



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação
de Recursos Hídricos

Jardel Souza de Azevedo

**Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende, Porto
Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos pelo rio
Paraíba do Sul**

Rio de Janeiro
2021

Jardel Souza de Azevedo

Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos pelo rio Paraíba do Sul

Dissertação apresentada, como requisito para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Orientadora: Prof.^a Dra. Cássia de Oliveira Farias

Coorientadora: Prof.^a Dra. Cláudia Hamacher

Rio de Janeiro

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

A994 Azevedo, Jardel Souza de.
Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende,
Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos
pelo rio Paraíba do Sul / Jardel Souza de Azevedo. – 2021.
361 f.: il.

Orientadora: Cássia de Oliveira Farias
Coorientadora: Cláudia Hamacher.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências.

1. Abastecimento de água nas cidades – Sul Fluminense (RJ:
Mesorregião) – Teses. 2. Recursos hídricos – Administração – Sul
Fluminense (RJ: Mesorregião) – Teses. 3. Controle de qualidade da
água – Sul Fluminense (RJ: Mesorregião) – Teses. 4. Água – Estações
de tratamento – Sul Fluminense (RJ: Mesorregião) – Teses. 5. Água –
Captação – Sul Fluminense (RJ: Mesorregião) – Teses. 6. Água –
Qualidade – Medição – Teses. I. Farias, Cássia de Oliveira. II.
Hamacher, Cláudia. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Centro de Tecnologia e Ciências. IV. Título.

CDU 628.1:556.18(815.3)

Bibliotecária responsável: Taciane Ferreira da Silva / CRB-7: 6337

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou
parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Jardel Souza de Azevedo

Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos pelo rio Paraíba do Sul

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Aprovada em 10 de maio de 2021.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Cláudia Hamacher

Faculdade de Oceanografia – UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Cássia de Oliveira Farias (Orientadora)

Faculdade de Oceanografia – UERJ

Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms

Faculdade de Oceanografia – UERJ

Dr. André Luís de Paula Marques

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP

Rio de Janeiro

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha esposa, meus filhos, familiares e amigos do Mestrado que me apoiaram e me incentivaram durante esta jornada.

Este trabalho também é dedicado aos alunos que infelizmente vieram a falecer durante o curso devido a pandemia COVID-19.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me proporcionar a alegria da vida, de estar aqui em busca da concretização de um sonho.

À minha esposa Michelle de Assis Lack, que me acompanha desde sempre e me apoia quaisquer que sejam minha decisão. E para quem devo muita retribuição principalmente de amor, carinho e dedicação.

Aos meus amigos pela compreensão e espera, digo grande espera para poder estar em minha companhia nem que seja por um pequeno momento, para um bate papo ou uma saída, o que na maioria das vezes não nos é permitido devido aos compromissos “inacabáveis” do mestrado.

Ao Estagiário Guilherme Franco de Azevedo que esteve me ajudando em todas as coletas e análises durante o período da pesquisa. Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda por ter cedido seu espaço físico (Laboratório) e também um de seus técnicos para acompanhar e instruir de maneira correta a pesquisa.

À minha orientadora, Professora Dra. Cássia de Oliveira Farias, por acreditar que seria possível a concretização desse trabalho, e à coorientadora, Professora Dra. Cláudia Hamacher, pela disponibilidade para realização desse trabalho.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e a Agência Nacional de Águas (ANA) através do Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015 por terem apoiado a realização deste trabalho e pelo apoio ao Prof.ª Ágata aportado até o momento. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Prof.ª Ágata da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelo apoio técnico científico oferecido, aos professores do Polo UERJ, em especial ao coordenador, Professor Friedrich Wilhelm Herms, por toda a dedicação para concretizar a realização do curso no polo UERJ e em todo Brasil e, pela chefe de Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Ana Beatriz Fernandes, que sempre esteve disposta a nos ajudar e a resolver qualquer problema.

Aos meus colegas de mestrado, pelo apoio e solidariedade, em especial aos amigos da “Vila Isabel” Elias Adriano dos Santos, Hernane Teixeira da Silva e Marco Antônio de Jesus Moreira, pela parceria, incentivo e companheirismo.

Às colaboradoras Michele Araújo, Pós-Doc do LAGOM (Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha), e Márcia Oliveira, Química do LABOQUI (Laboratório de Oceanografia Química) que dedicaram seu tempo para me ajudar, ensinar e me orientar durante o estágio docente.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

AZEVEDO, Jardel Souza de. **Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos pelo rio Paraíba do Sul**. 2021. 361 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água distribuída pelas concessionárias nos municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral na região Sul Fluminense do estado do Rio de Janeiro, local de atuação do Comitê Médio Paraíba do Sul. As avaliações foram feitas confrontando as informações presentes nas contas de água emitidas pelas concessionárias aos seus clientes, com os resultados medidos referentes à qualidade da água do presente estudo (água tratada distribuída e água tratada distribuída final de rede de distribuição) e com os resultados emitidos pelas concessionárias para o Sistema de Informação em Saúde da Água (SISAGUA). Foi avaliado o tratamento da água e sua distribuição para o consumo humano. De um modo geral, todas as concessionárias fazem o tratamento tipo convencional e não possui em seu sistema qualquer outro tipo de tratamento que possa melhorar a qualidade da água. As comparações realizadas pelo estudo demonstram que todas as concessionárias tiveram problemas com os parâmetros Fluoreto e Cor. Ao final do estudo foi gerada uma classificação regional onde foram elencadas às concessionárias em relação à qualidade de água distribuída tendo como base o cálculo do IQA-CCME. Para o presente estudo o padrão “ideal” foi baseado nos limites determinados pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 (do Ministério da Saúde) e pelo Instituto Trata Brasil. Esta pesquisa foi iniciada em dezembro de 2018 e terminou em dezembro de 2019. Em cada município foram coletadas, mensalmente, amostras de água em 3 pontos: água bruta, água tratada no início e ao final da sua distribuição. Ao todo foram realizadas 12 coletas de água bruta e 12 de água tratada distribuída e 6 de água tratada final de rede. Para a água bruta, foram analisados 13 parâmetros e para a água tratada, foram realizados 23 parâmetros (13 para a água tratada distribuída e 10 para a água tratada distribuída final de rede). No estudo todo foram feitas 1.860 determinações. Durante o período pesquisado, foi criado um banco com as informações obtidas das análises. Os cálculos dos IQAs foram estabelecidos pelos critérios dos Índices de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME) e pôde-se criar a classificação regional dos municípios estudados. Os resultados apontaram que a melhor qualidade de água distribuída nos municípios estudados foi em Volta Redonda (classificada como boa e IQA-CCME de 89,99), seguida por Resende (boa com 86,64), Barra Mansa obteve o IQA-CCME de 86,60 bem próximo ao segundo lugar. A água do município de Pinheiral já apresentou qualidade mediana com IQA-CCME de 48,04. A pior qualidade de água distribuída é em Porto Real onde obteve o IQA-CCME mais baixo 37,71 segundo os critérios de qualificação adotados.

Palavras-chave: Captação. Recursos Hídricos. Tratamento. Análises. Monitoramento.

ABSTRACT

AZEVEDO, Jardel Souza de. **Raw material quality and treated water in the municipalities Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda and Pinheiral, supplied by the Paraíba do Sul River**. 2021. 361 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

The present work aims to evaluate the quality of the water distributed by the concessionaires in the cities of Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda and Pinheiral in the South Fluminense region of the state of Rio de Janeiro, where the Paraíba do Sul Middle Committee operates. The assessments were made by comparing the information present in the water bills issued by the concessionaires to their customers, with the measured results referring to the water quality of the present study (distributed treated water and final distributed treated water from the distribution network) and with the results issued by the concessionaires for the Water Health Information System (SISAGUA). The treatment of water and its distribution for human consumption was evaluated. In general, all concessionaires do conventional treatment and do not have any other type of treatment in their system that can improve water quality. The comparisons made by the study show that all concessionaires had problems with the parameters Fluoride and Color. At the end of the study, a regional classification was generated where the concessionaires were listed in relation to the quality of water distributed based on the calculation of the indexes quality of the water Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME). For the present study, the “ideal” standard was based on the limits determined by Consolidation Ordinance No. 5/2017 (from the Ministry of Health) and by the Trat Brazil Institute. This research started in December 2018 and ended in December 2019. In each city, water samples were collected monthly at 3 points: raw water, treated water at the beginning and at the end of its distribution. In total, 12 collections of raw water and 12 of treated treated water and 6 of final treated water were carried out. For raw water, 13 parameters were analyzed and for treated water, 23 parameters were performed (13 for distributed treated water and 10 for final distributed treated water). In the whole study, 1,860 determinations were made. During the research period, a bank was created with the information obtained from the analyzes. The calculations of the IQAs were established by the criteria of the IQA-CCME and it was possible to create the regional classification of the municipalities studied. The results showed that the best quality of water distributed in the municipalities studied was in Volta Redonda (classified as good and IQA – CCME of 89.99), followed by Resende (good with 86.64), Barra Mansa obtained the IQA – CCME of 86.60 right next to the second place. The water in the municipality of Pinheiral has already presented a median quality with AAI-CCME of 48.04. The worst quality of water distributed is in Porto Real where it obtained the lowest IQA – CCME 37.71 according to the adopted qualification criteria.

Keywords: Abstraction. Water Resources. Treatment. Analysis. Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Classes de enquadramento dos corpos hídricos de água doce segundo a Resolução CONANA nº 357/2005.....	40
Figura 2 –	Usos previstos para cada classe de águas doces segundo CONAMA nº 357/2005.....	40
Figura 3 –	Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.....	60
Figura 4 –	Área de atuação do Comitê Médio Paraíba do Sul.....	62
Figura 5 –	Mapa de trecho do rio Paraíba do Sul com os municípios que serão estudados.....	64
Figura 6 –	Localização de Resende no Estado do Rio de Janeiro.....	67
Figura 7 –	Localização de Porto Real no Estado do Rio de Janeiro.....	71
Figura 8 –	Localização de Barra Mansa no Estado do Rio de Janeiro.....	76
Figura 9 –	Localização de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro.....	82
Figura 10 –	Localização de Pinheiral no Estado do Rio de Janeiro.....	86
Figura 11 –	Dimensões do índice IQA–CCME.....	167
Figura 12 –	Termômetro.....	298
Figura 13 –	Turbidímetro 2100Q.....	300
Figura 14 –	pHmetro.....	302
Figura 15 –	Medidor de Cloro.....	304
Figura 16 –	Colorímetro.....	306
Figura 17 –	Medidor de Flúor.....	307
Figura 18 –	Titulação do CO ₂ Livre.....	309
Figura 19 –	CO ₂ Livre Titulado.....	309
Figura 20 –	Titulação da Alcalinidade.....	310
Figura 21 –	Alcalinidade Titulada.....	311
Figura 22 –	Titulação do Cloreto.....	312
Figura 23 –	Cloreto Titulado.....	312
Figura 24 –	Titulação da Dureza.....	313
Figura 25 –	Dureza Titulada.....	314
Figura 26 –	Coliforme Total.....	315
Figura 27 –	Coliforme Fecal.....	318
Figura 28 –	Heterotrófica.....	321

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Nascentes do rio Paraíba do Sul.....	58
Foto 2 – Conta de água concessionária – Águas das Agulhas Negras.....	95
Foto 3 – Conta de água concessionária – Prefeitura Municipal de Porto Real..	110
Foto 4 – Conta de água concessionária – SAAE–BM.....	124
Foto 5 – Conta de água concessionária – SAAE–VR.....	138
Foto 6 – Conta de água concessionária – CEDAE.....	152

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	100
Gráfico 2 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	101
Gráfico 3 –	Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	102
Gráfico 4 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	103
Gráfico 5 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	104
Gráfico 6 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	105
Gráfico 7 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	106
Gráfico 8 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	107
Gráfico 9 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	108
Gráfico 10 –	Valores do Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.....	109
Gráfico 11 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	114
Gráfico 12 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	115
Gráfico 13 –	Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	116
Gráfico 14 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	117
Gráfico 15 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	118

Gráfico 16 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	119
Gráfico 17 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	120
Gráfico 18 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	121
Gráfico 19 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	122
Gráfico 20 –	Valores de Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.....	123
Gráfico 21 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	128
Gráfico 22 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	129
Gráfico 23 –	Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	130
Gráfico 24 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	131
Gráfico 25 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	132
Gráfico 26 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	133
Gráfico 27 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	134
Gráfico 28 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	135
Gráfico 29 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	136
Gráfico 30 –	Valores do Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.....	137
Gráfico 31 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	142

Gráfico 32 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	143
Gráfico 33 –	Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	144
Gráfico 34 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	145
Gráfico 35 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	146
Gráfico 36 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	147
Gráfico 37 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	148
Gráfico 38 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	149
Gráfico 39 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	150
Gráfico 40 –	Valores do Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.....	151
Gráfico 41 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	156
Gráfico 42 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	157
Gráfico 43 –	Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	158
Gráfico 44 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	159
Gráfico 45 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	160
Gráfico 46 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	161
Gráfico 47 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	162

Gráfico 48 –	Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	163
Gráfico 49 –	Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	164
Gráfico 50 –	Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.....	165
Gráfico 51 –	Valores da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	176
Gráfico 52 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	177
Gráfico 53 –	Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	178
Gráfico 54 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	180
Gráfico 55 –	Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	181
Gráfico 56 –	Valores de CO_2 Livre (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	182
Gráfico 57 –	Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	184
Gráfico 58 –	Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	185
Gráfico 59 –	Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Resende.....	186
Gráfico 60 –	Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.....	188
Gráfico 61 –	Valores da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	189
Gráfico 62 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	191
Gráfico 63 –	Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	192

Gráfico 64 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	193
Gráfico 65 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	195
Gráfico 66 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	196
Gráfico 67 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	197
Gráfico 68 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	199
Gráfico 69 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Porto Real.....	200
Gráfico 70 –	Valores do Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.....	201
Gráfico 71 –	Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	203
Gráfico 72 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	204
Gráfico 73 –	Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	205
Gráfico 74 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	207
Gráfico 75 –	Valores do Fluoreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	208
Gráfico 76 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	209
Gráfico 77 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	211
Gráfico 78 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	212
Gráfico 79 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Barra Mansa.....	213

Gráfico 80 –	Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.....	214
Gráfico 81 –	Valores da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	215
Gráfico 82 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	217
Gráfico 83 –	Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	218
Gráfico 84 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	220
Gráfico 85 –	Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	221
Gráfico 86 –	Valores de CO_2 Livre (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	223
Gráfico 87 –	Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	224
Gráfico 88 –	Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	225
Gráfico 89 –	Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Volta Redonda.....	227
Gráfico 90 –	Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.....	228
Gráfico 91 –	Valores da Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	229
Gráfico 92 –	Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	231
Gráfico 93 –	Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	232
Gráfico 94 –	Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	233
Gráfico 95 –	Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	234

Gráfico 96 –	Valores de CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	235
Gráfico 97 –	Valores da Alcalinidade (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	237
Gráfico 98 –	Valores do Cloreto (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	238
Gráfico 99 –	Valores da Dureza (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Pinheiral.....	239
Gráfico 100 –	Valores do Cloro (mg.L ⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.....	240
Gráfico 101 –	Medianas período seco x chuvoso – Temperatura (°C).....	242
Gráfico 102 –	Medianas período seco x chuvoso – pH.....	243
Gráfico 103 –	Medianas período seco x chuvoso – Cor (uH).....	244
Gráfico 104 –	Medianas ATD X ATFR X AB – Turbidez (uT).....	245
Gráfico 105 –	Medianas ATD X ATFR X AB – Cloro Residual (mg.L ⁻¹).....	246
Gráfico 106 –	Medianas ATD X ATFR X AB – Cor (uH).....	247
Gráfico 107 –	Medianas AT X ATF X AB – Fluoreto (mg.L ⁻¹).....	248
Gráfico 108 –	Medianas por municípios – pH.....	249

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Cor.....	51
Tabela 2 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Turbidez....	51
Tabela 3 –	Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – pH	52
Tabela 4 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Alcalinidade..	53
Tabela 5 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Dureza.....	53
Tabela 6 –	Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – Fluoreto.....	54
Tabela 7 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Cloretos.....	54
Tabela 8 –	Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – Cloro Residual.....	55
Tabela 9 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – CO ₂ Livre.....	56
Tabela 10 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Coliformes Total.....	57
Tabela 11 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Coliformes Fecal.....	57
Tabela 12 –	Valores máximos permitidos na água parâmetro – Heterotróficas.....	57
Tabela 13 –	Número de população total e/ou parcial dos municípios inseridos no Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul	62
Tabela 14 –	Estações de tratamento de água do município de Resende.....	68
Tabela 15 –	Estações de tratamento de esgoto do município de Resende.....	69
Tabela 16 –	Estações de tratamento de água do município de Porto Real.....	72
Tabela 17 –	Estações de tratamento de esgoto do município de Porto Real...	73
Tabela 18 –	Estações de tratamento de água do município de Barra Mansa...	77
Tabela 19 –	Poços de tratamento de água do município de Barra Mansa.....	78
Tabela 20 –	Estações de tratamento de esgoto do município de Barra Mansa	79
Tabela 21 –	Estação de tratamento de água do município de Volta Redonda.	83
Tabela 22 –	Estações de tratamento de esgoto do município de Volta Redonda.....	83
Tabela 23 –	Estação de tratamento de água do município de Pinheiral.....	87

Tabela 24 –	Pontos de coleta dos municípios estudados.....	89
Tabela 25 –	Parâmetros da Portaria da Consolidação MS nº 5/2017.....	92
Tabela 26 –	Comparação dos valores médios detectados na conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.....	95
Tabela 27 –	Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Resende.....	96
Tabela 28 –	Referência para criação dos gráficos de cada município estudado.....	100
Tabela 29 –	Comparação do resultado da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 29/05/2019.....	110
Tabela 30 –	Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Porto Real.....	111
Tabela 31 –	Comparação do valor médio da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 29/05/2019.....	124
Tabela 32 –	Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Barra Mansa.....	125
Tabela 33 –	Comparação do índice do SAAE–VR na conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.....	138
Tabela 34 –	Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Volta Redonda.....	139
Tabela 35 –	Comparação dos valores detectados da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.....	152
Tabela 36 –	Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Pinheiral.....	153
Tabela 37 –	Categorização da qualidade da água pelo IQA–CCME.....	169
Tabela 38 –	Valores de cada município para cálculo do IQA–CCME.....	172
Tabela 39 –	Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.....	172

