOLD E. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, 2005.

EMBRAPA. *História*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/clima-temperado/historia>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

FERREIRA, P. C.; TONANI, K. A.; JULIÃO, F. C.; CUPO, P.; Domingo, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Aluminum Concentrations in Water of Elderly People's Houses and Retirement Homes and Its Relation With Elderly Health. *Bill Environ Contam Toxicol* (83), p. 565-569, 2009.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. *Acta Sci. Biol. Sci.*, v.28, n.1, p.13-18, 2006.

LECHEVALLIER, M. W.; WELCH, N. J.; SMITH, D. B. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.62, n.7, p.2201-2211, 1996.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Átomo, 2010.

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

MARQUEZI, MC. Comparação metodológica para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-21102010-160234/en.php>> em: 19 jun. 2018.

MOURA, A. C., ASSUMPÇÃO, R. A. B, BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. Arq. Inst. Biol., v.76, n.1, p.17-22, 2009.

*Nogueira, F. (2015). Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás [Arquivo PDF]. Disponível em: <<https://goo.gl/gmn81v>>.*

ODY, Luiz Felipe Zimmermann. *Análise da eficácia no Tratamento da água: Comparação entre os blocos hidráulicos da ETA de Santa Maria – RS*. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110146/000952001.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

OLIVEIRA, D. V.; SILVA, T. C.; ZANIN, J. G.; NACHTIGALL, G.; MEDEIROS, A. W.; FRAZZON, A. P. G.; VANDER SAND, S. T. Qualidade da água e identificação de bactérias gram-negativas isoladas do arroio dilúvio, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Evidência, Joaçaba, v. 12, n. 1, p. 51-62, 2012

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Guidelines for Drinking-water quality. In: Recommendations fourth ed. Geneva, 2011.

PREFEITURA DE PELOTAS. Plano Municipal de Saneamento. Plano de água e esgoto.

REBOUCAS, A. da C. O potencial de agua do semi-arido brasileiro: perspectivas do uso eficiente. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTACAO DE AGUA DE CHUVA, 9., 1999, Petrolina, PE. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Arido / Singapura: IRCSA, 1999. CD-ROM.

REGO N. A. C., BARROS S. R., DOS SANTOS J. W. B., Avaliação esapaçotemporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ihéus – BA. Revista Eletrônica do Prodema, v. 4, n.1, p. 55-69, 2010.

RICHTER, C. A. Água: Métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. 352 p.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Blucher, 1991.

ROSALINO, Melanie Roselyne Rodrigues. **Potenciais efeitos da presença de Alumínio na água de Consumo Humano**. 2011, 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SANEP. Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. *Parâmetros na conta de água*. Disponível em: <<http://server.pelotas.com.br/sanep/qualidade/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SCURACCHIO, Paola Andressa. Qualidade da água utilizada para consumo em Escolas no Município de São Carlos – SP. 2010, 59f. Dissertação (pós-graduação em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

SECCO, M.F.F.V. O Conceito de Bacia Hidrográfica como Instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA.

Departamento de Museologia (DMU)/Serviço de Educação e Extensão Cultural (SEC)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). 1998.

SILVA, M. O. S. A. Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgoto. São Paulo: CETESB; 1997.

SILVA, N; NETO, R.C.; JUNQUEIRA A.C.V.; SILVEIRA, A.F.N. Manual de métodos de análise microbiológica da água. São Paulo: Varela, 2005.

SILVA N, et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. Ed., São Paulo: Ed. Varela; 2010.

SOUZA, R. M. G. L.; PERRONE, M. A. Padrões de potabilidade da água. 12p.

SPERLING. M.V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1996.

SRINIVASAN, P., VIRARAGHAVAN, T., E SUBRAMANIAN, K. Aluminium in drinking water: an overview. **Water SA**, v. 25, n. 1, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Histórico, 2017. Disponível em: <<http://portal.ufpel.edu.br/historico/>> Acesso em 25 mai 2018.

VIANNA, M. R. Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água. Belo Horizonte: Instituto de Engenharia Aplicada, 1992. p. 344.

VIGIAGUA. Vigilância em Saúde. *História*. Disponível em: <<http://portalsms.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 1v.

YANG, X., GUO, W., LEE, W. Formation of disinfection byproducts upon ClO<sub>2</sub> preoxidation followed by chlorination or chloramination of natural organic matter. *Chemosphere* 91 (11), p. 1477 -1485, 2013.

ZARPELON, A.; RODRIGUES E. M. Os trihalometanos na água de consumo humano. Disponível em:  
<<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v17/TRIHALOMETANOS.htm>>  
Acesso em 18 jun 2018.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, 2006.