


---

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

---

**FELIPE FONSECA**

**ESTUDOS DE ALGUNS PARÂMETROS DA  
QUALIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO A UM  
CONJUNTO DE DADOS**



Rio Claro  
2018

FELIPE FONSECA

ESTUDO DE ALGUNS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA E  
APLICAÇÃO A UM CONJUNTO DE DADOS

Orientador: Prof. Dr. José Silvio Govone

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biociências da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -  
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2018

F676e Fonseca, Felipe  
Estudos de Alguns Parâmetros da Qualidade da Água e  
Aplicação a um Conjunto de Dados / Felipe Fonseca. --  
Rio Claro, 2018  
26 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências  
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Instituto de Biociências, Rio Claro  
Orientador: José Silvio Govone

1. Qualidade da água. 2. Potabilidade. 3. Sistema de  
tratamento. 4. T-Student. 5. Contaminação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do  
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Dedico este trabalho ao meu pai José Nunes Filho. Você sempre me ofereceu amor incondicional, além de amparo e suporte para que eu possa conquistar todos os meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela dádiva da vida.

Ao meu pai, José Nunes Filho e a toda a minha família. Serei eternamente grato por todo o carinho e todo suporte dado ao longo desses anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Silvio Govone. Agradeço pela oportunidade, pelo incentivo e pela troca de conhecimentos nessa etapa final da graduação.

Aos meus amigos André Neri Tomiate e Emygdio de Paula Neto. Meus melhores amigos que levarei para a vida toda, obrigado por fazerem parte desta jornada, sem vocês certamente eu não teria chegado tão longe

À minha namorada, Graziela da Silva Oswaldino. Se por último vem o melhor, não poderia deixar de agradecê-la. Você sempre foi compreensiva e teve uma paciência gigantesca mesmo nos meus momentos de maior chatice. De todos os encontros que tive na minha graduação, você foi o mais surpreendente. Te amo.

"A educação é um elemento importante na luta pelos direitos humanos. É o meio de ajudar nossos filhos e nosso povo a redescobrir sua identidade e, assim, aumentar seu autorrespeito. A educação é nosso passaporte para o futuro, pois o amanhã pertence às pessoas que se preparam hoje"

(Malcolm X, 1964)

## RESUMO

Devido ao aumento da demanda por água e a crescente degradação de suas fontes naturais, estudos sobre o seu tratamento e qualidade vem ganhando cada vez mais importância. Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise sobre alguns dos parâmetros utilizados como indicadores da qualidade da água, e uma comparação das médias mensais dos parâmetros de turbidez, cloro livre residual, cor aparente e flúor, ao longo do ano de 2016 e 2017 das duas estações de tratamento de água do Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE), da cidade de Rio Claro. Foram realizados testes estatísticos através do software R. Inicialmente foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para averiguar a normalidade dos dados e posteriormente foi utilizado o teste T-Student para comparação das médias. A um nível de 5% de significância, foram encontradas diferenças nos níveis de flúor entre as duas estações no ano 2016, que pode ser resultado da ação de fatores externos, como temperatura e sais precipitados; também houve variação no parâmetro turbidez no período chuvoso de 2017, que pode ser resultado de uma variação na pluviosidade nos pontos de captação de água. Apesar desta diferença, todos os valores estudados se encontraram dentro dos níveis definidos pela legislação. Em todos os meses estudados não foram encontrados coliformes totais e termotolerantes. O valor de pH não apresentou variação suficiente para justificar o uso de um teste estatístico. Desta forma, a metodologia empregada nas estações de tratamento da cidade de Rio Claro tem se mostrado eficaz, garantindo a potabilidade da água distribuída à população.

Palavras-chave: contaminação; potabilidade; qualidade da água; sistema de tratamento; T-Student;

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	9
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
3.1. Origens do tratamento de água.....	10
3.2. Bacia do rio Corumbataí.....	10
3.3. Tratamento de água em Rio Claro.....	11
3.4. Qualidade da água (IQA) e alguns de seus parâmetros.....	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	20
7. REFERÊNCIAS .....	21
8. ANEXOS.....	23
8.1. Anexo A - Tabela contendo os dados referentes a ETA I no ano de 2016.	23
8.2. Anexo B - Tabela contendo os dados referentes a ETA I no ano de 2017.	24
8.3. Anexo C - Tabela contendo os dados referentes a ETA II no ano de 2016.	25
8.4. Anexo D - Tabela contendo os dados referentes a ETA II no ano de 2017.	26

## 1 . INTRODUÇÃO

A demanda por recursos hídricos é problema cada vez maior e a deterioração da qualidade da água já realidade no mundo todo (BISWAS, 2000).