Tabela 40 –	Classificação considerando Água Tratada e Água Tratada Final de Rede.....	173
Tabela 41 –	Classificação considerando Água Tratada, Água Tratada Final de Rede, SISAGUA e Conta.....	174
Tabela 42 –	Classificação considerando água bruta.....	174
Tabela 43 –	Classificação considerando água bruta em relação aos parâmetros bacteriológicos.....	174
Tabela 44 –	Resultados das análises da água bruta do município de Resende realizadas no presente estudo.....	275
Tabela 45 –	Resultados das análises da água bruta do município de Porto Real realizadas no presente estudo.....	276
Tabela 46 –	Resultados das análises da água bruta do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.....	277
Tabela 47 –	Resultados das análises da água bruta do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.....	278
Tabela 48 –	Resultados das análises da água bruta do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.....	279
Tabela 49 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Resende realizadas no presente estudo.....	280
Tabela 50 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Porto Real realizadas no presente estudo.....	281
Tabela 51 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.....	282
Tabela 52 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.....	283
Tabela 53 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.....	284
Tabela 54 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Resende realizadas no presente estudo....	285
Tabela 55 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Porto Real realizadas no presente estudo..	286

Tabela 56 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.....	286
Tabela 57 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.....	287
Tabela 58 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.....	287
Tabela 59 –	Resultados das análises lançadas no SISAGUA do município de Resende realizadas no presente estudo.....	288
Tabela 60 –	Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Porto Real realizadas no presente estudo.....	289
Tabela 61 –	Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.....	290
Tabela 62 –	Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.....	291
Tabela 63 –	Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.....	292
Tabela 64 –	Resultados lançados nas contas da concessionária Agulhas Negras do município de Resende realizadas no presente estudo	293
Tabela 65 –	Resultados lançados nas contas da concessionária Prefeitura Municipal de Porto Real realizadas no presente estudo.....	294
Tabela 66 –	Resultados lançados nas contas da concessionária SAAE-BM do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.....	295
Tabela 67 –	Resultados lançados nas contas da concessionária SAAE-VR do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo...	296
Tabela 68 –	Resultados lançados nas contas da concessionária CEDAE do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.....	297
Tabela 69 –	Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Total.....	316
Tabela 70 –	Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Fecal.....	319

Tabela 71 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Resende para cálculo do IQA–CCME.....	323
Tabela 72 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Resende para cálculo do IQA–CCME.....	324
Tabela 73 –	Total geral para primeiro cálculo do IQA–CCME de Resende.....	324
Tabela 74 –	Total geral para segundo cálculo do IQA–CCME de Resende.....	327
Tabela 75 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Porto Real para cálculo do IQA–CCME.....	330
Tabela 76 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Porto Real para cálculo do IQA–CCME.....	331
Tabela 77 –	Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Porto Real.	331
Tabela 78 –	Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Porto Real	336
Tabela 79 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Barra Mansa para cálculo do IQA–CCME.....	341
Tabela 80 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Barra Mansa para cálculo do IQA–CCME..	342
Tabela 81 –	Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Barra Mansa.....	342
Tabela 82 –	Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Barra Mansa.....	344
Tabela 83 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Volta Redonda para cálculo do IQA–CCME.....	348
Tabela 84 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Volta Redonda para cálculo do IQA–CCME.....	349
Tabela 85 –	Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Volta Redonda.....	349
Tabela 86 –	Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Volta Redonda.....	351
Tabela 87 –	Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Pinheiral para cálculo do IQA–CCME.....	354
Tabela 88 –	Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Pinheiral para cálculo do IQA–CCME.....	355

Tabela 89 –	Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Pinheiral....	355
Tabela 90 –	Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Pinheiral...	358

LISTA DE SIGLAS

AB	Água Bruta
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
ATD	Água Tratada Distribuída
ATDFR	Água Tratada Distribuída Final de Rede
BCWQ	British Columbia Ministry of Environment
CBH-MPS	Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba
CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GM	Gabinete do Ministro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice Desenvolvimento Humano
IQA	Índice de Qualidade de Água
IQA-CCME	Índice de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONG	Organização Não Governamental
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PCR	Portaria de Consolidação
PIB	Produto Interno Bruto
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente

PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RH-MPS	Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul
SAAE-BM	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa
SAAEVR	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda
SINGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento Recursos Hídricos
SISAGUA	Sistema de Informação em Saúde
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde
UASB	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
Km ²	Quilômetro Quadrado
Km	Quilômetro
m ³	Metro Cúbico
°C	Grau Celsius
Ut	Unidade de Turbidez
mg.L ⁻¹	Miligrama por Litro
≤	Menor ou igual
≥	Maior ou igual
≠	Diferente
pH	Potencial Hidrogeniônico
uH	Unidade de Hazen
$\sqrt[3]{}$	Raiz Cúbica
Δ	Discrepância
ΣnΔ	Soma Normalizada das Discrepâncias
F ₁	Alcance
F ₂	Frequência
F ₃	Amplitude
S	Sul
W	Oeste

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	33
1	OBJETIVOS.....	36
1.1	Objetivo Geral.....	36
1.2	Objetivos Específicos.....	36
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	37
2.1	Qualidade da Água e Legislação Brasileira.....	37
2.2	O Enquadramento de Corpos D'água.....	39
2.3	Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde (MS) nº 5 de 28 de setembro de 2017.....	41
2.4	Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440 de maio 2005.....	43
2.5	O Programa VIGIAGUA e o instrumento SISAGUA.....	45
2.6	Instituto Trata Brasil.....	46
2.6.1	<u>Ranking 2021 Trata Brasil</u>	46
2.7	Indicadores e Índices.....	47
2.8	Índices de Qualidade de Água.....	48
2.9	Principais Características Físicas, Químicas e Biológicas da Água.....	49
2.9.1	<u>Características Físicas</u>	50
2.9.1.1	Temperatura – °C.....	50
2.9.1.2	Cor – uH.....	50
2.9.1.3	Turbidez – uT.....	51
2.9.2	<u>Características Químicas</u>	52
2.9.2.1	pH.....	52
2.9.2.2	Alcalinidade – mg.L ⁻¹	52
2.9.2.3	Dureza – mg.L ⁻¹	53
2.9.2.4	Fluoretos – mg.L ⁻¹	53
2.9.2.5	Cloretos – mg.L ⁻¹	54
2.9.2.6	Cloro Residual – mg.L ⁻¹	55
2.9.2.7	CO ₂ Livre – mg.L ⁻¹	55

2.9.3	<u>Características Biológicas</u>	56
2.9.3.1	Parâmetros Microbiológicos.....	56
2.9.3.2	Bactérias Coliformes.....	56
2.9.3.3	Bactérias Heterotróficas.....	57
3	ÁREA DE ESTUDO	58
3.1	Rio Paraíba do Sul	58
3.2	Comitê de Bacia Hidrográfico Médio Paraíba do Sul	61
3.3	O Município de Resende	64
3.4	O Município de Porto Real	70
3.5	O Município de Barra Mansa	74
3.6	O Município de Volta Redonda	80
3.7	O Município de Pinheiral	85
4	METODOLOGIA	88
5	RESULTADOS	93
6	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELO ESTUDO COM AS CONTAS EMITIDAS PELAS CONCESSIONÁRIA E SISAGUA	94
6.1	Comparação dos resultados – Resende	94
6.1.1	<u>Comparação dos resultados por gráficos</u>	98
6.1.1.1	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Temperatura (°C)	100
6.1.1.2	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Turbidez (uT).....	101
6.1.1.3	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – pH.....	101
6.1.1.4	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cor (uH).....	102
6.1.1.5	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Fluoreto (mg.L ⁻¹)	103
6.1.1.6	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – CO ₂ Livre (mg.L ⁻¹).....	104
6.1.1.7	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Alcalinidade (mg.L ⁻¹).....	105
6.1.1.8	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cloreto (mg.L ⁻¹)..	106
6.1.1.9	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Dureza (mg.L ⁻¹)..	107
6.1.1.10	Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cloro (mg.L ⁻¹)....	108
6.2	Comparação dos resultados – Porto Real	109

6.2.1	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Temperatura (°C).....</u>	113
6.2.2	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Turbidez (uT)...</u>	114
6.2.3	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – pH.....</u>	115
6.2.4	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cor (uH).....</u>	116
6.2.5	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Fluoreto (mg.L⁻¹).....</u>	117
6.2.6	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – CO₂ Livre (mg.L⁻¹).....</u>	118
6.2.7	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Alcalinidade (mg.L⁻¹).....</u>	119
6.2.8	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cloreto (mg.L⁻¹).....</u>	120
6.2.9	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Dureza (mg.L⁻¹).....</u>	121
6.2.10	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cloro (mg.L⁻¹)...</u>	122
6.3	Comparação dos resultados – Barra Mansa.....	123
6.3.1	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa Real – Temperatura (°C).....</u>	127
6.3.2	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Turbidez (uT).....</u>	128
6.3.3	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – pH.....</u>	129
6.3.4	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cor (uH).....</u>	130
6.3.5	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Fluoreto (mg.L⁻¹).....</u>	131
6.3.6	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – CO₂ Livre (mg.L⁻¹).....</u>	132
6.3.7	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Alcalinidade (mg.L⁻¹).....</u>	133
6.3.8	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cloreto (mg.L⁻¹).....</u>	134
6.3.9	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Dureza (mg.L⁻¹).....</u>	135

6.3.10	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cloro (mg.L⁻¹).....</u>	136
6.4	Comparação dos resultados – Volta Redonda.....	137
6.4.1	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Temperatura (°C).....</u>	141
6.4.2	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Turbidez (uT).....</u>	142
6.4.3	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – pH.....</u>	143
6.4.4	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cor (uH).....</u>	144
6.4.5	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Fluoreto (mg.L⁻¹).....</u>	145
6.4.6	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – CO₂ Livre (mg.L⁻¹).....</u>	146
6.4.7	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Alcalinidade (mg.L⁻¹).....</u>	147
6.4.8	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cloreto (mg.L⁻¹).....</u>	148
6.4.9	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Dureza (mg.L⁻¹).....</u>	149
6.4.10	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cloro (mg.L⁻¹).....</u>	150
6.5	Comparação dos resultados – Pinheiral.....	151
6.5.1	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Temperatura (°C).....</u>	155
6.5.2	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Turbidez (uT).....</u>	156
6.5.3	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – pH.....</u>	157
6.5.4	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Cor (uH).....</u>	158
6.5.5	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Fluoreto (mg.L⁻¹).....</u>	159
6.5.6	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral da – CO₂ Livre (mg.L⁻¹).....</u>	160

6.5.7	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	161
6.5.8	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Cloreto (mg.L⁻¹)</u> ...	162
6.5.9	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	163
6.5.10	<u>Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	164
7	CLASSIFICAÇÃO DAS CONCESSIONÁRIAS EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA FORNECIDA	166
7.1	Índice de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA–CCME)	166
7.2	Classificação Regional	170
7.3	Classificação de acordo ao IQA–CCME	173
8	CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA	175
8.1	Água Bruta Resende – Temperatura (°C)	175
8.1.1	<u>Água Bruta Resende – Turbidez (uT)</u>	176
8.1.2	<u>Água Bruta Resende – pH</u>	178
8.1.3	<u>Água Bruta Resende – Cor (uH)</u>	179
8.1.4	<u>Água Bruta Resende – Fluoreto (mg.L⁻¹)</u>	180
8.1.5	<u>Água Bruta Resende – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)</u>	182
8.1.6	<u>Água Bruta Resende – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	183
8.1.7	<u>Água Bruta Resende – Cloreto (mg.L⁻¹)</u>	184
8.1.8	<u>Água Bruta Resende – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	186
8.1.9	<u>Água Bruta Resende – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	187
8.2	Água Bruta Porto Real – Temperatura (°C)	188
8.2.1	<u>Água Bruta Porto Real – Turbidez (uT)</u>	190
8.2.2	<u>Água Bruta Porto Real – pH</u>	191
8.2.3	<u>Água Bruta Porto Real – Cor (uH)</u>	193
8.2.4	<u>Água Bruta Porto Real – Fluoreto (mg.L⁻¹)</u>	194
8.2.5	<u>Água Bruta Porto Real – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)</u>	195
8.2.6	<u>Água Bruta Porto Real – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	197
8.2.7	<u>Água Bruta Porto Real – Cloreto (mg.L⁻¹)</u>	198
8.2.8	<u>Água Bruta Porto Real – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	199

8.2.9	<u>Água Bruta Porto Real – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	201
8.3	Água Bruta Barra Mansa – Temperatura (°C)	202
8.3.1	<u>Água Bruta Barra Mansa – Turbidez (uT)</u>	203
8.3.2	<u>Água Bruta Barra Mansa – pH</u>	205
8.3.3	<u>Água Bruta Barra Mansa – Cor (uH)</u>	206
8.3.4	<u>Água Bruta Barra Mansa – Fluoreto (mg.L⁻¹)</u>	207
8.3.5	<u>Água Bruta Barra Mansa – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)</u>	209
8.3.6	<u>Água Bruta Barra Mansa – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	210
8.3.7	<u>Água Bruta Barra Mansa – Cloreto (mg.L⁻¹)</u>	211
8.3.8	<u>Água Bruta Barra Mansa – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	213
8.3.9	<u>Água Bruta Barra Mansa – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	214
8.4	Água Bruta Volta Redonda – Temperatura (°C)	215
8.4.1	<u>Água Bruta Volta Redonda – Turbidez (uT)</u>	216
8.4.2	<u>Água Bruta Volta Redonda – pH</u>	217
8.4.3	<u>Água Bruta Volta Redonda – Cor (uH)</u>	219
8.4.4	<u>Água Bruta Volta Redonda – Fluoreto (mg.L⁻¹)</u>	220
8.4.5	<u>Água Bruta Volta Redonda – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)</u>	222
8.4.6	<u>Água Bruta Volta Redonda – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	223
8.4.7	<u>Água Bruta Volta Redonda – Cloreto (mg.L⁻¹)</u>	225
8.4.8	<u>Água Bruta Volta Redonda – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	226
8.4.9	<u>Água Bruta Volta Redonda – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	227
8.5	Água Bruta Pinheiral – Temperatura (°C)	229
8.5.1	<u>Água Bruta Pinheiral – Turbidez (uT)</u>	230
8.5.2	<u>Água Bruta Pinheiral – pH</u>	231
8.5.3	<u>Água Bruta Pinheiral – Cor (uH)</u>	233
8.5.4	<u>Água Bruta Pinheiral – Fluoreto (mg.L⁻¹)</u>	234
8.5.5	<u>Água Bruta Pinheiral – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)</u>	235
8.5.6	<u>Água Bruta Pinheiral – Alcalinidade (mg.L⁻¹)</u>	236
8.5.7	<u>Água Bruta Pinheiral – Cloreto (mg.L⁻¹)</u>	237
8.5.8	<u>Água Bruta Pinheiral – Dureza (mg.L⁻¹)</u>	238
8.5.9	<u>Água Bruta Pinheiral – Cloro (mg.L⁻¹)</u>	240
9	GRÁFICOS ESTATÍSTICOS	241
9.1	Teste Mann-Whitney	241

9.2	Teste Kruskal-Wallis.....	243
10	DISCUSSÃO.....	250
10.1	Águas do município de Resende.....	250
10.2	Águas do município de Porto Real.....	251
10.3	Águas do município de Barra Mansa.....	252
10.4	Águas do município de Volta Redonda.....	253
10.5	Águas do município de Pinheiral.....	254
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	256
11.1	Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Resende.....	256
11.2	Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Porto Real.....	257
11.3	Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Barra Mansa.....	258
11.4	Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Volta Redonda.....	259
11.5	Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Pinheiral.....	260
	CONCLUSÃO.....	261
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	268
	APÊNDICE A – Tabelas dos resultados encontrados nas coletas e análises laboratoriais das Águas, SISAGUA e Conta.....	275
	APÊNCIDE B – Descrição das análises realizadas, assim como o método aplicado, as vidrarias utilizadas e as referências.....	298
	APÊNCIDE C – Cálculo do IQA–CCME da água tratada distribuída e final de rede dos municípios em estudo.....	323

INTRODUÇÃO

A água é o principal recurso natural e é indispensável para a manutenção da vida em todo o planeta. Como a usamos para consumo, higiene e produção de alimentos pode-se dizer que a quantidade e a qualidade da água potável estão diretamente relacionadas com a saúde humana. Os recursos hídricos podem e devem ser constantemente monitorados, para acompanharmos as alterações das características químicas, físicas e biológicas do meio (CORADI et al., 2009).

A água é um dos principais assuntos de saúde pública, precisamos desta água com grande frequência, superada apenas pela do ar que respiramos o que faz com que a água de má qualidade tenha um grande potencial para gerar altos índices de doenças infecciosas para um indivíduo, para toda a população ou grande parte dela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Monitoramento é a medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 2005 (CONAMA) trata dos corpos d'água e do lançamento de efluentes nos corpos hídricos.

A água para ser considerada potável destinada à ingestão, preparação, produção de alimentos e higiene pessoal, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecido na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (PRC) e principalmente não pode oferecer riscos à saúde, independentemente de sua origem.

Padrões de potabilidade são um conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. A água para ser considerada potável destinada à ingestão, preparação, produção de alimentos e higiene pessoal, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecido na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (PRC) e principalmente não pode oferecer riscos à saúde, independentemente de sua origem.

O comitê de Bacia Hidrográfica é um fórum em que um grupo de pessoas, com diferentes visões e atuações, se reúne para discutir sobre um interesse comum, o uso d'água na bacia. Em reuniões ou conversas com o setor usuário no comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul é falado sobre a qualidade da água distribuída na região Sul Fluminense. Dizem que há uma discrepância da água tratada de uma cidade para outra, porém não se tinha conhecimento de estudo comparando a qualidade das águas distribuídas por cada concessionária.

Assim surgiu a motivação para iniciar este estudo. Inicialmente, houve a necessidade de realizar o levantamento de informações importantes, fazer uma revisão bibliográfica em bancos de dados acadêmicos, como artigos, livros, teses e dissertações, bem como a análise documental, a fim de fundamentar a elaboração do trabalho de pesquisa. A princípio, as coletas e análises laboratoriais seriam feitas por um laboratório particular, mas o Diretor Executivo do SAAE-VR entendeu que esta pesquisa poderia trazer benefícios para a autarquia e resolveu apoiá-la, cedendo o laboratório de análises (Físico-Químico e Bacteriológico), além de um estagiário e um técnico de laboratório para a realização das análises e todos os equipamentos necessários para a realização das coletas e análises laboratoriais. Em meio às oportunidades de acompanhar as coletas e participar diretamente das análises laboratoriais, pretendeu-se, com o suporte dos métodos científicos e acadêmicos, propor um estudo sobre a qualidade da água tratada do Sul Fluminense e a criação de uma classificação regional da água distribuída tratada.

Esta pesquisa se iniciou em dezembro de 2018 e terminou em dezembro de 2019, durante o período pesquisado foi criado um banco de dados onde foi possível alimentá-lo mensalmente com as informações obtidas das análises. Após a última análise pronta, foram realizados os cálculos estabelecendo os critérios do Índice de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME) e pôde-se criar a classificação regional dos municípios estudados.

Para tal, no Capítulo 1, estão os objetivos propostos por este estudo e no Capítulo 2, está a fundamentação teórica onde será abordado todo o conceito de qualidade de água, o que são índices e indicadores, será descrito os parâmetros da água que serão levados em conta nesta pesquisa, assim como seus valores de tolerância de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, uma breve apresentação do Programa VIGIAGUA e Trata Brasil. No Capítulo 3, será apresentada a área de estudo que é parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, o comitê que atua no trecho do estudo, os municípios do Sul Fluminense envolvidos. No capítulo 4, a metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos. Já no Capítulo 5, serão conhecidos os resultados das análises laboratoriais de toda a pesquisa e no Capítulo 6, serão feitas as comparações entre os resultados da pesquisa com os resultados das contas de água de cada concessionária assim como os resultados encontrados no SISAGUA e comparações através de gráficos. A classificação regional será conhecida no Capítulo 7, no Capítulo 8, será apresentada a caracterização da água

bruta e no Capítulo 9, gráficos estatísticos. O Capítulo 10 aborda os resultados da água um modo geral de cada município estudado pela pesquisa e nas considerações finais no Capítulo 11, são apresentados os pontos positivos e negativos referentes às águas (brutas e tratadas) de cada concessionária por município. Finalizamos apresentando a conclusão e as referências bibliográficas. No apêndice “A” estão as tabelas dos resultados encontrados nas coletas e análises laboratoriais das águas (bruta, tratada distribuída e final de rede), SISAGUA e Conta, já no apêndice “B” está descrito como foi realizado cada análise, assim como o método aplicado, as vidrarias utilizadas e suas referências, já no apêndice “C” constam os cálculos do IQA–CCME.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água bruta e tratada distribuída nos municípios do Sul Fluminense (Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral).

1.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever como as concessionárias fazem a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada;
- b) Comparar os resultados obtidos referentes à qualidade da água do presente estudo (água tratada distribuída e água tratada distribuída final de rede) com os resultados emitidos pelas concessionárias para o instrumento SISAGUA e os resultados informados pelas concessionárias nas contas de água aos seus clientes;
- c) Aplicar índices de qualidade da água bruta e tratada distribuída nos municípios do Sul Fluminense estudado;
- d) Apontar os pontos positivos e negativos encontrados por cada concessionária.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo se dedica a apresentar os aspectos principais dos fundamentos teóricos para os propósitos do trabalho, bem como conhecer os parâmetros de qualidade da água que serão analisados no presente estudo.

2.1 Qualidade da Água e Legislação Brasileira

O precursor para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, foi o “Código das Águas” e é considerado uma referência (BRASIL, 1934). Este código foi instituído pelo decreto nº 24.643/1934 e tinha como objetivo regulamentar o uso das águas, através de incentivos à produção de energia elétrica. O Código das Águas, considerava que os recursos hídricos teriam quatro dominialidades diferentes: podem ser da União, do Estado, do município e ainda de particulares, quando localizados dentro de propriedades privadas. Previa penalidades pelo uso indevido destes recursos, a possibilidade da cobrança pelo uso e estabelecia a necessidade de concessão administrativa para derivação de corpos d’água para determinados fins, como agricultura, indústria e higiene.

Segundo Marujo, Tesk e Antunes, 2015 o “Código das Águas possui reconhecimento mundial o “Código das Águas foi considerado como uma das mais completas leis sobre o uso das águas, está em vigência até os dias de hoje, mas alguns dispositivos foram revogados, na Constituição Federal de 1988”.

Em 1967, através da Lei nº 5.138 (BRASIL, 1967), foi constituída a Política Nacional de Saneamento, normatizando o saneamento básico, principalmente os sistemas de esgoto, drenagem das águas pluviais, o controle das modificações artificiais dos corpos hídricos, controle das inundações e erosões (MIZUTORI, 2009).

Em 1981 foi sancionada a Lei nº 6.938 que trata sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que tem como objetivo, a conservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental benéfica à vida. A PNMA constituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), que é um órgão consultivo e deliberativo e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que tem intuito de estudar os

recursos naturais, sugerir diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente, definir normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1981).

A Resolução CONAMA nº 20 (CONAMA, 1986), definiu o enquadramento dos corpos de água segundo suas classes de usos, padrões de qualidade e limites de lançamento de efluentes, foi substituída pela Resolução CONAMA nº 357 (CONAMA, 2005), que foi alterada e reajustada posteriormente com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011). Para cada classe de enquadramento dos corpos hídricos foram estabelecidos padrões de qualidade das águas, os quais estabelecem limites individuais para diversas substâncias ou propriedades.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, e responsável pela implementação da gestão dos recursos hídricos brasileiros. Foi criada pela Lei nº 9.984/2000 e regulamentada pelo Decreto nº 3.692/2000. A ANA possui a finalidade de implementar em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

Através da Lei nº 9.433/1997 é instituída a PNRH, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH). A PNRH tem como objetivos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; prevenção, a defesa contra eventos hidrológicos críticos (BRASIL, 1997). Entre os seus fundamentos, a PNRH define que a água é um recurso limitado e dotado de valor econômico; que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades e que a unidade territorial para implementação da PNRH é a bacia hidrográfica.

De acordo com o novo Marco do Saneamento Básico Brasileiro, a partir de julho de 2020 a Agência Nacional de Águas, passou a se chamar Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANASB). Este novo marco legal tem como objetivo principal a melhora da qualidade da prestação dos serviços públicos de saneamento básico e garantir que até 31 de dezembro de 2033, o atendimento atinge a 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e 90% (noventa por cento) com coleta e tratamento de esgotos em todo o território nacional. O relatório do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério do

Desenvolvimento Regional mostra que apenas 54,1% da população tinham acesso à rede de esgoto até 2019, o que resulta em aproximadamente 96 milhões de brasileiros excluídos deste serviço essencial.

A ideia de universalizar e qualificar a prestação dos serviços no setor traz uma série de oportunidades para o mercado, uma vez que os investimentos para adequação à lei tendem a serem altos, são da ordem de R\$ 520 bilhões até 2033.

Com o novo marco do saneamento, as empresas do setor terão uma grande demanda nos próximos anos, tanto de execução de obras para prefeituras quanto de participação em contratos de concessão.

2.2 O Enquadramento de Corpos D'água

A PNRH além das atribuições mencionadas acima ,tem como escopo enquadrar todos os corpos hídricos em diferentes classes de acordo com o uso pretendido para cada corpo hídrico e a partir dessa classificação, traçar planos para atingir ou manter a qualidade necessária para o uso definido e como objetivo assegurar a qualidade das águas e reduzir os custos para combater a poluição. Em 2005, a Resolução CONAMA nº 357 (CONAMA, 2005) entra em vigor estabelecendo a reformulação da classificação existente, para melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, a classificação dos corpos d'água para a proteção de seus níveis de qualidade, medidos por padrões específicos, e para possibilitar o acompanhamento da evolução da qualidade das águas, facilitando a fixação e controle de metas (BRASIL, 2005). Esta resolução sofreu alteração pelas resoluções CONAMA nº 410 (CONAMA, 2009) e nº 430 (CONAMA, 2011), que modificaram basicamente os padrões de qualidade do lançamento de efluentes. Os padrões possuem o mesmo objetivo: a preservação da qualidade da água, assim o atendimento aos padrões de lançamento deve garantir o atendimento aos padrões do corpo receptor, fora da zona de mistura.

A legislação estabelece, ao todo, 13 classes, sendo 5 para águas doces (figura 1): classe especial, 1, 2, 3 e 4; e 4 classes para águas salinas e salobras: classe especial, 1, 2 e 3, que variam em qualidade. Para cada classe, a resolução estabelece limites individuais para cada substância ou propriedade, apresentando tabelas

específicas que indicam os valores máximos e/ou mínimos de cada parâmetro, seja ele orgânico ou inorgânico.

Figura 1 – Classes de enquadramento dos corpos hídricos de água doce segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.



Fonte: Agência Nacional de Águas, 2021.

O enquadramento dos corpos hídricos deve ser definido pelos seus usos preponderantes mais restritivos, atuais ou pretendidos (figura 2). Se a qualidade atual estiver em desacordo com os usos pretendidos, devem ser estabelecidas metas, intermediária e final, para atingir a qualidade desejada, efetivando o enquadramento. Enquanto respectivos enquadramentos não estiverem definidos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1.

Figura 2 – Usos previstos para cada classe de águas doces segundo CONAMA nº 357/2005.

USOS DAS ÁGUAS DOCES		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam diretamente solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas anuais, perenes e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2021.

A obrigatoriedade do monitoramento da qualidade da água está descrita na Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 91/2008, onde estabelece que cabe aos órgãos gestores de recursos hídricos, em articulação com os órgãos de meio ambiente, monitorar os corpos de água, controlar, fiscalizar e avaliar o cumprimento das metas do enquadramento (BRASIL, 2009).

Os instrumentos de gestão de recursos hídricos, como a outorga e a cobrança pelo uso da água tem como base o enquadramento dos corpos d'água. Estes instrumentos deverão basear-se nas metas progressivas, intermediárias e finais aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico (BRASIL, 2008).

2.3 Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde (MS) nº 5 de 28 de setembro de 2017

A Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, ou PCR nº 5, de 28 de Setembro de 2017, estabelece procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Substituiu a antiga Portaria 2.914/2011 por alguns artigos ou mesmo capítulos da portaria 2.914 serem contraditórios com trechos de alguns outros documentos da área. Esses detalhes foram corrigidos e agora contamos com um corpo de normas mais coeso.

O anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, tem como função dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Seção II da PCR nº 5). Além disso, dispõe que a Vigilância Sanitária Municipal (Seção III Art. 12 da PCR nº 5) é responsável por controlar as análises feitas de acordo com o tipo de abastecimento.

Art. 3º: “Deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água, toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água” (PCR nº 5/2017).

A PRC nº 5 estabelece que a água para consumo humano não é apenas para a ingestão, mas também para a preparação e produção de alimentos e higiene pessoal, independentemente da sua origem.

O Art. 5º da PCR nº 5 tem as seguintes definições para água potável:

I – água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II – Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III – Padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

(...)

V – água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

VI – sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

(...)

IX – rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais;

X – ligações prediais: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído;

XI – cavalete: kit formado por tubos e conexões destinados à instalação do hidrômetro para realização da ligação de água.

Deste modo, para que uma água seja considerada potável, deve-se atender aos padrões estabelecidos para parâmetros físicos, químicos, microbiológico, organolépticos, cianobactérias/cianotoxinas e radioatividade.

O Art. 12 da PCR nº 5 tem as seguintes atribuições às Secretarias de Saúde dos Municípios:

I – exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;

II – executar ações estabelecidas no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do Sistema Único de Saúde (SUS);

III – inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);

IV – manter articulação com as entidades de regulação quando detectadas falhas relativas à qualidade dos serviços de abastecimento de água, a fim de que sejam adotadas as providências concernentes a sua área de competência;

V – garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440, de 4 de maio de 2005;

Para o desenvolvimento deste trabalho, assim como qualquer referência sobre a qualidade de água potável, será utilizado a PCR nº 5/2017 e seus anexos. Em maio de 2021 o Ministro da Saúde publicou uma nova Portaria MS nº 888/2021 que alterou alguns parâmetros da PRC nº 5/2017 com a finalidade de melhorar o controle e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano. O presente estudo não teve problemas com a alteração destes valores, pois, apenas o parâmetro Dureza teve seus valores de máximos reduzidos de 500 mg.L⁻¹ para 300 mg.L⁻¹ mas, mesmo assim, os resultados da pesquisa estão dentro da faixa permitida pela Portaria MS nº 888/2021.

2.4 Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440 de maio 2005

O Decreto nº 5.440/2005 estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

Art. 3º: “Os órgãos e as entidades dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios e demais pessoas jurídicas, às quais este Decreto se aplica, deverão enviar as informações aos consumidores sobre a qualidade da água, nos seguintes” (Decreto do Presidente da República nº 5.440/2005).
 I – informações mensais na conta de água, em cumprimento às alíneas “a” e “b” do inciso I do art. 5º do Anexo;
 II – informações mensais na conta de água, em cumprimento às alíneas “c” e “d” do inciso I do art. 5º do Anexo; e
 III – relatório anual até quinze de março de cada ano.

O Anexo do Decreto nº 5.440/2005 do Presidente da República (Ministério da Justiça) tem como função estabelecer mecanismos e instrumentos de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano, conforme os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, demonstrados no Capítulo I – Disposições Gerais (Art. 1º ao 4º do Anexo ao Decreto nº 5.440/2005). Aos consumidores assegura-se todo o conhecimento sobre a água que foi consumida assim como o conhecimento sobre os parâmetros básicos analisados, seus limites de referências apresentados pelas suas contas e pelo relatório anual no Capítulo III – Informações aos Consumidores (Art. 5º ao 10º do Anexo ao Decreto nº 5.440/2005).

As competências dos órgãos de saúde pela vigilância da qualidade da água para consumo humano serão relatadas no Capítulo V – Disposição Final (Art. 17º ao 19º do Anexo ao Decreto nº 5.440/2005).

CAPÍTULO I – DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Este Anexo estabelece mecanismos e instrumentos de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano, conforme os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Art. 2º Cabe aos responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água cumprir o disposto neste Anexo.

Art. 3º A informação prestada ao consumidor sobre a qualidade e características físicas, químicas e microbiológicas da água para consumo humano deverá atender ao seguinte:

- I – ser verdadeira e comprovável;
- II – ser precisa, clara, correta, ostensiva e de fácil compreensão, especialmente quanto aos aspectos que impliquem situações de perda da potabilidade, de risco à saúde ou aproveitamento condicional da água; e
- III – ter caráter educativo, promover o consumo sustentável da água e proporcionar o entendimento da relação entre a sua qualidade e a saúde da população.

CAPÍTULO III – DAS INFORMAÇÕES AO CONSUMIDOR

Art. 5º Na prestação de serviços de fornecimento de água é assegurado ao consumidor, dentre outros direitos:

I – receber nas contas mensais, no mínimo, as seguintes informações sobre a qualidade da água para consumo humano:

- a) divulgação dos locais, formas de acesso e contatos por meio dos quais as informações estarão disponíveis;
 - b) orientação sobre os cuidados necessários em situações de risco à saúde;
 - c) resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água;
 - d) características e problemas do manancial que causem riscos à saúde e alerta sobre os possíveis danos a que estão sujeitos os consumidores, especialmente crianças, idosos e pacientes de hemodiálise, orientando sobre as precauções e medidas corretivas necessárias;
- (...)

i) resumo dos resultados das análises da qualidade da água distribuída para cada unidade de informação, discriminados mês a mês, mencionando por parâmetro analisado o valor máximo permitido, o número de amostras realizadas, o número de amostras anômalas detectadas, o número de amostras em conformidade com o plano de amostragem estabelecido em norma do Ministério da Saúde e as medidas adotadas face às anomalias verificadas.

II - receber do prestador de serviço de distribuição de água relatório anual.

Art. 6º A conta mensal e o relatório anual deverão trazer esclarecimentos quanto ao significado dos parâmetros neles mencionados, em linguagem acessível ao consumidor, observado o disposto no art. 3º deste Anexo.

Art. 7º A conta mensal e o relatório anual serão encaminhados a cada ligação predial.

(...)

Art. 10º Nas demais formas de soluções alternativas coletivas, as informações referidas no art. 5º deste Anexo serão veiculadas, dentre outros meios, em relatórios anexos ao boleto de pagamento de condomínio,

demonstrativos de despesas, boletins afixados em quadros de avisos ou ainda mediante divulgação na imprensa local.

CAPÍTULO V – DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 17. Compete aos órgãos de saúde responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano:

I – manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

II – dispor de mecanismos para receber reclamações referentes às características da água, para adoção das providências adequadas;

III – orientar a população sobre os procedimentos em caso de situações de risco à saúde; e

IV – articular com os Conselhos Nacionais, Estaduais, do Distrito Federal, dos Territórios e Municipais de Saúde, Saneamento e Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Comitês de Bacias Hidrográficas e demais entidades representativas da sociedade civil atuantes nestes setores, objetivando apoio na implementação deste Anexo (Decreto do Presidente da República nº 5.440/2005).

(...)

2.5 O Programa VIGIAGUA e o instrumento SISAGUA

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) consiste no conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública, para garantir à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade, estabelecido na legislação vigente: Anexo XX da Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 do Ministério da Saúde (PRC nº 05/2017, Anexo XX), como parte integrante das ações de prevenção dos agravos transmitidos pela água e de promoção da saúde, previstas no Sistema Único de Saúde (SUS). As ações do VIGIAGUA são desenvolvidas pelas Secretarias de Saúde Municipais, Estaduais, e do Distrito Federal e pelo Ministério da Saúde, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.

O SISAGUA é um instrumento do VIGIAGUA que tem como finalidade auxiliar o gerenciamento de riscos à saúde a partir dos dados gerados rotineiramente pelos profissionais do setor de saúde (Vigilância) e responsáveis pelos serviços de abastecimento de água (Controle) e da geração de informações em tempo hábil para planejamento, tomada de decisão e execução de ações de saúde relacionadas à água para consumo humano.