Os fatores que vêm agravando esta situação são o aumento da população mundial, desenvolvimento socioeconômico e a industrialização de países emergentes (ZEILHOFER, LIMA e LIMA, 2006).

Na sociedade moderna, principalmente em grandes zonas urbanas, é enfatizada a dependência da água, devido a grande demanda per capita, e questões como a qualidade e disponibilidade da mesma (ESTEVES, 2011).

Quando destinada a consumo humano, a água deve atender condições mínimas para que possa ser ingerida ou utilizada para fins higiênicos, estando livre de contaminantes químicos e biológicos, por ser a principal fonte potencial de doenças infecciosas. Desta forma, para se garantir a saúde pública, a pureza da água é o fator mais importante (MADIGAN et al., 2016).

A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros, que podem ser físicos, químicos e/ou biológicos. Dentre estes parâmetros, temos: cor aparente, turbidez, pH, condutividade elétrica, cloretos, flúor, oxigênio dissolvido, nitratos, sulfatos, coliformes, entre outros (RICHTER e NETTO, 2005).

Segundo Sperling (2017), para que seja atestada a qualidade da água, é necessário que esta esteja dentro alguns padrões, que são:

- Padrão de potabilidade: Portaria 2914 (2011), Ministério da Saúde
- Padrão de corpos d'água: Resolução CONAMA 357 (2005), Ministério do Meio Ambiente; e eventuais legislações estaduais
- Padrão de lançamento: Resolução CONAMA 357 (2005) e 430 (2011), Ministério do Meio Ambiente, e eventuais legislações estaduais.

A cidade de Rio Claro possui duas estações de tratamento de água (ETA). A ETA I - José Maria Pedroso capta água do rio Ribeirão Claro, no qual há uma barragem para atender 40,3% da população. Já a ETA II, tem como fonte de captação o rio Corumbataí, responsável por abastecer o restante da população (DIONIZIO, et al. 2011).

A bacia do rio Corumbataí, situada no estado de São Paulo, é de grande importância por ter potencial hídrico para abastecer as cidades de Analândia, Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes, Ipeúna, Itirapina entre outras (PALMA-SILVA, 2006).

## **2. OBJETIVOS**

Devido ao aumento da demanda e a poluição incessante dos recursos hídricos, estudos sobre sua qualidade e seu tratamento tem ganhado cada vez mais importância.

Com isso em mente, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo sobre alguns parâmetros utilizados como indicadores de qualidade de água.

Além disso, foi realizada uma análise estatística com dados mensais coletados das ETAs I e II do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE) nos anos de 2016 e 2017 .

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1. Origens do tratamento de água**

O tratamento de água para utilização no abastecimento de cidades teve origem com a construção do primeiro filtro lento, por John Gibb na Escócia em 1804 (RICHTER e NETTO, 2005).

Em 1880, na cidade de Campos no Rio de Janeiro, foi iniciada a filtração rápida em uma instalação pioneira. Já em 1900, existiam nos Estados Unidos, apenas 10 instalações para o tratamento de água, com utilização de filtros lentos (RICHTER e NETTO, 2005)

O Brasil, atualmente, conta com mais de mil estações para o tratamento de água, com algumas delas entre as maiores do mundo (RICHTER e NETTO, 2005).

#### **3.2. Bacia do rio Corumbataí**

A bacia do rio Corumbataí está inserida na porção centro oeste do estado de São Paulo, apresentando uma superfície de aproximadamente 1710 Km<sup>2</sup> (TAUK-TORNISIELO, 2008)

Esta bacia tem como principais afluentes os rios Cabeça, Passa-Cinco e Ribeirão Claro (VALENTE,2001).