O SISAGUA é um Sistema de Informação em Saúde (SIS) disponibilizado na internet pelo Ministério da Saúde (MS) para a inserção dos dados do monitoramento da água consumida pela população brasileira. Todos os dados do SISAGUA (de 2014 até a presente data) podem ser acessados livremente no Portal Brasileiro de Dados Abertos pelo endereço eletrônico: <http://dados.gov.br/dataset?tags=SISAGUA>.

2.6 Instituto Trata Brasil

O Instituto Trata Brasil é uma OSCIP – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, formado por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país. Atua desde 2007 trabalhando para que o cidadão seja informado e reivindique a universalização do serviço mais básico, essencial para qualquer nação: o saneamento básico.

O Instituto Trata Brasil desenvolve projetos em comunidades vulneráveis ao saneamento básico, onde existe falta de água e o contato diário com o esgoto a céu aberto fazem parte da realidade das famílias. Seu escopo de trabalho possui 3 eixos de atuação: “Água e Cidadania pela Vida”; “Trata Brasil na Comunidade”; e “Apoio ao Saneamento Rural e em Áreas Isoladas”.

Além disso, o Trata Brasil trabalha em parceria com personalidades que emprestam sua imagem à causa do Saneamento, bem como possui parceria com entidades ligadas às áreas de Engenharia e Arquitetura, de defesa à Saúde Infantil e Proteção à Criança, Meio Ambiente, Turismo, Direito Sanitário, entre outras.

A empresa tem a missão de contribuir para a melhoria da saúde da população e a proteção dos recursos hídricos do país através da universalização do acesso aos serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos, bem como a redução das perdas de água.

2.6.1 Ranking 2021 Trata Brasil

O Instituto Trata Brasil, em parceria com a GO Associados, divulga anualmente o Ranking do Saneamento Básico. A cada ano vem inovando seus estudos sobre os

indicadores de água e esgoto. A partir do ano 2016, começou a trabalhar com as 100 maiores cidades do país, tendo como base os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Para o relatório de 2021, foi usado o ano base 2019, divulgado pelo Ministério das Cidades. Foram consultadas entidades do setor, autoridades, empresas operadoras e Organização Não Governamental (ONG) para aperfeiçoar a metodologia do Ranking. Desta vez, foram consultadas mais de 20 entidades em três meses de reuniões e consultas. Entre os consultados, tiveram técnicos da ANA, Ministério do Desenvolvimento Regional e até do Ministério da Saúde. Com isso, esse Ranking incorpora nova metodologia, o que deve ser considerado na hora de comparar a colocação das cidades com anos anteriores.

O relatório completo pode ser aberto pelo endereço eletrônico: http://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf.

2.7 Indicadores e Índices

Indicadores podem ser definidos como valores que resumem e retratam a realidade, a partir de um grande número de dados, facilitando o acompanhamento de um quadro geral do objeto/fenômeno estudado. Um bom indicador deve abranger os seguintes atributos: ser simples de entender, ter quantificação estatística e lógica coerente e comunicar eficientemente o estado do fenômeno observado (MARANHÃO, 2007).

Segundo Maranhão (2007), um indicador permite classificar, com relação a uma variável de controle, onde estamos e para onde vamos, possibilita também avaliar a existência real de programas de ações e seu alcance. Em um contexto mais amplo os indicadores podem ser empregados para estabelecer o nível de desenvolvimento de um país em relação a propósitos econômicos, sociais e ambientais, como o caso do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), definido e publicado anualmente pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) que é uma medida resumida do progresso de um país, em longo prazo, considerando renda, educação e saúde (PNUD, 2017).

Atualmente, existe uma intensa procura por indicadores que possam orientar planejamentos setoriais e regionais, podendo ser utilizados para avaliar políticas públicas e comunicar aos tomadores de decisão e ao público, de forma simples e

clara. Um indicador pode medir o progresso em relação a um objetivo pré-determinado, gerando embasamento para que tomadores de decisão possam avaliar a necessidade de intervenções corretivas ou o nível de evolução rumo aos resultados (MARANHÃO, 2007).

Segundo Santos (2004), índices são resultados da combinação de um conjunto de dados associados, através de uma relação pré-estabelecida, por meio de estatística ou formulação analítica, dando origem a um único valor.

Cada vez mais, os índices veem sendo utilizados, isso se deve porque eles representam uma avaliação integrada, facilitando a comunicação e são de fácil interpretação facilitando a compreensão da opinião pública, de forma mais eficiente do que com uma lista de indicadores. Um instrumento gerencial usado para tomada de decisão e previsão, deve-se basear nos índices apresentados. Para uma compreensão mais detalhada da realidade que os índices descrevem, é preciso consultar a outros indicadores, qualitativos e quantitativos (MARANHÃO, 2007).

Segundo Siche et al. (2007) é natural que ocorra uma certa dúvida entre o significado de índice e indicador, e que constantemente sejam usados como sinônimos. A diferença fundamental é que um índice está um nível acima do indicador e representa o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo.

Indicador é utilizado como um termo genérico que pode incluir índices, referências e medidas de desempenho ou valores. Para Santos (2016), bons indicadores devem ter as seguintes características: fácil acesso, fácil entendimento, oportuno, relevante, confiável, consistente, transparente, rigoroso e desenvolvido pensando no usuário.

2.8 Índices de Qualidade de Água

Índice de qualidade de água (IQA) é uma ferramenta matemática que agrupa dados de qualidade de água de um corpo hídrico, obtidos através de programas de monitoramento, em uma única grandeza. Tem como função facilitar a divulgação da qualidade da água à população usuária, função designada pela PNRH, e auxiliar os gestores de recursos hídricos no monitoramento da qualidade da água no tempo e espaço, possibilitando a verificação de tendência de variação da qualidade e a comparação entre diferentes corpos d'água (SANTOS, 2016; ALMEIDA, 2014).

Os relatórios tradicionais de qualidade da água frequentemente são técnicos e detalhados, apresentam os resultados de uma série de parâmetros isolados, que sem uma longa interpretação não oferecem uma caracterização da qualidade do corpo d'água. Essa realidade impôs a necessidade do desenvolvimento de indicadores que possam traduzir a qualidade das águas para os envolvidos com a gestão dos recursos hídricos, fossem eles comitês de bacias hidrográficas, organizações não governamentais, órgãos ambientais, o estado, as prefeituras ou a sociedade civil; já que a maioria das pessoas é leiga nos assuntos técnicos e necessita de dados sintetizados para auxílio à gestão (LERMONTOV, 2009).

Portanto, os IQAs apresentam-se como uma ferramenta prática e necessária, já que permitem agrupar um grande número de dados analíticos. O índice é viável nas tomadas de decisões relativas aos recursos hídricos, possibilitando uma comunicação clara entre profissionais da área e o público leigo, onde a informação é divulgada em termos compreensíveis da qualidade (MENEZES, 2009).

Segundo Alves, Teresa e Nabout (2014) “o interesse sobre o estudo em índices de qualidade da água tem aumentado, certamente devido ao crescimento da importância da quantidade e qualidade da água para o abastecimento humano, economia, saúde e conservação dos recursos hídricos”. De acordo com o estudo realizado pelos autores, o número de publicações sobre índices de qualidade da água vem aumentando ao longo dos anos e o Brasil está entre os cinco países com mais estudos sobre o tema no mundo.

Um índice jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica ou corpo d'água, pois, além de ser uma síntese dos dados obtidos, durante a integração das diversas variáveis, um parâmetro pode ser mascarado por outro, principalmente em função do diferente peso dado aos parâmetros na maioria dos índices. Assim, um índice é importante para dar uma diretriz sobre a gestão de um corpo hídrico, porém, para avaliações mais minuciosas, é importante a avaliação de cada parâmetro.

2.9 Principais Características Físicas, Químicas e Biológicas da Água

As principais características físicas, químicas e biológicas da água, em conjunto, permitem a avaliação da sua qualidade. Como tais características podem

ser expressas por meio de concentrações ou outros valores numéricos, elas passarão a serem designadas como parâmetros, alguns destes referenciados como propriedades no padrão de potabilidade vigente (MS, 2006).

2.9.1 Características Físicas

2.9.1.1 Temperatura – °C

A Temperatura é uma medida física escalar que se define como a medida do grau de agitação das moléculas que compõem um corpo. Pode determinar os processos químicos, físicos e bacteriológicos que ocorrem em um sistema aquático. Os fatores naturais como energia solar ou antropogênicas como despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas, podem causar variação da temperatura nos corpos d'água. A temperatura interfere na velocidade das reações químicas, tais como o metabolismo dos organismos e a degradação da matéria orgânica. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam em geral temperaturas na faixa de 20 °C a 30 °C. (ZUIN, IORIATTI, MATHEUS; 2009).

2.9.1.2 Cor – uH

A cor da água é proveniente da matéria orgânica, substâncias húmicas, taninos e por metais como o ferro, manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância (tabela 1), visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras (FUNASA, 2004). A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano.

Tabela 1 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Cor.

Parâmetro COR – uH		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≤ 15,00 uH
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	≤ 75,00 uH

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.1.3 Turbidez – uT

A turbidez tem como origem natural, partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos e como origem antropogênica, despejos indústrias, domésticos, microrganismos e erosão. A utilização mais frequente desse parâmetro é na operação das estações de tratamento de água (tabela 2), sua unidade é uT (unidade de turbidez) (SPERLING, 2005). É uma das características físicas da água. É decorrente da presença de substâncias em suspensão, sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. O tamanho das partículas responsáveis pela turbidez varia muito, desde grosseiras a coloides, de acordo com o nível de turbulência do corpo hídrico. A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, pois pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas. Partículas em suspensão localizadas próximo à superfície, podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água (SANTOS 2010).

Tabela 2 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Turbidez.

Parâmetro TURBIDEZ – uT		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≤ 5,00 uT
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	≤ 100,00 uT

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2 Características Químicas

2.9.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH), classifica as condições ácidas e básicas do meio líquido pela presença de íons hidrogênio (H^+). O pH é determinado numa escala que varia de 0,00 a 14,00 estabelecendo o valor 7,00 como seu ponto de equivalência neutro, inferior a 7,00 caracteriza ácido e superior a 7,00 caracteriza básico. Devido à emissão de resíduos domésticos e industriais (processo antropogênico) ou processos de dissolução de rochas e fotossíntese (processo natural), o pH pode sofrer alterações (BAIRD, CANN, 2011; ZUIN, IORIATTI, MATHEUS; 2009). A tabela 3 apresenta as faixas de valores usados para as águas brutas e tratadas.

Tabela 3 – Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – pH.

Parâmetro pH		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	6,00 a 9,50
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	6,00 a 9,00

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.2 Alcalinidade – $mg.L^{-1}$

A alcalinidade é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. Pode-se dizer que a alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos. A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água (ver tabela 4), pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados (BAIRD, CANN, 2011; MACÊDO, 2004).

Tabela 4 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Alcalinidade.

Parâmetro ALCALINIDADE – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	SEM RESTRIÇÃO mg L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mg L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.3 Dureza – mg.L⁻¹

A dureza total é medida como a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio presentes na água. O carbonato de cálcio pode ser: temporário ou permanente. O temporário resiste à ação dos sabões e provoca incrustações nas tubulações. A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, tem presença de sulfatos, cloretos, nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem sais muito mais solúveis na água (MACÊDO, 2004). A tabela 5 apresenta os valores para as águas de abastecimento e da água bruta.

Tabela 5 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Dureza.

Parâmetro DUREZA – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≤ 500 mg.L ⁻¹ CaCO ₃
Portaria MS nº 888/2021	Água Tratada	≤ 300 mg.L ⁻¹ CaCO ₃
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/201, Portaria MS nº 888/2021 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.4 Fluoretos – mg.L⁻¹

O teor do Fluoreto na água é definido de acordo com o clima e a temperatura de cada região, pois isso afeta o consumo médio diário de água por pessoa. O teor ideal de flúor é de 0,7 mg.L⁻¹, podendo variar entre 0,6 a 0,8 mg.L⁻¹.

A ausência temporária ou variações da substância não tornam a água imprópria para consumo, mas a coloca fora dos padrões de potabilidade conforme preconiza a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (CETESB, 2019). Fluoreto é um aditivo químico (um sal de ácido fluorídrico) e é usado para o fortalecimento e proteção do esmalte na superfície dos dentes. O flúor também é utilizados para tratar uma variedade de doenças de saúde. O fluoreto dental é usado para nutrir e aumentar a estabilidade e a força dos dentes, efetivamente tornando-os menos suscetíveis ao desenvolvimento de cavidades ou danos de mastigação ou tarefas semelhantes (BRASIL, 2009). A tabela 6 determina a quantidade de flúor permitida na água para os padrões.

Tabela 6 – Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – Fluoreto.

Parâmetro FLUORETO – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≥ 0,50 a ≤ 1,50 mg.L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	≤ 1,40 mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.5 Cloretos – mg.L⁻¹

Os cloretos são efetivos nas águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg.L⁻¹. Estão na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações altas de cloretos (tabela 7) podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A resolução nº 357/2005 do CONAMA estabelece o teor de 250 mg.L⁻¹ como o valor máximo permitido para água potável (CONAMA, 2005).

Tabela 7 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Cloretos.

Parâmetro CLORETOS – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≤ 250,0 mg.L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	≤ 250,0 mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.6 Cloro Residual – mg.L⁻¹

O cloro adicionado à água é na verdade, uma solução de hipoclorito de sódio, conhecida como “cloro líquido”. O cloro é uma substância utilizada para oxidar a matéria orgânica proveniente dos mananciais e que possam aparecer na rede de distribuição. Isso significa que ele elimina ou impede que bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças, surjam e se multipliquem no percurso da estação de tratamento até as residências (DI BERNARDO, 2008). O objetivo da adição de hipoclorito é manter a água limpa e desinfetada. Os níveis do cloro permitidos são definidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 do Ministério da Saúde (tabela 8). Ela recomenda que a água fornecida contenha um teor mínimo de 0,50 miligramas por litro (mg.L⁻¹) e máximo de 2,00 mg.L⁻¹ de cloro residual livre. Além disso, ela estabelece que em qualquer ponto da rede de distribuição, a concentração do cloro residual mínima seja igual a 0,20 mg.L⁻¹. Esses níveis adotados pelo Ministério da Saúde têm o objetivo de garantir que a população não estará exposta a riscos. O valor máximo recomendado de 2,00 mg.L⁻¹ se dá pelo fato de que, em níveis acima desse, o consumidor passa a perceber sensorialmente o cloro, seja pelo gosto, seja pelo cheiro (PRC nº 5/2017).

Tabela 8 – Valores mínimos e máximos permitidos na água parâmetro – Cloro Residual.

Parâmetro CLORO RESIDUAL – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≥ 0,20 e ≤ 2,00 mg.L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	≤ 0,01 mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.2.7 CO₂ Livre – mg.L⁻¹

Águas na superfície normalmente contêm concentrações de CO₂ livres menores do que 10 mg.L⁻¹. O gás carbônico contido na água (tabela 9) pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de

cimento (tubos de fibro-cimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado (FUNASA, 2004).

Tabela 9 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – CO₂ Livre.

Parâmetro CO ₂ LIVRE – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	SEM RESTRIÇÃO mg.L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.3 Características Biológicas

2.9.3.1 Parâmetros Microbiológicos

O funcionamento do ecossistema é comandado pelos fatores bióticos e abióticos através das informações integradas por eles, sabemos como pode estar a análise ambiental como um todo. São as análises microbiológicas que irão demonstrar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais presentes, elas podem ser ou não, nocivas para a saúde e podem causar ou não, doenças (SCURACCHIO, 2010).

2.9.3.2 Bactérias Coliformes – mL

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais. Os coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTo) são indicadores de contaminação mais destacados para monitorar a qualidade sanitária da água. Análises microbiológicas vão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais (tabelas 10 e 11) que podem ser ou não patogênicos (SCURACCHIO, 2010).

Coliformes termotolerantes são bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44 °C em 24 horas. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em visto da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (RATTI et al, 2011).

Tabela 10 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Coliformes Total.

Parâmetro COLIFORMES TOTAL – mL		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	AUSÊNCIA EM 100 mL
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mL

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

Tabela 11 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Coliformes Fecal.

Parâmetro COLIFORMES FECAL – mL		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	AUSÊNCIA EM 100 mL
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mL

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

2.9.3.3 Bactérias Heterotróficas – mL

A contagem de bactérias heterotróficas, é definida como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes. São divididas em bactérias decompositoras (absorvem nutrientes de matéria orgânica morta, decompondo-a) e bactérias parasitas (são aquelas que conseguem o seu alimento a partir de seres vivos causando-lhes doenças) (LEVINSON, 2010). A tabela 12 apresenta os valores permitidos na água de acordo com as leis vigentes.

Tabela 12 – Valores máximos permitidos na água parâmetro – Heterotróficas.

Parâmetro BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS – mg.L ⁻¹		
Portaria de Consolidação MS nº 5/2017	Água Tratada	≤ 500 mg.L ⁻¹
CONAMA nº 357/2005	Água Bruta	SEM RESTRIÇÃO mg.L ⁻¹

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e CONAMA nº 357/2005.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul nasce na confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, no município paulista de Paraibuna. O Rio Paraíba do Sul percorre cerca de 1150 quilômetros, da sua nascente (foto 1) até a foz na praia de Atafona, no município de São João da Barra (AGEVAP – 2011).

Foto 1 – Nascentes do rio Paraíba do Sul. (Continua)



(a)



(b)

Foto 1 – Nascentes do rio Paraíba do Sul. (Conclusão)



(c)



(d)

Legenda: (a) Placa de informação da nascente do rio Paraíba do Sul no município de Areias – SP e (b) a Nascente propriamente dita. (c) Nascente do rio Paraíba do Sul no município de Cunha – SP e (d) Vista da nascente.

Fonte: O Autor, 2020.

Seu sentido é de oeste para leste, seus principais afluentes são os rios Jaguari, Buquira, Paraibuna, Piabanha, Pomba e o Muriaé. Esses dois últimos são os maiores e deságuam respectivamente a 140 e a 50 quilômetros a montante da foz. Entre os subafluentes, está o rio Carangola, importante rio da bacia do rio Paraíba do Sul, pois serve a duas unidades da federação, o Estado de Minas Gerais e o Estado do Rio de Janeiro. Foi neste rio que encontraram a estátua de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, em meados de 1717 (WinCALENDAR, 2020).