O rio Ribeirão Claro, fonte de água para captação e tratamento na ETA I - José Maria Pedroso na cidade de Rio Claro, apresenta uma área de 270 km<sup>2</sup>, situada dentro dos municípios de Corumbataí, Rio Claro, Araras e Santa Gertrudes (FONSECA, 2008)

A bacia do rio Corumbataí tem sido afetada por impactos ambientais negativos, como por exemplo o lançamento de esgoto residencial e efluentes industriais, aumento das áreas urbanas, erosão e assoreamento, atividades mineradoras e exploração intensiva do solo . Este impacto resulta na poluição dos corpos de água, tanto superficiais quanto subterrâneos (PALMA-SILVA, TAUK-TORNISIELO, 2001).

### 3.3. Tratamento de água em Rio Claro

Em Rio Claro, o sistema de tratamento de água é composto por duas ETAs. A ETA I - José Maria Pedroso, localizada no Bairro Cidade Nova, foi construída no ano de 1949, apresenta como capacidade nominal 350 L/s, com tratamento de floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

A Captação de água na ETA I é feita no rio Ribeirão Claro, e a estação tem uma produção diária de 25 mil m<sup>3</sup> (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

A ETA II foi construída em 1982 e está localizada no km 8 da estrada municipal que liga Rio Claro a Ajapí. Esta capta água do rio Corumbataí e tem a produção diária de 35 mil m<sup>3</sup> (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

A água captada é bombeada para as estações de tratamento, nas quais há os processos de adsorção, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, que realizam o tratamento para a potabilização da água (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

Os produtos químicos utilizados no tratamento da água são: Ácido fluossilícico, utilizado para adição de flúor; Cal hidratada, para floculação e correção final de pH; Cloreto férrico, utilizado para clarificação; Cloro, utilizado na desinfecção; Ortopolifosfato de sódio, usado para impedir incrustações na rede de distribuição (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

O município conta com 36 reservatórios de água, tendo 21 mil m<sup>3</sup> de reserva, que é superior ao que se recomenda nas normas brasileiras. O abastecimento é 100% potável, conta com 672 km de rede e 61.630 ligações (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

O controle de qualidade da água tratada é feito seguindo a portaria 518/04, e as análises são realizadas em laboratórios do próprio DAAE, que conta com um sistema de contra prova feito pelo Instituto Adolfo Lutz. Além disso, os mananciais são monitorados pela UNESP - Rio Claro, e as análises periódicas de metais pesados em água bruta e tratada são feitas pela USP - São Carlos (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2011).

### **3.4. Qualidade da água (IQA) e alguns de seus parâmetros**

O conceito de qualidade de água é muito amplo, isto devido às propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas (RICHTER e NETTO, 2005).

De acordo com Sperling (2017), a qualidade pode ser alterada por fatores ambientais ou pela atuação do homem.

As condições naturais que podem alterar a qualidade da água são o escoamento superficial e a infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto da alteração é dado de acordo com o contato desta água com partículas e impurezas do solo (SPERLING, 2017).

As alterações resultantes da interferência humana são consequências do lançamento de resíduos domésticos e industriais, assim como pela aplicação de produtos químicos utilizados no meio agrícola (SPERLING, 2017).

Neste trabalho foram estudados os parâmetros definidos a seguir:

- **Turbidez e cor aparente:**

A turbidez é dada pela presença de partículas em suspensão que diminuem a claridade, reduzindo a transmissão da luz no meio, podendo ser partículas orgânicas como algas, ou minerais como zinco e ferro (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A cor da água é dada pela presença de substâncias pigmentadas em solução ou dispersão coloidal, podendo ser de origem mineral ou vegetal (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

- **Coliformes totais e termotolerantes:**

Coliformes são bactérias bacilares, gram-negativas, aeróbias facultativas e não formadoras de esporos. Normalmente estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal de seres humanos e outros animais, sendo assim bons indicadores de contaminação fecal (MADIGAN et al., 2016).

- **Potencial Hidrogeniônico (pH):**

O pH é o índice que descreve o caráter ácido ou básico que predomina em meio aquoso, possui valor de 0 a 14 (DIONIZIO, et al. 2011).

Para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6,5 e 8,5. Alterações no valor de pH afetam o metabolismo de espécies aquáticas, podendo também aumentar o efeito de substâncias químicas. (MORAIS, 2010).

- **Fluoreto:**

A fluoretação da água destinada ao consumo humano é uma medida preventiva para redução da prevalência da cárie dental. A concentração recomendada em mg/L de íon fluoreto na água é obtida pela equação:

$$C \text{ mg/L} = \frac{22}{E}; \quad \text{na qual } E = 10,3 + 0,725 T;$$

e T corresponde a média de temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de 1 ano, em graus centígrados (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2012).

- **Cloro Residual Livre:**

O cloro residual livre consiste na soma das concentrações de ácido hipocloroso e o íon hipoclorito, que são os principais responsáveis por oxidar a matéria orgânica indesejada. Este elemento varia com a temperatura e o pH da água (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 2005).

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Preliminarmente foi realizado o estudo dos indicadores de qualidade de água através da literatura.

Para análise estatística foram utilizados os dados das médias mensais de turbidez, cloro livre residual, cor aparente e flúor, dos anos 2016 e 2017 das ETAs I e II do DAAE da cidade de Rio Claro.

Inicialmente foi utilizado o teste estatístico de Shapiro-Wilk para averiguar a normalidade dos dados. Após esta etapa, foi utilizado o teste T-Student para amostras independentes para comparação das médias dos períodos secos e chuvosos entre as estações.

Para comparação entre meses secos e chuvosos, foi estabelecido que os meses secos seriam abril a setembro, enquanto os meses chuvosos outubro a março.

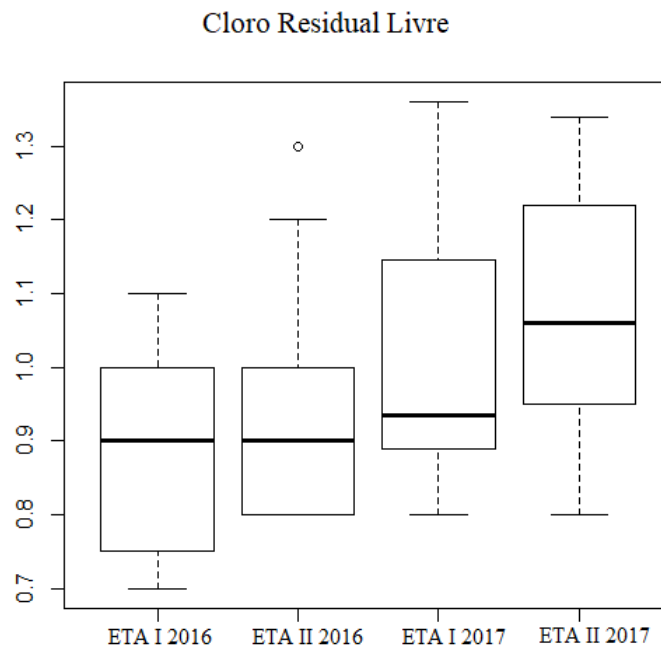
Todas as análises estatísticas e gráficos foram feitos utilizando o software estatístico R (THE R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING, 2018).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

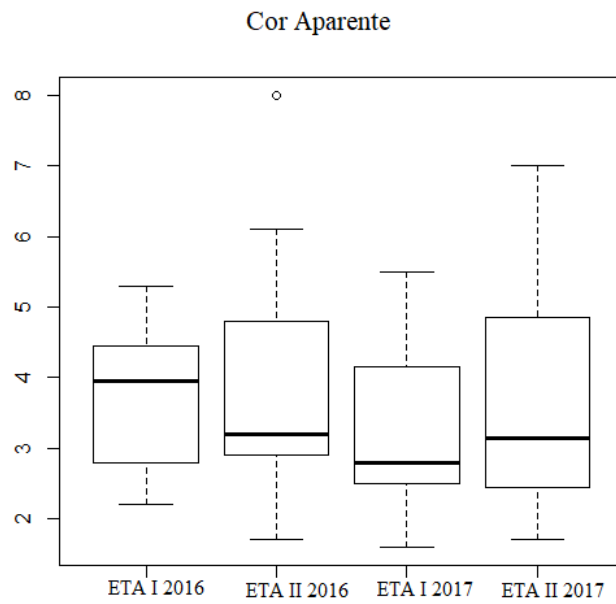
Os dados de todos os parâmetros do controle de qualidade de água (anexos A – D) utilizados e fornecidos pelo DAAE de Rio Claro se encaixaram dentro dos valores máximos permitidos pela portaria nº 2914 (2011) do Ministério da Saúde.