A bacia do rio Paraíba do Sul (figura 3) está situada entre as latitudes 20° 26' e 23° 39'S e as longitudes de 41° e 46° 30'W, com uma área de 56.500 km², abrangendo não só as regiões do Vale do Paraíba Paulista e Fluminense, mas também o Noroeste Fluminense e uma parte da Zona da Mata Mineira. Trata-se de território quase completamente alterado, com a Mata Atlântica original restrita a parques e reservas florestais.

Atualmente, a gestão da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul é feita pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), dentro de uma política de participação instituída pela Lei Federal nº 9.433/97.

3.2 Comitê de Bacia Hidrográfico Médio Paraíba do Sul

O Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS) foi instituído no dia 11 de setembro de 2008, pelo Decreto Estadual nº 41.475, cuja redação foi alterada pelo Decreto Estadual nº 45.466/2015. Com sede no município de Volta Redonda/RJ, o Comitê é um órgão colegiado integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI), nos termos da Lei Estadual nº 3.239/1999.

Tem como objetivo promover a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos da Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul (RH-MPS ou RH-III) do Estado do Rio de Janeiro que compreende a região constituída pela bacia do Rio Preto e pelas bacias dos rios afluentes do curso médio superior do rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro, abrangendo, integralmente, os municípios de Barra Mansa, Comendador Levy Gasparian, Itatiaia, Pinheiral, Porto Real, Quatis, Resende, Rio das Flores, Valença e Volta Redonda, assim como, parcialmente, os municípios de Barra do Piraí, Mendes, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Piraí, Rio Claro, Três Rios e Vassouras, situados na região Sul Fluminense do Estado.

O Comitê Médio Paraíba do Sul possui atribuições consultivas, deliberativas e normativas, em nível regional, e é composto por 30 membros titulares, com direito a voz e voto.

A área de atuação do Comitê Médio Paraíba do Sul (figura 4) corresponde ao território da RH-MPS que se situa ao longo da região do Vale do Paraíba no estado do Rio de Janeiro e foi definido pela Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, que também define as demais regiões hidrográficas do estado.

A Região possui em sua hidrografia, além do próprio rio Paraíba do Sul, outros rios de domínio federal, como o Preto e o Bananal, e de domínio estadual, como o Pirapetinga, o Turvo, o das Flores e o Ubá.

Figura 4 – Área de atuação do Comitê Médio Paraíba do Sul.



Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

A tabela 13 mostra a população total e/ou inserida na RH-MPS que é de 1.019.562 como pode ser vista no quadro abaixo:

Tabela 13 – Número de população total e/ou parcial dos municípios inseridos no Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul.

POPULAÇÃO		
MUNICÍPIOS	TOTAL	INSERIDA NA RH-MPS
Barra do Pirai	94.778	94.620
Barra Mansa	177.813	177.813
Comendador Levy Gasparian	8.180	8.180
Itatiaia	28.783	28.783
Mendes	17.935	53
Miguel Pereira	24.642	20.362
Paraíba do Sul	41.084	38.930
Paty do Alferes	26.359	25.240
Pinheiral	22.719	22.719

Tabela 13 – Número de população total e/ou parcial dos municípios inseridos no Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul (Conclusão)

POPULAÇÃO		
MUNICÍPIOS	TOTAL	INSERIDA NA RH-MPS
Piraí	26.314	7.227
Porto Real	16.592	16.592
Quatis	12.793	12.793
Resende	119.769	119.769
Rio Claro	17.425	1.207
Rio das Flores	8.561	8.561
Três Rios	77.432	73.632
Valença	71.843	71.843
Vassouras	34.410	33.435
Volta Redonda	257.803	257.803
Total	1.085.235	1.019.562

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Mesmo sabendo que o Comitê abrange 19 municípios (Total e/ou Parcial) da região do Sul Fluminense, o presente estudo foi realizado nos municípios situados na calha do rio Paraíba do Sul e que realizam suas captações da água bruta do mesmo (figura 5). Foram descartados os municípios de Itatiaia, por ser o primeiro após a represa de Funil, e Barra do Piraí, por estar após a transposição de Santa Cecília.

Figura 5 — Mapa de trecho do rio Paraíba do Sul com os municípios que serão estudados.



Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

3.3 O Município de Resende

Resende é um município localizado no sul do estado do Rio de Janeiro (figura 6) nas coordenadas 22° 28' 08" sul e 44° 26' 49" oeste, estando a uma altitude de 407 metros.

Possui uma população estimada em 119.769 habitantes (CBH-MPS/2020), é o vigésimo terceiro município mais populoso do estado (em 2012), concentrando aproximadamente 0,75% de sua população no referido ano, e o quarto município com mais habitantes da Mesorregião do Sul Fluminense, depois de Volta Redonda, Barra Mansa e Angra dos Reis.

Apresentou o terceiro maior Produto Interno Bruto (PIB) em 2011, o PIB do município foi estimado décimo quinto maior PIB do estado. De fato, em 2011, o PIB

do município foi estimado em R\$ 5.62 bilhões, o 107º maior PIB municipal do Brasil no mesmo ano.

E seu IDH em 2010 de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), alcançou o patamar de 0,768 (66,3% da população adulta possuía ensino fundamental completo naquele ano, com uma expectativa de vida média de 75,3 anos de vida e renda per capita de R\$ 915,21), classificado como "elevado" pela entidade e sendo posicionado como o 249º município com melhor IDH do Brasil naquele ano.

O município de Resende faz divisa com os estados de São Paulo e Minas Gerais, além de outros municípios fluminenses ao lado citados. Historicamente, é um dos municípios mais valiosos do Brasil, remanescente da época do Brasil Colônia. É o município mais antigo da região Sul Fluminense (Wikipédia, A enciclopédia livre, 2018).

Resende está localizada às margens do Rio Paraíba do Sul e é atravessada pela Rodovia Presidente Dutra. A extensão territorial do município Resende é uma das maiores do estado do Rio de Janeiro.

O rio Paraíba do Sul tem como seus principais afluentes dentro do município, o Córrego Preto e os rios Alambari, Sesmaria, Lavapés e Salto, que serve de divisa entre Resende e o município de Queluz no estado de São Paulo. O município tem as seguintes microbacias afluentes do rio Paraíba do Sul: Rio Pirapetinga, Rio Alambari, Rio Barreiro de Baixo, Córrego Ponte Alta, Ribeirão Raso, Rio Sesmaria e Ribeirão da Água Branca (CBH-MPS/2019).

O clima é tropical, a temperatura média anual é de 23,0 °C, com mínimas de 14,0 °C graus, em julho e máxima de 32,0 °C em fevereiro (Weather Spark, 2018).

O município possui Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), elaborado nos termos estabelecidos na Lei nº 11.445/2007, aprovado em 24/07/2015, tendo a vigência de 20 anos e sendo que sua forma de aprovação se deu através de decreto municipal.

A concessionária Águas das Agulhas Negras assumiu os serviços de saneamento básico do município em 1º de janeiro de 2008. Nesta época, apenas 3% da população tinha o esgoto tratado e o sistema de abastecimento de água contemplava 96% da população. Atualmente, 100% dos resendenses têm acesso água tratada, e a cobertura de esgoto tratado são de 72%, sendo o município que mais trata esgoto de toda a região Sul Fluminense. Até o momento, sete estações de

tratamento de água (ETA) estão em operação (tabela 14), tratando cerca de 31 milhões de litros de água por dia. O sistema de esgotamento sanitário conta com oito unidades de tratamento de esgoto (ETE), responsáveis pelo tratamento de aproximadamente 22 milhões de litros de efluentes por dia. A meta é universalizar o tratamento de esgoto nos próximos anos (CBH-MPS, 2019).

O sistema de tratamento de água da concessionária produz 10.788 m³/ano de água tratada. A concessionária não exporta água para outros sistemas, compreendendo um índice de perdas de 31% e possui um volume de serviço de 548,2 m³/ano (CBH-MPS, 2019).

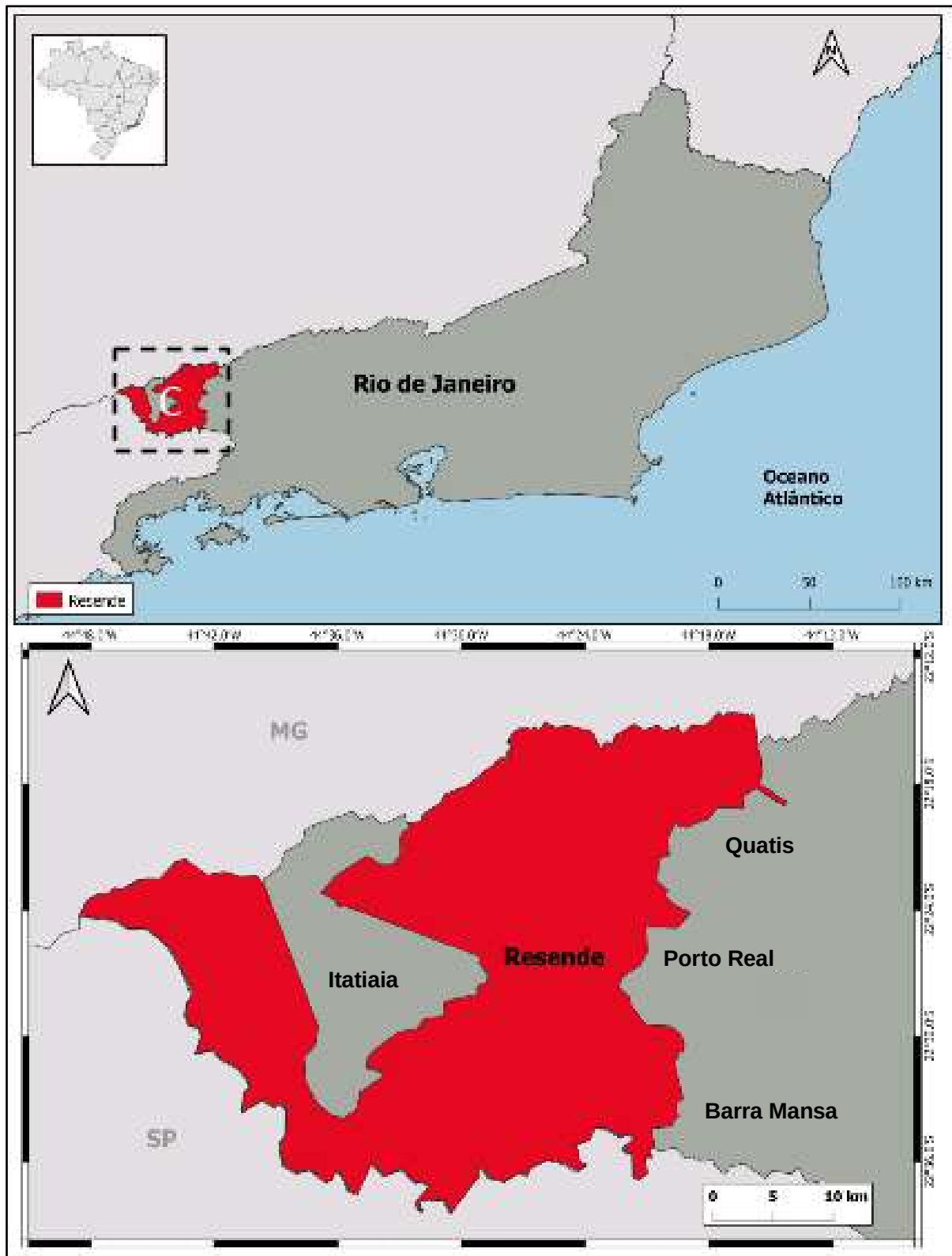
O sistema de coleta e tratamento de esgoto do município capta, em área urbana, um volume aproximadamente de 7.077,70 m³/ano compreendendo 99,9% da área urbana do município e destes tratam, um volume de 4.390,82 m³/ano compreendendo 72% de tratamento por meio de suas 8 (oito) Estações de Tratamento de Esgoto (tabela 15).

O presente estudo coletou e analisou as águas brutas dentro da estação de tratamento de água ETA Toyota, na margem do rio Paraíba do Sul e a água tratada na rua mais próxima à estação de tratamento, evitando as interferências das tubulações e as águas distribuídas tratadas final de rede, o ponto escolhido foi no bairro Bosque da Lua.

A ETA Toyota não é a maior estação de tratamento de água do município de Resende, porém, foi escolhida pelo presente estudo pela questão de logística.

Localização de Resende

Figura 6 – Localização de Resende no Estado do Rio de Janeiro.



Legenda: Localização do município de Resende no mapa do Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: QGis, shape IBGE e INEA, 2021.

Tabela 14 – Estações de tratamento de água do município de Resende.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
ETA 31 de Março	Morro do Querosene	60	14.000	11,69	18	Tratamento Convencional	Córrego Cruz das Almas	Direita	Não
ETA Alegria	Itapuca	300	58.000	48,43	54	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Engenheiro Passos	Engenheiro Passos	30	4.000	3,34	4	Tratamento Convencional	Córrego Água Branca	Direita	Não
ETA Fazenda da Barra	Fazenda da Barra II	55	10.000	8,35	10	Tratamento Convencional	Rio Pirapetinga	Direita	Não
ETA Nova Liberdade	Liberdade	200	7.000	5,84	29	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA São Caetano	São Caetano	15	1.769	1,48	2	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Toyota	Vila Isabel	100	25.000	20,87	22	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Tabela 15 – Estações de tratamento de esgoto do município de Resende.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	(%) Total da População	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento
ETE Alegria	Alegria	100	55.000	49,92	15	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro Aerado Submerso + Decantador Secundário
ETE Isaac Polit	Fazenda da Barra I	5	3.000	3,76	2	Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa
ETE Contorno	Morada do Contorno	10	7.000	8,84	8	Lodos ativados por batelada
ETE Monet	Monet	9	2.500	3,19	5	UASB + Tanque de Aeração + Decantador Secundário
ETE Mauá	Visconde de Mauá	11	1.500	2,25	1	UASB + Tanque de Aeração + Decantador Secundário
ETE São Caetano	São Caetano	4	1.700	2,41	2	Processo biológico em nível terciário
ETE Capelinha	Capelinha	1	350	0,79	1	UASB + Biofiltro Aerado + Decantador Secundário
ETE Fumaça	Capelinha	1	412	0,84	1	UASB + Biofiltro Aerado + Decantador Secundário

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

3.4 O Município de Porto Real

Porto Real é um município localizado no sul do estado do Rio de Janeiro (figura 7), nas coordenadas 22° 25' 11" sul e 44° 17' 25" oeste, estando a uma altitude de 385 metros. A população recenseada de 16.592 habitantes (CBH–MPS/2019), foi emancipada em 1995 de Resende e tem uma área de 50,781 km². É reconhecida como a primeira colônia italiana no Brasil (Prefeitura Municipal de Porto Real, 2018).

Localizada na próspera Região das Agulhas Negras, no lado fluminense do eixo Rio/São Paulo, Porto Real é um típico município do interior, porém com vocação industrial comparada à dos grandes centros do país. Hoje o município abriga multinacionais como Peugeot-Citroën, Coca-Cola Femsa, Guardian e CSN Porto Real, entre outras fábricas que se instalaram no município nos últimos 10 anos.

O rio Paraíba do Sul tem como seus principais afluentes dentro do município as seguintes microbacias: Rio Piá, Rio Barreiro, Ribeirão da Divisa.

O clima é tropical, a temperatura média anual é de 23,0 °C, com mínimas de 14,0 °C graus e máxima de 32,0 °C (Weather Spark, 2018).

O município possui Plano Municipal de Saneamento Básico, e encontra-se aprovado.

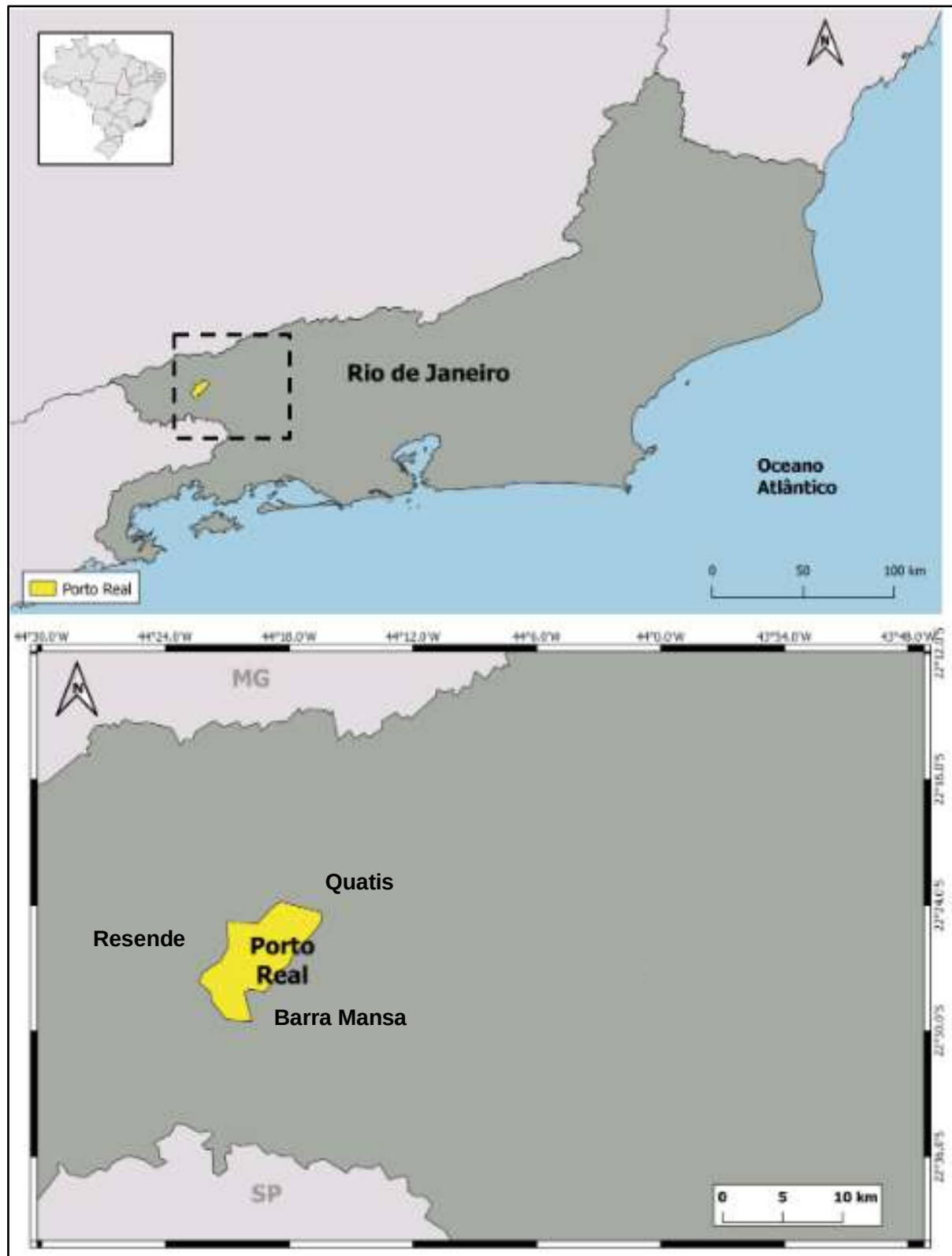
O Serviço de Abastecimento de Água de Porto Real é realizado pela Prefeitura Municipal que conta com o total de 3 ETA'S (tabela 16), detém um alto índice de atendimento do serviço, cerca de 99% da população, com o índice de perdas na distribuição baixo, cerca de 3% (CBH–MPS, 2019).