A variação dos dados pode ser observada nas figuras abaixo:

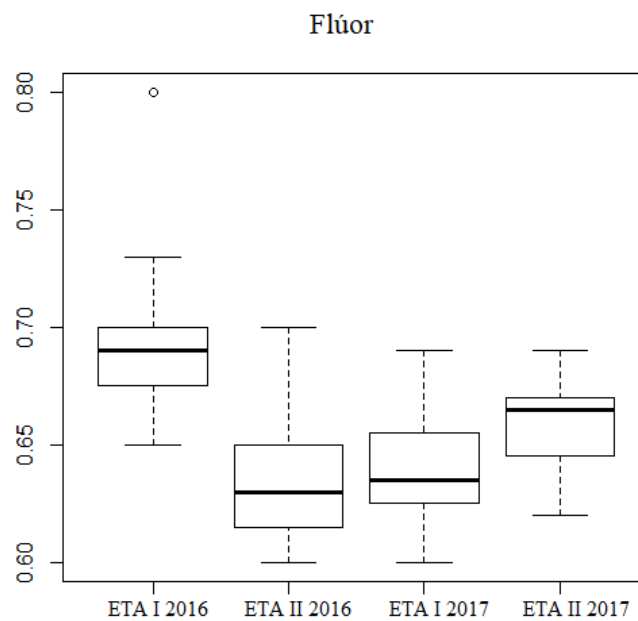
**Figura 1.** Gráfico da distribuição dos valores de cloro residual livre nas ETAs em 2016 e 2017. Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE.



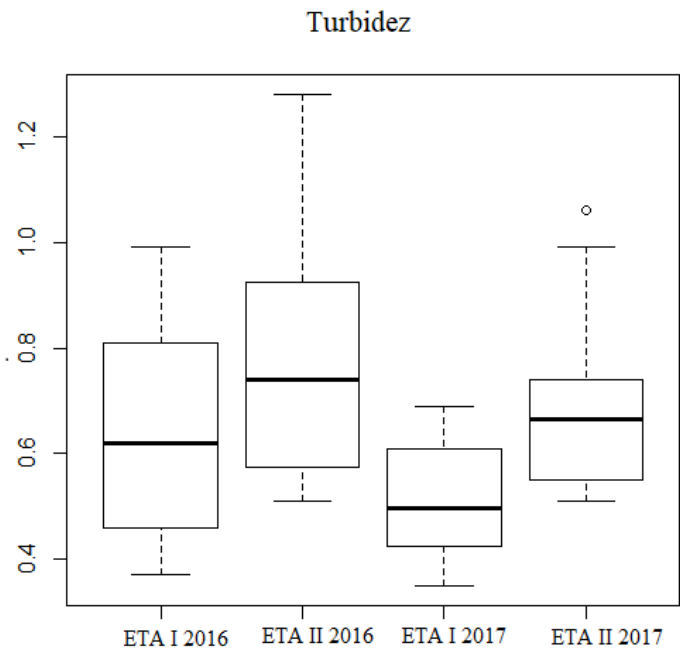
**Figura 2.** Gráfico da distribuição dos valores de cor aparente nas ETAs em 2016 e 2017. Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE.