O Serviço de Coleta e Tratamento de Esgoto no município, também é realizado pela Prefeitura Municipal, possui 5 ETES (tabela17) com alto índice de atendimento (98%). Destes 40% é coletado somente 66% são tratados gerando um lançamento de aproximadamente 301,58 mil m³/ano de esgoto in natura (considerando apenas o coletado não tratado) (CBH–MPS, 2019).

O presente estudo coletou e analisou as águas brutas próximas às bombas de captação da estação de tratamento de água ETA Freitas Soares, as águas tratadas na rua mais próxima à estação de tratamento, para evitar as interferências das tubulações e as águas distribuídas tratadas final de rede, o ponto escolhido foi no bairro Jardim das Acácias.

Localização de Porto Real

Figura 7 – Localização de Porto Real no Estado do Rio de Janeiro.



Legenda: Localização do município de Porto Real no mapa do Estado do Rio de Janeiro.
 Fonte: QGis, shape IBGE e INEA, 2021.

Tabela 16 – Estações de tratamento de água do município de Porto Real.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
ETA Freitas Soares	Freitas Soares	60	11.000	66,30	6	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Centro	Região Central	30	5.100	30,74	1	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Bulhões	Região Central	4,2	492	2,96	1	Tratamento Convencional	Rio Piá	Direita	Não

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Tabela 17 – Estações de tratamento de esgoto do município de Porto Real.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	(%) Total da População	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento
ETE Centro	Centro	16	1.700	10,24	4	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) com Biofiltro Aerado
ETE Santo Antônio	Bulhões	5	500	3,01	1	Tratamento Secundário e Filtros Biológicos
ETE Vila Mariana	Vila Mariana	5	500	3,01	1	Tratamento Secundário e Filtros Biológicos
Lagoa Jardim Real	Jardim Real	8	3.150	18,98	7	Lagoa Anaeróbica e Lagoa Facultativa
Lagoa Freitas Soares	Freitas Soares	30	9.625	58,01	4	Lagoa Anaeróbica e Lagoa Facultativa

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

3.5 O Município de Barra Mansa

O município de Barra Mansa está localizado na microrregião do Vale do Paraíba, dentro da mesorregião do Sul Fluminense (figura 8) nas coordenadas 22° 32' 39" sul e 44° 10' 17" oeste e altitude de 381 metros. Sua população estimada em 2018 é de 183.976 habitantes e possui uma área de 548,9km².

A população de Barra Mansa é composta por descendentes de imigrantes europeus além de uma dinâmica colônia sírio-libanesa, assim como também de ameríndios e de descendentes de africanos (Wikipédia, A enciclopédia livre, 2018).

O município apresenta a segunda maior população da mesorregião Sul Fluminense, possui mais de 528 unidades industriais, um grande entroncamento ferroviário, rodoviário e fluvial. Situa-se em uma região privilegiada, próxima às duas maiores metrópoles brasileira, Rio de Janeiro e São Paulo. Está próximo também a centros econômicos regionais como São José dos Campos, Juiz de Fora e Volta Redonda. Barra Mansa exibe uma renda per capita acima da média nacional, de R\$13.956,15, e possui um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) considerado elevado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 0,729 (ano 2010) (IBGE-Cidades, 2018).

O município de Barra Mansa fica localizado às margens do Rio Paraíba do Sul, na região fluminense do Médio Vale do Paraíba, entre as Serra do Mar e da Mantiqueira.

O rio Paraíba do Sul marca a estrutura hidrográfica do município, drenando vasta região através de uma grande quantidade de rios e córregos espalhados por toda a superfície. Pela margem direita do Paraíba, os principais afluentes são: Rio do Salto, Rio Bananal, Rio Barra Mansa, Rio Bocaina e os córregos Cotiara e Brandão; pela margem esquerda: Rio Turvo e os córregos Ano Bom e Água Comprida.

O clima é mesotérmico, com verões quentes e chuvosos e inverno seco. A umidade relativa do ar varia entre 77% a 69% a temperatura média encontra-se entre 22,5 °C, sendo que as mais baixas registram-se no período de maio a setembro (média mínima de 13,0 °C) e as mais altas entre novembro a março (média máxima 32,0 °C) (Weather Spark, 2018).

O Plano Municipal de Saneamento Básico do município foi elaborado em 2011, no entanto não houve criação de lei específica. Atualmente o Serviço Autônomo de

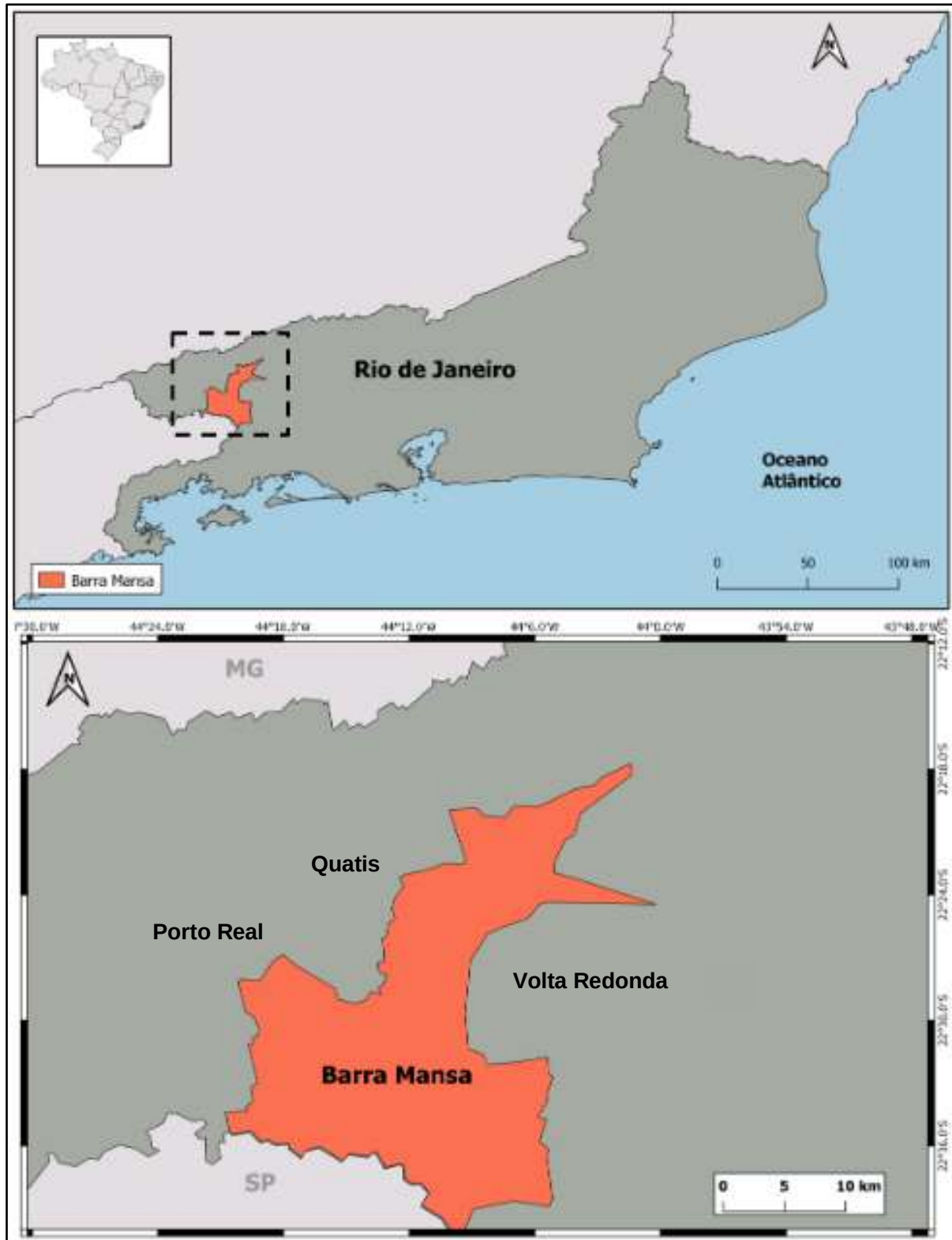
Água e Esgoto de Barra Mansa (SAAE–BM) está em processo licitatório para contratação de empresa para revisão (CBH–MPS, 2019).

O serviço de abastecimento de água de Barra Mansa conta com 6 ETA'S (tabela 18 e 19) e é realizado pelo SAAE–BM, o município detém um alto índice de atendimento do serviço, cerca de 99% da população, com o índice de perdas na distribuição por volta de 46%. O SAAE–BM possui 7 ETE'S em operação (tabela 20) (CBH–MPS, 2019).

O presente estudo coletou e analisou as águas brutas próximas às bombas de captação da estação de tratamento de água ETA Nova, na margem do rio Paraíba do Sul e coletou e analisou as águas tratadas, na rua mais próxima à estação de tratamento para evitar as interferências das tubulações e as águas distribuídas tratadas final de rede, o ponto escolhido foi no bairro Vale do Paraíba.

Localização de Barra Mansa

Figura 8 – Localização de Barra Mansa no Estado do Rio de Janeiro.



Legenda: Localização do município de Barra Mansa no mapa do Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: QGis, shape IBGE e INEA, 2021.

Tabela 18 – Estações de tratamento de água do município de Barra Mansa.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
ETA Nova	Centro	380	85.000	72,15	53	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Colônia	Novo Horizonte	19	5.000	4,24	1	Tratamento Convencional	Rio Bananal	Esquerda	Não
ETA São Sebastião	Centro	150	21.000	17,83	8	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Floriano	Floriano	19	713	0,61	1	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Não
ETA Vista Alegre	Vista Alegre	18	6.000	5,09	1	Tratamento Convencional	Rio Vista Alegre	Esquerda	Não
ETA Antônio Rocha	Antônio Rocha	2,0	100	0,08	1	Tratamento Convencional	Rio Barra Mansa	Esquerda	Não

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Tabela 19 – Poços de tratamento de água do município de Barra Mansa.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
Poço Artesiano do Amparo	Amparo	4,5	200	10,70	1	Simples Desinfecção	Subterrânea	-	-
Poço Artesiano Vila dos Remédios	Floriano	7,5	813	43,50	1	Simples Desinfecção	Subterrânea	-	-
Poço Artesiano de Rialto	Rialto	6,6	856	45,80	1	Simples Desinfecção	Subterrânea	-	-

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Tabela 20 – Estações de tratamento de esgoto do município de Barra Mansa.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	(%) Total da População	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento
ETE São Genaro	São Genaro	4	700	0,59	1	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro Aerado Submerso
ETE Vila Natal	Vila Natal	1	1.200	1,02	2	UASB + Biofiltro Aerado Submerso
ETE Floriano	Floriano	6	813	0,69	1	UASB + Biofiltro Aerado Submerso + Decantador Secundário
ETE Rialto	Rialto	6	856	0,73	1	Decantador Digestor + Biofiltro

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

3.6 O Município de Volta Redonda

Volta Redonda é um município situado na região Sul Fluminense (figura 9), é conhecido como a "Cidade do Aço", por abrigar a Companhia Siderúrgica Nacional. Localizado nas coordenadas 22° 31' 23" sul e 44° 06' 15" oeste, a uma altitude de 390 metros. É cortada pelo rio Paraíba do Sul, que corre de oeste para leste, sendo a principal fonte de abastecimento de água do município e responsável pelo seu nome, devido a uma curva do rio.

Sua população estimada em 2018 é de 271.998 habitantes e a área é de 182,5 km², o que a torna a maior município da região Sul Fluminense e a terceiro maior do interior do estado. Uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), divulgada em 2013, classificou Volta Redonda como o segundo município com a maior vocação poluidora do estado, ficando atrás somente da capital, Rio de Janeiro. Seu santo padroeiro é Santo Antônio e seu lema em latim é *Flumen Fulmini Flexit*, ou seja, "o rio ante o raio dobrou-se".

Volta Redonda está numa área estratégica, a 310 km da cidade de São Paulo, maior metrópole do Brasil, e a 125 km da cidade do Rio de Janeiro, segunda maior metrópole nacional e capital fluminense. Também está próxima de cidades-polos regionais de outros estados, como Juiz de Fora (180 km) e São José dos Campos (220 km) e de outros municípios importantes, como Angra dos Reis (90 km), Taubaté (180 km), Petrópolis (150 km), Resende (50 km), dentre outras. Possui o quarto mais alto IDH entre os municípios fluminenses, de 0,771 (em 2010), (IBGE-Cidade, 2018) ficando atrás somente de Niterói, da capital, Rio de Janeiro e de Rio das Ostras.

O rio Paraíba do Sul domina a paisagem urbana de Volta Redonda; é o corpo-receptor natural de toda a malha hidrográfica do município e, ao mesmo tempo, o grande manancial de que o município dispõe para seu abastecimento.

O clima é Tropical de altitude mesotérmico, com verões quentes e chuvosos e invernos secos. A umidade relativa do ar é alta (77%), mesmo nos meses de frio, quando varia entre 71% e 72%. A temperatura média compensada é de 22,5 °C, a média mínima anual de 13,0 °C e média máxima anual de 32,0 °C (Weather Spark, 2018).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico elaborado, o município detém um alto índice de atendimento do serviço, cerca de 99% da

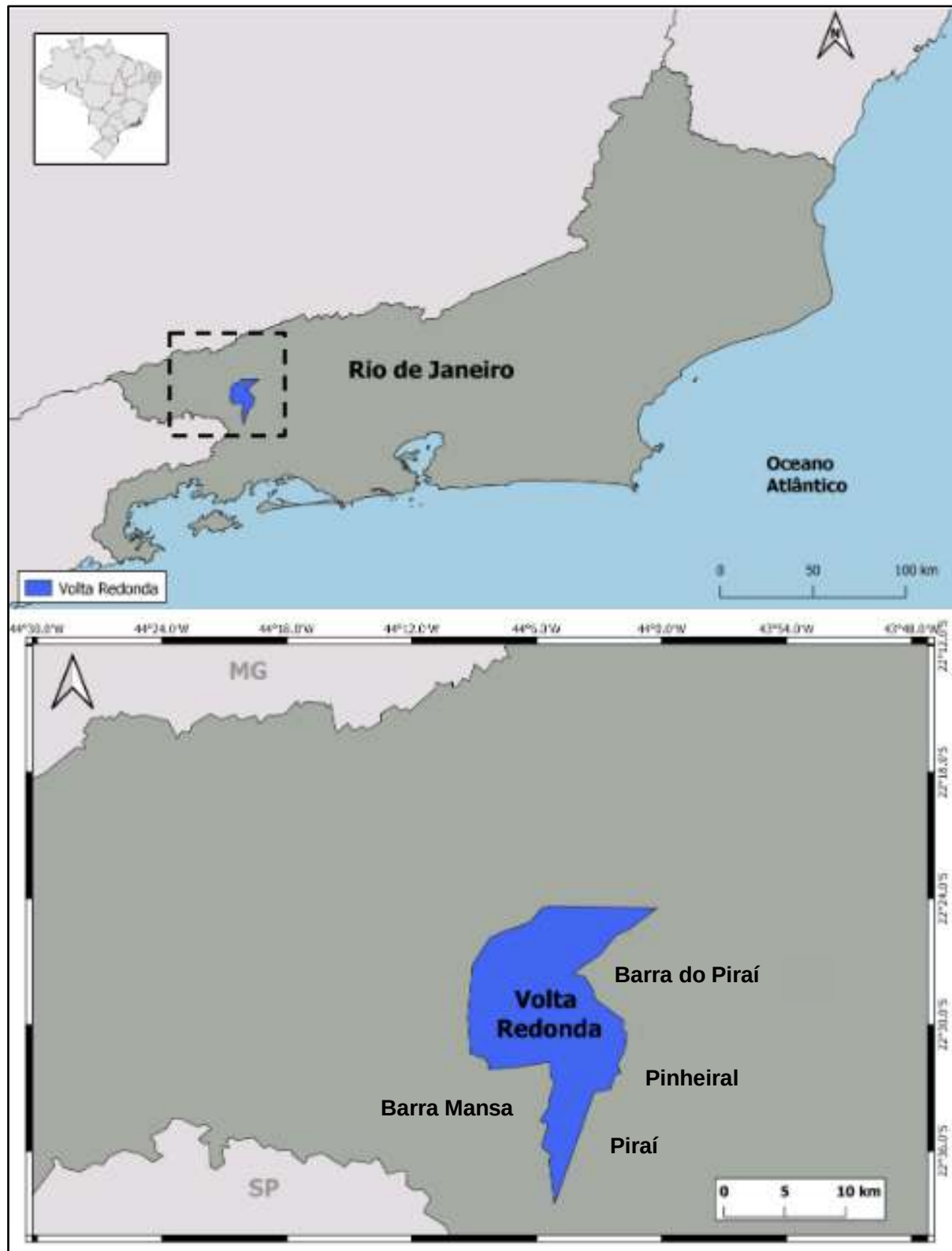
população, com o índice de perdas na distribuição regular, cerca de 41%. Para o abastecimento de água da população, são captados, em média, quase 1.400 litros por segundo, ou 86,4 milhões de litros por dia (tabela 21). Esta captação é feita no rio Paraíba do Sul. O município exporta água para o município de Barra Mansa e para o município de Barra do Piraí.

O Serviço de Coleta e Tratamento de Esgoto no município é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda (SAAE–VR), possui 7 ETES (tabela 22) com índice de atendimento de 98%. Destes, 85% são coletados, somente 17% é tratado gerando um lançamento de aproximadamente 463,54 mil m³/ano de esgoto in natura (CBH–MPS, 2019).

O presente estudo coletou e analisou as águas brutas e tratada distribuída dentro da estação de tratamento de água ETA Belmonte. O SAAE–VR disponibilizou seus laboratórios para que a pesquisa pudesse ser realizada e as águas distribuídas tratadas final de rede, no bairro Três Poços.

Localização de Volta Redonda

Figura 9 – Localização de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro.



Legenda: Localização do município de Volta Redonda no mapa do Estado do Rio de Janeiro.
 Fonte: QGis, shape IBGE e INEA, 2021.

Tabela 21 – Estação de tratamento de água do município de Volta Redonda.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
ETA Belmonte	Belmonte	2.000	271.998	100	90	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Esquerda	Sim

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

Tabela 22 – Estações de tratamento de esgoto do município de Volta Redonda. (Continua)

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	(%) Total da População	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento
ETE Eng. Gil Portugal	Centro	140	75.600	27,99	25	Processo biológico em nível terciário, constituído de um sistema de Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendente seguidos de tanque anóxico, tanque de aeração com tambor rotativo e decantação secundária
ETE Ronaldo Gonçalves	Santa Cruz	40	25.000	9,29	1	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro Aerado Submerso + Decantador Secundário

Tabela 22 – Estações de tratamento de esgoto do município de Volta Redonda. (Conclusão).

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	(%) Total da População	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento
ETE Volta Grande IV	Volta Grande IV	7,83	3.384	1,34	1	Tratamento anaeróbico de fluxo ascendente dos esgotos contra um manto de lodos anaeróbicos (tanque RALF)
ETE Eng. Silvino Streva	Parque das Garças	11	7.000	2,67	1	Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro Aerado Submerso + Decantador Secundário
ETE Vila Rica	Vila Rica	3,81	3.430	1,36	1	Lodos ativados por batelada.
ETE São Sebastião	São Sebastião	2,0	1.000	0,49	1	Tratamento aeróbico
ETE Adriano Inácio Neto	Parque do Contorno	3,94	2.080	0,86	1	Tratamento aeróbico

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

3.7 O Município de Pinheiral

Pinheiral é um município localizado no sul do estado do Rio de Janeiro (figura 10) nas coordenadas 22° 30' 46" sul e 44° 00' 02" oeste, estando a uma altitude de 345 metros. Sua população era em torno de 22.719 habitantes segundo a última contagem (CBH–MPS/2019).

Localizado à margem direita do rio Paraíba do Sul e totalmente inserido na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. O município possui as seguintes microbacias afluentes do rio Paraíba do Sul: Ribeirão Cachimbal, Córrego Maria Preta, Córrego Três Poços, Córrego Vale do Sol e Córrego Rolamão.

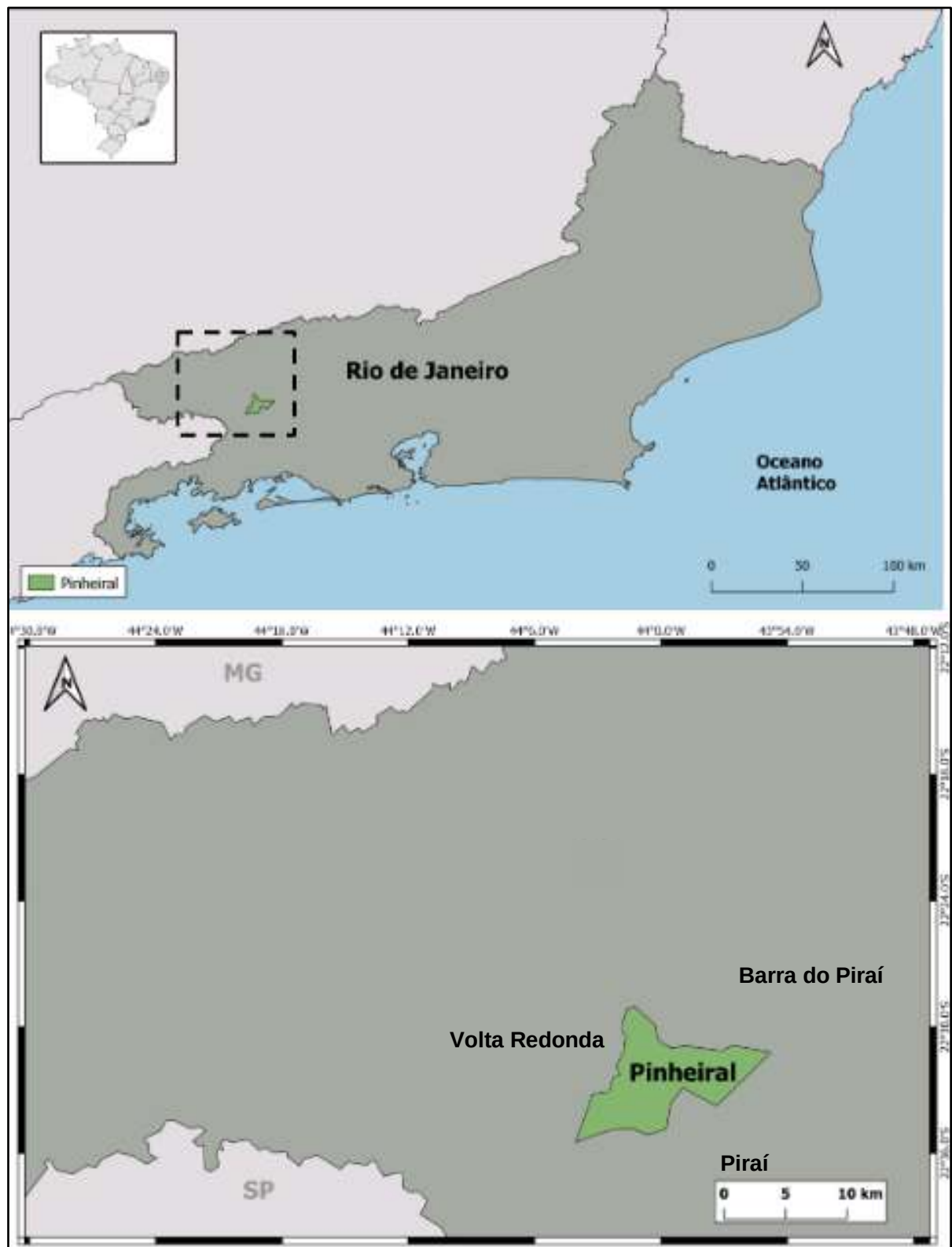
O clima é mesotérmico, com verões quentes e chuvosos e invernos secos. A umidade relativa do ar é alta (77%), menos nos meses de inverno, quando varia entre 71% e 72%. A temperatura média compensada é de 22,5°C, com média mínima anual de 13,0 °C, e média máxima anual de 32,0 °C (Weather Spark, 2018).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município foi realizado e entregue a sua versão final, que foi aprovada pelos gestores da secretaria municipal de meio ambiente. Segundo o PMSB, a concessionária que administra o município é a Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE (tabela 23), o município detém um bom índice de atendimento do serviço, cerca de 88% da população, com o índice de perdas na distribuição de 46%. O Serviço de Coleta e Tratamento de Esgotos é realizado com um alto índice de atendimento (100%), porém o município não declarou operador. Oitenta por cento (80%) do esgoto é coletado, porém nada é tratado, gerando um lançamento de aproximadamente 1.079 mil m³/ano de esgoto in natura (considerando apenas o coletado não tratado) (CBH–MPS, 2019).

Nesse estudo foram coletadas e analisadas águas brutas próximas às bombas de captação da estação no rio Paraíba do Sul, água tratada na Casa dos Conselhos em frente ao cemitério do município, pois devido estação de tratamento ficar em um local de difícil acesso, não possível realizar a coleta como planejado, e águas distribuídas tratadas final de rede, o ponto escolhido foi no bairro Três Poços de Pinheiral.

Localização de Pinheiral

Figura 10 – Localização de Pinheiral no Estado do Rio de Janeiro.



Legenda: Localização do município de Pinheiral no mapa do Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: QGis, shape IBGE e INEA, 2021.

Tabela 23 – Estação de tratamento de água do município de Pinheiral.

Nome	Localização	Capacidade L.s ⁻¹	População Atendida	População Atendida (%)	Qt. Bairros Atendidos	Tipo de Tratamento	Captação	Margem	Exporta água
ETA Pinheiral	São Jorge	70	22.719	100	Todos	Tratamento Convencional	Rio Paraíba do Sul	Direita	Não

Fonte: Comitê Médio Paraíba do Sul, 2019.

4 METODOLOGIA

Para a gestão dos recursos hídricos é de grande relevância o trabalho de pesquisa científica. Segundo Gil (p. 17, 2007), a pesquisa científica é definida como “procedimento racional e sistemático e tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

A pesquisa aqui apresentada foi do tipo qualitativa, desenvolveu-se por um processo constituído de duas fases: (a) levantamento bibliográfico; (b) análise documental.

A pesquisa bibliográfica foi feita na base de dados Google acadêmico utilizando as palavras-chave: Captação, Recursos Hídricos, Acompanhamento, Monitoramento.

A análise documental foi realizada por meio do material disponibilizado nos *websites*, a exemplo no site da Agência Nacional de Águas, *site* do Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA nº 357/2005), normas em vigências (Portaria de Consolidação MS nº 5/2017) e material impressos sobre a qualidade da água publicado pelas Prefeituras, Autarquias e/ou empresas prestadoras de serviços de distribuição de água.

Foram escolhidas as principais estações de tratamento de água de cada município para a realização desta pesquisa, o objetivo era coletar a água bruta próxima a captação para tratamento (tabela 24) e coletar a água tratada distribuída da maior estação de cada município. A maior não é em tamanho e sim que fornece água tratada para o maior número de pessoas daquele município. Porém, no município de Resende não foi possível coletar na maior estação por ser considerada uma área de difícil acesso, sendo assim, foi escolhida a segunda maior estação do município de Resende. Em Pinheiral não foi possível realizar coleta próximo à estação de tratamento de água por motivo de ser considerada uma área de risco de morte. Nos demais municípios foram coletados nas maiores estações de tratamento.

A água tratada distribuída final de rede, foi adicionada após o sexto mês de início da pesquisa com a finalidade de comparar o processo de distribuição da água em toda a rede.

Tabela 24 – Pontos de coleta dos municípios estudados. (Continua)

Município de Resende				
Água Bruta (AB)	Água Tratada (AT)	Água Tratada Final de Rede (FR)	Distância da ETA até o ponto “AT” (m)	Distância da ETA até o ponto “FR” (m)
Avenida Municipal, Bairro: Vila Isabel	Avenida UM nº 31, Bairro: Vila Isabel	Rua Professor Chryso Fontes nº 180, Bairro: Casa da Lua	400	2.400
Município de Porto Real				
Água Bruta (AB)	Água Tratada (AT)	Água Tratada Final de Rede (FR)	Distância da ETA até o ponto “AT” (m)	Distância da ETA até o ponto “FR” (m)
Avenida A, Bairro: Freitas Soares	Rua 26 nº 5, Bairro: Freitas Soares	Rua UM nº 1780 casa 5, Bairro: Jardim das Acácias	1.000	2.500
Município de Barra Mansa				
Água Tratada (AT)	Água Tratada (AT)	Água Tratada (AT)	Água Tratada (AT)	Água Tratada (AT)
Vereador José Egídio de Almeida nº 85, Bairro: Roberto Silveira	Vereador José Egídio de Almeida nº 85, Bairro: Roberto Silveira	Vereador José Egídio de Almeida nº 85, Bairro: Roberto Silveira	Vereador José Egídio de Almeida nº 85, Bairro: Roberto Silveira	Vereador José Egídio de Almeida nº 85, Bairro: Roberto Silveira

Tabela 24 – Pontos de coleta dos municípios estudados. (Conclusão)

Município de Volta Redonda				
Água Bruta (AB)	Água Tratada (AT)	Água Tratada Final de Rede (FR)	Distância da ETA até o ponto “AT” (m)	Distância da ETA até o ponto “FR” (m)
Av. Adalberto de Barros Nunes nº 5235, Bairro: Belmonte	Av. Adalberto de Barros Nunes nº 5235, Bairro: Belmonte	Avenida Paulo Erlei Alves Abrantes nº 722, Bairro: Três Poços de Volta Redonda	0	11.300
Município de Pinheiral				
Água Bruta (AB)	Água Tratada (AT)	Água Tratada Final de Rede (FR)	Distância da ETA até o ponto “AT” (m)	Distância da ETA até o ponto “FR” (m)
Rua Juvenal Xavier Botelho S/N, Bairro: Varjão	Rua Siqueira Campos nº 300, Bairro: Centro	Avenida Nilton Penha Botelho nº 4244, Bairro: Três Poços de Pinheiral	2.000	3.300

Fonte: O Autor, 2020.

A pesquisa teve duração de 1 ano, iniciando em dezembro/2018 e terminando em dezembro/2019, realizando uma amostragem mensalmente. No mês de fevereiro/2019 não houve coleta. Em cada município foram coletadas mensalmente amostras de água em 3 pontos: água bruta, água tratada no início e ao final da sua distribuição. Durante este período foram realizadas 12 coletas de água bruta e 12 de água tratada e 6 de água tratada no final da rede. Para a água bruta foram analisados 13 parâmetros totalizando 780 análises. Para a água tratada distribuída foram analisados 13 parâmetros, já para as águas tratadas distribuídas final de rede foram analisados 10 parâmetros, totalizando 1.080 amostras coletadas e analisadas. Para evitar mascarar os resultados, alguns parâmetros requerem que as análises sejam feitas “*in situ*” são eles Temperatura, pH e Cloro Residual. As análises laboratoriais

(Físico-Química e análises Bacteriológicas) foram realizadas no laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda. A seguir a relação das análises que foram realizadas no laboratório tanto na água bruta como na água tratada distribuída: Físico-Química – Alcalinidade, Cloreto, Cor, CO₂ Livre, Dureza, Fluoreto, Turbidez Bacteriológicas – Coliforme Fecal, Coliforme Total e Heterotróficas.

No Apêndice “B” (p. 298) está descrito como foi realizada cada análise assim como o método aplicado, as vidrarias utilizadas e as suas referências.

As coletas das águas (bruta e tratada distribuída), foram realizadas pelo autor e por um estagiário, e as análises foram realizadas pelos mesmos, acompanhados por um técnico do laboratório. As coletas e análises seguiram as normas pré-estabelecidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o manual da ANA.

Foi criado um banco de dados, alimentado mensalmente com os resultados das análises de cada município. Estes dados foram utilizados na comparação com os valores reportados nas contas de água de cada concessionária, além de serem utilizados para o cálculo do IQA–CCME.

A avaliação da qualidade da água foi feita de forma integrada, considerando o conjunto das informações dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos. Os diversos parâmetros aqui apresentados constituem instrumentos de avaliação que podem ser agrupados ou não para contemplar as características mais relevantes da qualidade das águas.

Para o cálculo do IQA–CCME foram usados todos os parâmetros da água tratada distribuída (13) e todos os parâmetros da água final de rede (10) em forma de agrupamento. Não foi usado nenhum parâmetro do SISAGUA e Conta da concessionária. Para todos os parâmetros foram usados como referências os valores da PRC nº 5/2017.

Tabela 25 – Parâmetros da Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Portaria de Consolidação MS nº 5/2017		
<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Valor</i>
TEMPERATURA	°C	
COR	uH	≤ 15,00
TURBIDEZ	uT	≤ 5,00
pH	–	6,00 a 9,50
ALCALINIDADE	mg.L ⁻¹	SEM RESTRIÇÃO
DUREZA	mg.L ⁻¹	≤ 500
FLUORETO	mg.L ⁻¹	≥ 0,50 a ≤ 1,50
COLORO RESIDUAL	mg.L ⁻¹	≥ 0,20 e ≤ 2,00
CO ₂ LIVRE	mg.L ⁻¹	SEM RESTRIÇÃO
COLIFORMES TOTAL	mL	AUSÊNCIA EM 100 mL
COLIFORMES FECAL	mL	AUSÊNCIA EM 100 mL
BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	mg.L ⁻¹	≤ 500

Fonte: Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, 2021.

5 RESULTADOS

Após 1 ano de pesquisa e coletas de campo, análises laboratoriais e compilação de dados secundários (contas de água das concessionárias e SISAGUA), foi possível organizar e tabular todos os dados do presente estudo. As tabelas com os dados completos estão apresentadas no Apêndice “A” (p. 275), onde:

- a) Tabelas 44 a 48 – Dados das análises das águas brutas de cada município;
- b) Tabelas 49 a 53 – Dados das análises das águas tratadas distribuídas de cada município;
- c) Tabelas 54 a 58 – Dados das análises das águas tratadas distribuídas final de rede de cada município;
- d) Tabelas 59 a 63 – Dados compilados do SISAGUA;
- e) Tabela 64 a 68 – Dados compilados das contas de água das concessionárias.

Todos os parâmetros analisados pelo presente estudo foram realizados pelas concessionárias como preconiza a PRC nº 5 ou o Decreto 5.440/2005 do Presidente da República (Ministério da Justiça) porém alguns parâmetros analisados no laboratório não foram informados nas contas das concessionárias e no programa SISAGUA, por isso a ausência de alguns resultados.

Devido aos altos custos dos kit's para analisar metais pesados, chumbo, magnésio e pesticidas presentes na água, nesta pesquisa não foram realizadas tais análises.