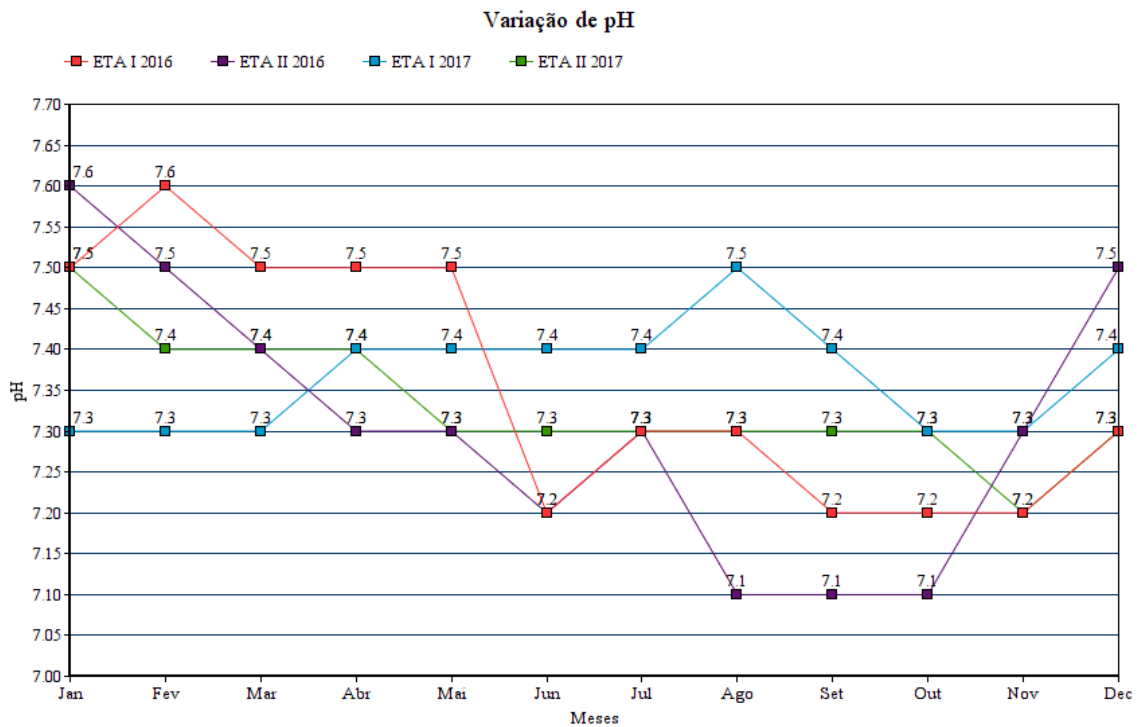
**Figura 3.** Gráfico da distribuição dos valores de flúor nas ETAs em 2016 e 2017. Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE.



**Figura 4.** Gráfico da distribuição dos valores de turbidez nas ETAs em 2016 e 2017. Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE.



**Figura 5.** Gráfico da distribuição dos valores de pH nas ETAs em 2016 e 2017. Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE



\*O valor máximo permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde é entre 6.0-9.5

De uma forma geral, pode se afirmar que os dados dos parâmetros estudados se encaixaram nos valores previstos pela portaria nº 2914 (2011) do Ministério da Saúde. Portanto Rio Claro conta com um sistema de tratamento confiável, que garante a potabilidade da água distribuída para a população.

Os valores de pH de ambas as estações ao longo dos dois anos não sofreram grandes variações, conforme visto na figura 5, não apresentando a necessidade de realizar um teste estatístico. A pequena variação nos valores mostra a eficiência do sistema de tratamento em controlar um parâmetro importantíssimo para assegurar a qualidade da água.

Coliformes fecais e termotolerantes não foram encontrados em nenhum dos meses estudados.

Apesar das fontes de captação de água das duas estações serem em rios diferentes, não houve grandes diferenças nos dados analisados.

Para análise dos dados, preliminarmente foi utilizado o teste de Shapiro Wilk, que indicou normalidade das variáveis nos diferentes grupos, na maioria das situações, conseqüentemente optou-se pelo teste T-Student para comparação das médias.

Os resultados da análise estatística utilizando o teste T-Student ao nível de 5% de significância mostraram diferença significativa nos dados das duas estações apenas nos seguintes parâmetros:

- Flúor, no período seco de 2016
- Flúor, no período chuvoso de 2016
- Turbidez, no período chuvoso de 2017

O flúor é um elemento adicionado à água durante o tratamento para ajudar no combate a prevalência da cárie dental na população. Porém, a presença deste elemento em níveis acima do recomendado pode induzir a fluorose dentária (SANTOS, et al. 2016).

Essa diferença encontrada pode ter sido causada por fatores como a temperatura, presença ou não de complexos minerais, íons precipitados, solubilidade de minerais e capacidade de troca iônica de minerais (SANTOS, et al. 2016).

Contudo, esta diferença significativa nas médias ainda estava abaixo do limite máximo permitido por lei. Vale salientar, portanto, que esta variação pode indicar uma dificuldade em controlar este agente nos processos de tratamento no ano de 2016.

A turbidez é um parâmetro que está diretamente relacionado com a quantidade de precipitação (PAVANELLI, 2001).

Como as duas estações de tratamento captam água de rios diferentes, a diferença significativa encontrada na turbidez pode indicar que no período chuvoso de 2017 houve uma discrepância na pluviometria nos dois rios que alimentam as estações, enquanto nos outros períodos analisados, ambos os rios receberam uma carga semelhante de chuvas e conseqüentemente matéria orgânica e outros agentes que influenciam na turbidez.

## 6. CONCLUSÃO

Todos os dados verificados referentes aos diferentes parâmetros (turbidez, cloro livre residual, cor aparente e flúor) se encaixaram dentro da legislação vigente. Isso mostra que a metodologia empregada no tratamento de água no município de Rio Claro se mostra eficaz e consistente ao longo do tempo, visto que mesmo sendo observado pequenas variações em alguns parâmetros, estes não extrapolaram os parâmetros legais

De todos os parâmetros analisados, apenas houve variação entre as estações nos indicadores de flúor e turbidez.

Dentro do intervalo de tempo analisado, a flutuação dos valores de flúor não deve ser encarada como algo preocupante. Visto que, em primeiro lugar, a variação ainda estava dentro dos valores aceitos por lei. Além disso, diversos fatores externos, como temperatura e sais precipitados, podem influenciar diretamente nas concentrações de flúor.

Por outro lado, se a variação do flúor ocorresse em um intervalo de tempo maior do que o proposto neste estudo, poderia significar uma limitação na metodologia empregada para fluoretação. Neste caso, talvez fosse necessário reavaliar o procedimento utilizado.

No que se refere ao parâmetro de turbidez, a diferença encontrada no período chuvoso de 2017 pode ser assumida como uma divergência da pluviosidade já nos pontos de coleta das duas fontes de água. Um aumento da pluviosidade faz com que partículas sólidas sejam carregadas em maior número nos corpos d'água, aumentando assim a turbidez inicial da amostra.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 2005

BISWAS, A. K. Editorial comments on the world commission on water for the 21st century. **Water International**, 2, 2000. 280-283.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano** / Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2012.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Sistema de Tratamento da Água**. 2011. Disponível em: <<http://www.daaerioclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=tratamento-agua>>. Acesso em 02 ago. 2018.

DIONIZIO, A. R.; MALAGUTTI, E. N.; DOS SANTOS, E. M.; MALUTA, O. R. **Avaliação de parâmetros de qualidade da água e aspectos socioeconômicos no córrego Bandeirantes, município de Rio Claro, SP**. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Sustentabilidade Ambiental), Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2011. 790p.

FONSECA, W. C. **Ajuste do modelo Qual2K e simulação de cenários para o Ribeirão Claro**. 2008. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock**. 14ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora LTDA. 2016. 1006p.

MORAIS, E.B. **Indicadores microbiológicos, metais-traço e índice de qualidade da água (IQA) do rio Cabeça, na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas Área de Concentração de Microbiologia Aplicada) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2010.

PALMA-SILVA, G. M. **Redação dos indicadores microbiológicos com outros parâmetros limnológicos no rio Corumbataí, SP, no intuito de propor um modelo matemático para gestão ambiental**. 2006. 174 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Área de Concentração Microbiologia Aplicada), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

PALMA-SILVA, G. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M. Contribuição de las áreas urbanas e la polución del rio de Corumbataí, SP, Brazil. In: **Contribuição a la educación y la proteccion ambiental** v.2, VII, p.1-9. 2001.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação, e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada.** 2001. 216 f. Tese (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** 1ª ed. 6ª reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA. 2005.

SANTOS, L. F. P.; CHIBA, F. Y.; MOIMAZ, S. A. S.; SALIBA, O. **Estudo da concentração de flúor nas águas de abastecimento público relacionada às variações pluviiais.** Revista Ciência Plural. 2016;2(2):3-13.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. V.1

TAUKE-TORNISIELO, S. M. Aspectos gerais da bacia do rio Corumbataí. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; ESQUIERRO, J. C. **Bacia do rio Corumbataí – aspectos socioeconômicos e ambientais.** 1ª ed. Consórcio PCJ. 2008

THE R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING, **What is R.** 2018. Disponível em <<https://www.r-project.org/about.html>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos. 2008. p.631

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP.** 2001. 144 f. Tese (Mestrado em Recursos Florestais, Área de Concentração em Conservação de Ecossistemas Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

ZEILHOFER, P.; LIMA, B. N. R.; LIMA, G. A. R. SPATIAL PATTERNS OF WATER QUALITY IN THE CUIABÁ RIVER BASIN, CENTRAL BRAZIL. **Environmental Monitoring and Assessment**, 123, 2006. 41-62.

## 8. ANEXOS

### 8.1 Anexo A – Tabela contendo os dados referentes a ETA I no ano de 2016.

**Tabela 1.** Dados referentes a ETA I no ano de 2016.

Parâmetro	Unidade	VMP (1)*	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Turbidez	UNT	5	0.96	0.99	0.81	0.75	0.63	0.81	0.53	0.39	0.37	0.42	0.50	0.61
Cloro Livre residual	mg/L	2	1.10	0.7	0.90	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	15	4.5	5.3	3.90	3.3	2.2	4.2	4.0	2.9	2.5	2.7	4.8	4.4
Flúor	mg/L	1.5	0.67	0.80	0.70	0.69	0.65	0.69	0.69	0.67	0.68	0.68	0.70	0.73
Coliformes Totais	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliforme														
Termotolerantes	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	-	6.0-9.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5	7.2	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	7.3

**Fonte:** Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2018).

\*Valor máximo permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

## 8.2 Anexo B – Tabela contendo os dados referentes a ETA I no ano de 2017.

**Tabela 1.** Dados referentes a ETA I no ano de 2017.

Parâmetro	Unidade	VMP (1)*	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Turbidez	UNT	5	0.69	0.49	0.41	0.35	0.67	0.50	0.40	0.63	0.47	0.55	0.59	0.44
Cloro Livre residual	mg/L	2	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1	0.9	1.3	1.18	1.18	0.97	0.88	1.11
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	15	5.5	5.2	3.5	2.6	3.8	2.7	2.4	1.6	1.6	2.9	4.5	2.6
Flúor	mg/L	1.5	0.69	0.66	0.63	0.62	0.65	0.65	0.60	0.63	0.68	0.63	0.64	0.60
Coliformes Totais	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliforme termotolerantes	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	-	6.0-9.5	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5	7.4	7.3	7.3	7.4

**Fonte:** Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2018).

\*Valor máximo permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

### 8.3 Anexo C – Tabela contendo os dados referentes a ETA II no ano de 2016.

**Tabela 3.** Dados referentes a ETA II no ano de 2016.

Parâmetro	Unidade	VMP (1)*	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Turbidez	UNT	5	1.28	1.01	0.72	0.51	0.69	0.84	0.84	0.59	0.51	0.56	0.76	1.18
Cloro Livre residual	mg/L	2	0.9	0.9	0.90	1.2	1.3	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	15	6.1	3.8	3.1	1.7	2.0	3.2	3.2	3.4	2.9	2.9	5.8	8.0
Flúor	mg/L	1.5	0.63	0.62	0.64	0.60	0.60	0.63	0.63	0.61	0.66	0.70	0.63	0.68
Coliformes Totais	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliforme termotolerantes	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	-	6.0-9.5	7.6	7.5	7.4	7.3	7.3	7.2	7.2	7.3	7.1	7.1	7.3	7.5

**Fonte:** Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2018).

\*Valor máximo permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

#### 8.4 Anexo D – Tabela contendo os dados referentes a ETA II no ano de 2017

**Tabela 4.** Dados referentes a ETA II no ano de 2017.

Parâmetro	Unidade	VMP (1)*	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Turbidez	UNT	5	0.99	0.72	1.06	0.66	0.70	0.55	0.55	0.67	0.53	0.63	0.76	0.51
Cloro Livre residual	mg/L	2	0.8	1.0	0.9	1.2	1.2	1.0	1.3	1.34	1.24	1.15	0.86	1.11
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	15	7.0	6.2	5.7	3.6	3.6	2.4	2.6	2.5	1.7	2.7	4.0	2.2
Flúor	mg/L	1.5	0.65	0.66	0.67	0.63	0.64	0.66	0.67	0.67	0.69	0.62	0.69	0.67
Coliformes Totais	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliforme termotolerantes	nmp/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
pH	-	6.0-9.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3

**Fonte:** Elaborado a partir de dados obtidos do site do DAAE (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2018).

\*Valor máximo permitido pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.