6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELO ESTUDO COM AS CONTAS EMITIDAS PELAS CONCESSIONÁRIAS E SISAGUA

Nesse item será apresentado uma discussão em relação à qualidade da água determinada nas coletas e àquela reportada nas contas de água das concessionárias e no SISAGUA. É de nosso conhecimento que essa comparação é apenas um exercício aproximado, já que as amostras para essas análises foram coletadas em tempos diferentes e de forma alguma representam réplicas.

Durante o período analisado (dezembro/2018 a dezembro/2019), não foi encontrado nenhum resultado fora dos limites estipulados pela legislação em vigor.

Foi possível identificar que todos os parâmetros se repetem em todos os meses durante o período estudado nos municípios de Porto Real, Volta Redonda e Pinheiral. Isso é permitido por lei, as concessionárias usam uma média anual, mas estes valores tem que ser atualizados a cada ano, o que não está sendo feito.

6.1 Comparação dos resultados – Resende

A conta de água da concessionária Águas das Agulhas Negras (foto 2), tem como referência o mês 04/2019, para comparar as informações sobre qualidade da água. Referente a esta conta, foi usada a amostra coletada 23/04/2019 vista na tabela 26.

Segundo as comparações, a água de Resende, com o mês de referência 04/2019, encontra-se com o parâmetro “Fluoreto” abaixo do recomendado pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 26 e 27, estão fora da faixa preconizada pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Foto 2 – Conta de água concessionária – Águas das Agulhas Negras.

NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA AUT. SEPD Nº 08-2007/0002554-1

Águas das Agulhas Negras
Grupo Águas do Brasil

Águas das Agulhas Negras S/A.
Av. Cel. Professor Antônio Esteves nº1000
Morada da Colina - Resende - RJ
CEP: 27.523-000
CNPJ/MF: 09.195.493/0001-37
Inscrição Estadual: 78.407.581

Nº DA LIGAÇÃO:

ROTEIRIZAÇÃO:

CONTA Nº: REFERÊNCIA: 04/2019 DATA DE EMISSÃO: 20/05/2019 VENCIMENTO: 25/05/2019 VIA: 2ª

INFORMAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA * DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS NO VERSO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO: SISTEMA TOYOTA

PARÂMETROS	FLUOR	CLORO	TURBIDEZ	COR	pH	COLIFORMES TOTAIS	ESCHERICHIA COLI
AMOSTRAS EXIGIDAS (MÍN)	0	14	14	10	0	14	14
AMOSTRAS REALIZADAS	5	28	26	22	5	14	14
VAL. MÉDIOS DETECTADOS	0,81	1,5	1,75	5,68	6,85	0	0
PADRÃO PORT. MS 518/04	≤ 1,5 mg/L	0,2 - 5,0 mg/L	≤ 5 uT	≤ 15 uH	6,0 - 9,5 semsen	Ausentes	Ausentes

OBSERVAÇÕES PADRÃO PORT. MS 2914/11

VIA DO CLIENTE

NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA AUT. SEPD Nº 08-2007/0002554-1

Águas das Agulhas Negras
Grupo Águas do Brasil

Águas das Agulhas Negras S/A.
Av. Cel. Professor Antônio Esteves nº1000
Morada da Colina - Resende - RJ
CEP: 27.523-000
CNPJ/MF: 09.195.493/0001-37
Inscrição Estadual: 78.407.581

Nº DA LIGAÇÃO:

AUTENTICAÇÃO MECÂNICA NO VERSO

Fonte: Águas das Agulhas Negras, 2019.

Tabela 26 – Comparação dos valores médios detectados na conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.

Parâmetros	Valores Médios Detectados (Conta)	Valores encontrados na Pesquisa (23/04/2019)
pH	6,85	6,55
Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	1,50	1,30
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	0,81	0,11
Cor (uH)	5,68	0,30
Turbidez (mg.L ⁻¹)	1,75	0,88
Coliforme Total (mL)	0,00	Ausente
Coliforme Fecal (mL)	0,00	Ausente

Fonte: Adaptado de Águas das Agulhas Negras pelo Autor, 2019.

Para a criação da tabela 27, foi levado em conta as tabelas de referências do Apêndice “A” 49, 54, 59 e 64.

Tabela 27 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Resende. (Continua)

	Parâmetro: Turbidez Valor Máximo: ≤ 5 Unidade: uT				Parâmetro: pH Valor Mínimo e Máximo: 6 a 9,5				Parâmetro: Cor Valor Máximo: ≤15 Unidade: uH				Parâmetro: Fluoreto Valor Mínimo e Máximo: ≥0,5 e ≤1,5 Unidade: mg.L ⁻¹			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede
01/12/18	-	0,30	1,16	-	-	6,02	7,18	-	-	3,90	-	-	-	0,66	-	-
18/01/19	0,95	0,37	1,16	-	6,70	6,65	7,08	-	4,76	0,40	-	-	0,70	0,63	0,55	-
20/03/19	0,92	0,56	1,59	-	6,80	6,65	5,30	-	4,50	0,50	-	-	0,72	0,68	0,47	-
23/04/19	1,75	0,88	2,49	-	6,85	6,55	6,19	-	5,68	0,30	-	-	0,81	0,11	0,63	-
29/05/19	0,75	3,59	2,05	-	6,41	6,28	6,07	-	4,40	0,00	-	-	0,65	0,08	0,77	-
28/06/19	-	3,88	1,64	-	-	6,22	6,45	-	-	0,00	-	-	-	0,26	-	-
23/07/19	1,00	0,66	3,65	1,44	6,49	6,56	6,25	6,74	4,86	10,10	-	11,30	0,76	0,11	0,48	0,11
27/08/19	0,96	1,10	3,78	0,41	6,38	6,34	6,54	6,49	5,13	0,00	-	0,70	0,62	0,18	0,46	0,07
24/09/19	0,98	0,17	1,35	0,90	6,42	6,74	6,52	6,69	4,91	2,60	-	4,80	0,60	0,11	-	0,11
23/10/19	0,70	0,50	2,69	1,73	6,40	6,54	6,79	6,61	4,88	0,50	-	8,10	0,74	0,57	-	0,30
27/11/19	0,65	0,46	1,29	0,28	6,43	6,53	7,09	6,49	4,70	0,70	-	1,30	0,72	0,69	0,74	0,31
27/12/19	0,90	0,43	0,53	0,48	6,39	6,38	6,64	6,32	4,66	0,00	-	0,30	0,68	0,61	0,50	0,30

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

Tabela 27 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Resende. (Conclusão).

	Parâmetro: Cloro Residual Valor Máximo: $\geq 0,2$ e $\leq 2,0$ Unidade: mg.L^{-1}				Parâmetro: Coliforme Total Valor Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL				Parâmetro: Coliforme Fecal Valor Mínimos e Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede
01/12/18	-	1,20	0,90	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
18/01/19	1,40	1,20	0,70	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
20/03/19	1,40	0,90	1,50	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
23/04/19	1,50	1,30	1,00	-	0,00	AUSENTE	-	-	0,00	AUSENTE	-	-
29/05/19	1,40	1,10	0,50	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
28/06/19	-	1,00	1,50	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
23/07/19	1,60	1,10	1,00	0,60	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
27/08/19	1,60	0,90	1,00	0,70	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
24/09/19	1,50	1,10	2,00	0,70	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
23/10/19	1,30	1,00	1,50	0,60	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
27/11/19	1,40	0,80	1,50	0,50	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-
27/12/19	1,50	0,60	1,20	0,40	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

Os parâmetros monitorados, Turbidez, pH, Cor, Cloro, Coliformes (Total e Fecal), estiveram dentro dos limites especificados na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e em todas as fontes de dados, à exceção do fluoreto, que, de acordo com as análises realizadas, foram encontradas 12 amostras fora da faixa. Deste total, 6 amostras nas águas distribuídas e 6 amostras nas águas final de rede. No SISAGUA foram encontrados 3 valores abaixo da faixa permitida por lei. A temperatura média para as águas distribuídas, ficaram em 26,50 °C e para as águas final de rede, 23,43°C.

6.1.1 Comparação dos resultados por gráficos

A comparação nos gráficos (1 a 50) será entre os dados da água tratada distribuída que o presente estudo obteve durante o ano pesquisado, com os dados das contas das concessionárias e os dados encontrados no instrumento SISAGUA. Os parâmetros Temperatura, Cor, Alcalinidade, CO₂ Livre, Dureza, Fluoreto e Cloreto cujos valores não constarem nos gráficos abaixo, se deve ao fato de não terem sido lançados (digitados) no instrumento SISAGUA e/ou não constarem estas informações nas contas entregues aos seus consumidores.

Estes parâmetros são realizados para atender a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017. Para entender melhor estes parâmetros abaixo segue o motivo pelo qual devemos realizar as análises e conhece-los:

- a) Temperatura tem que ser regulada pelo relativo gasto de reagentes, como o flúor, por exemplo. O consumo do mesmo varia de acordo com a temperatura relativa, em alguns casos. Entretanto, a água em estudos relativos tem um pH variante de acordo com a temperatura;
- b) Cor, seria devido ao fato de que espera-se transparência na mesma, caso haja alteração na cor, é por alguma falha de tubulações, ou no próprio tratamento, de certa forma, é um indicador;
- c) CO₂ Livre, O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibro-cimento) de um sistema

de abastecimento de água, e por essa razão, o seu teor deve ser conhecido e controlado;

- d) Alcalinidade atua como um tampão, demonstrando a capacidade de neutralizar um ácido.
- e) Dureza da água é relacionada ao deterioramento de canos, materiais elétricos, entre outros, devido a ser relativa a sais presentes na água, como carbonatos, bicarbonatos e sais com magnésio e cálcio. Analisamos dureza, pois também há uma relação com nosso organismo. No nosso organismo, o excesso de sais também causa efeitos negativos, assim como ocorre em roupas e nos canos, como citado acima;
- f) Fluoreto é um aditivo químico (um sal de ácido fluorídrico) usado para o fortalecimento e proteção do esmalte na superfície dos dentes. O flúor também é utilizados para tratar uma variedade de doenças de saúde. O fluoreto dental é usado para nutrir e aumentar a estabilidade e a força dos dentes, efetivamente tornando-os menos suscetíveis ao desenvolvimento de cavidades ou danos de mastigação ou tarefas semelhantes. A água não vai deixar de estar imprópria para consumo caso este parâmetro não estiver presente ou estiver abaixo do recomendado, mas estará fora do padrão de potabilidade conforme a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 que é a lei regulamentada;
- g) Cloreto é uma análise importante, pois é relativo aos índices de poluição devido aos dejetos humanos. O mesmo é responsável pelo sabor "salino" da água, por reagir com íons sódio.

Pode acontecer de algumas concessionárias não informar os valores dos parâmetros Cloro Residual, Fluoreto e Turbidez, caso o gráfico apresente uma ausência de valores ou valores zerados em um determinado mês, é porque estas informações estavam em branco, nas contas.

Para efeito de comparação, foram usadas as temperaturas registradas ou medidas no termômetro no ato da coleta das amostras com as temperaturas mínimas e máximas definidas para cada município.

Tabela 28 – Referência para criação dos gráficos de cada município estudado.

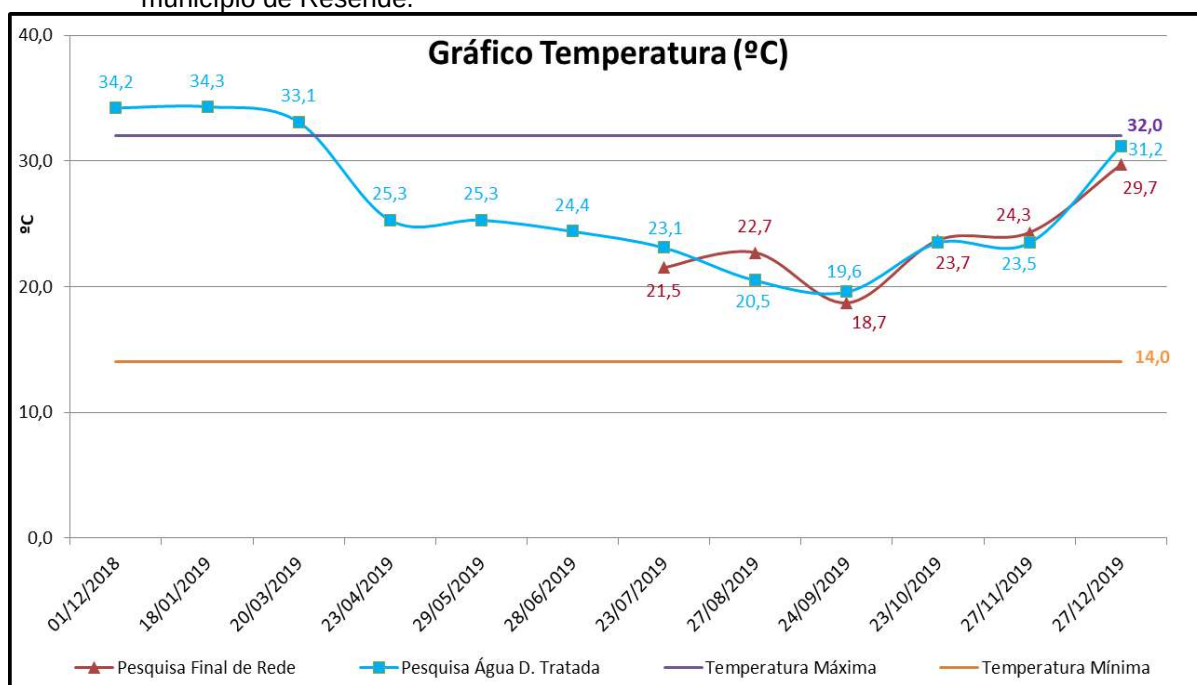
Referências		
Gráficos	Tabelas	Município
1 a 10	49, 54, 59, 64	Resende
11 a 20	50, 55, 60, 65	Porto Real
21 a 30	51, 56, 61, 66	Barra Mansa
31 a 40	52, 57, 62, 67	Volta Redonda
41 a 50	53, 58, 63, 68	Pinheiral

Fonte: O Autor, 2021.

6.1.1.1 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Temperatura (°C)

De acordo com o *sítio* da Weather Spark, o parâmetro Temperatura para o município de Resende possui seu limite mínimo de 14 °C e sua máxima de 32 °C (p. 65). Para demonstração deste parâmetro no gráfico 1, foi considerado apenas os valores da Pesquisa, Pesquisa Final de Rede. Os valores encontrados na pesquisa são 18,7 °C de mínima e 34,3 °C de máxima. Por 3 vezes a máxima estabelecida para o município foi superada, enquanto que sua mínima nenhuma vez foi atingida.

Gráfico 1 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

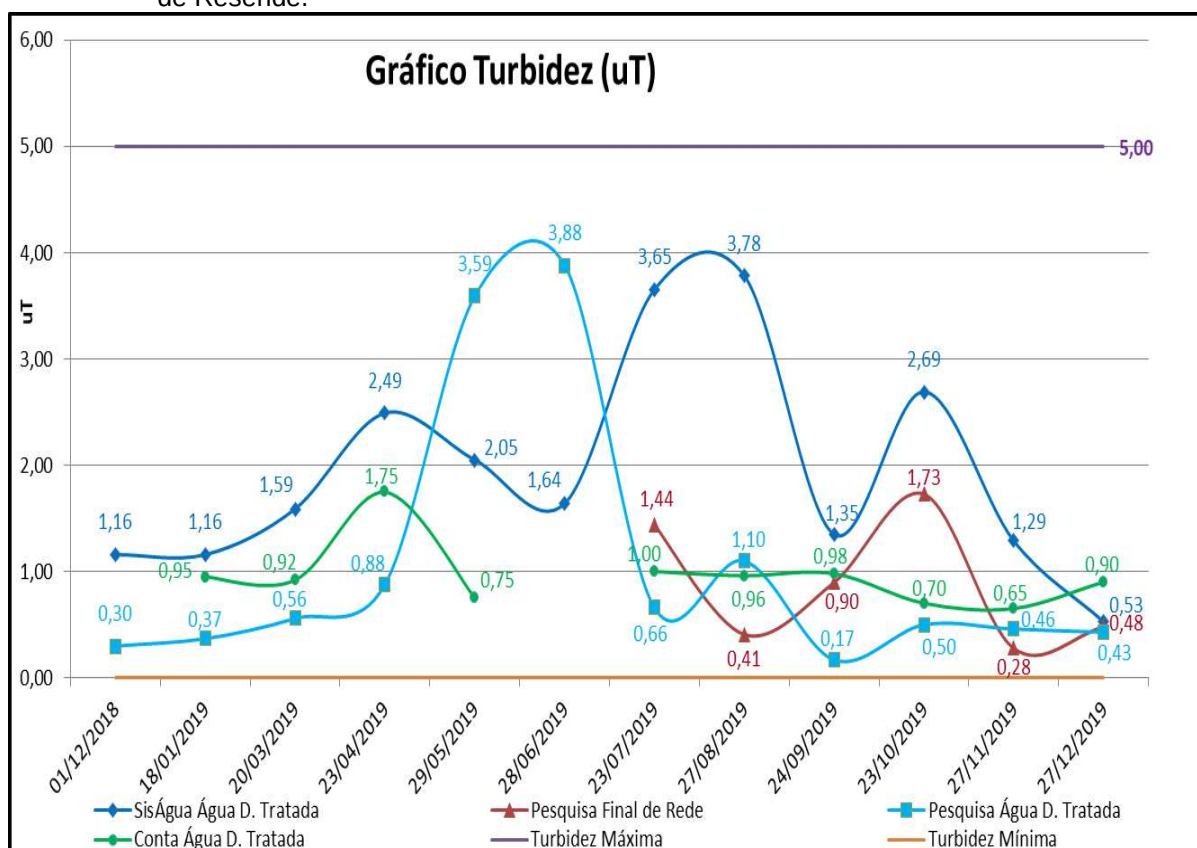


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.2 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Turbidez (uT)

A turbidez segundo o padrão de potabilidade, tem seu limite mínimo de 0,00 e no máximo 5,00 uT para águas tratadas distribuídas. Comparando todas as informações (gráfico 2) para este parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Resende não apresentou anormalidades os valores de sua mínima e máxima são 0,17 e 3,88 uT.

Gráfico 2 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.



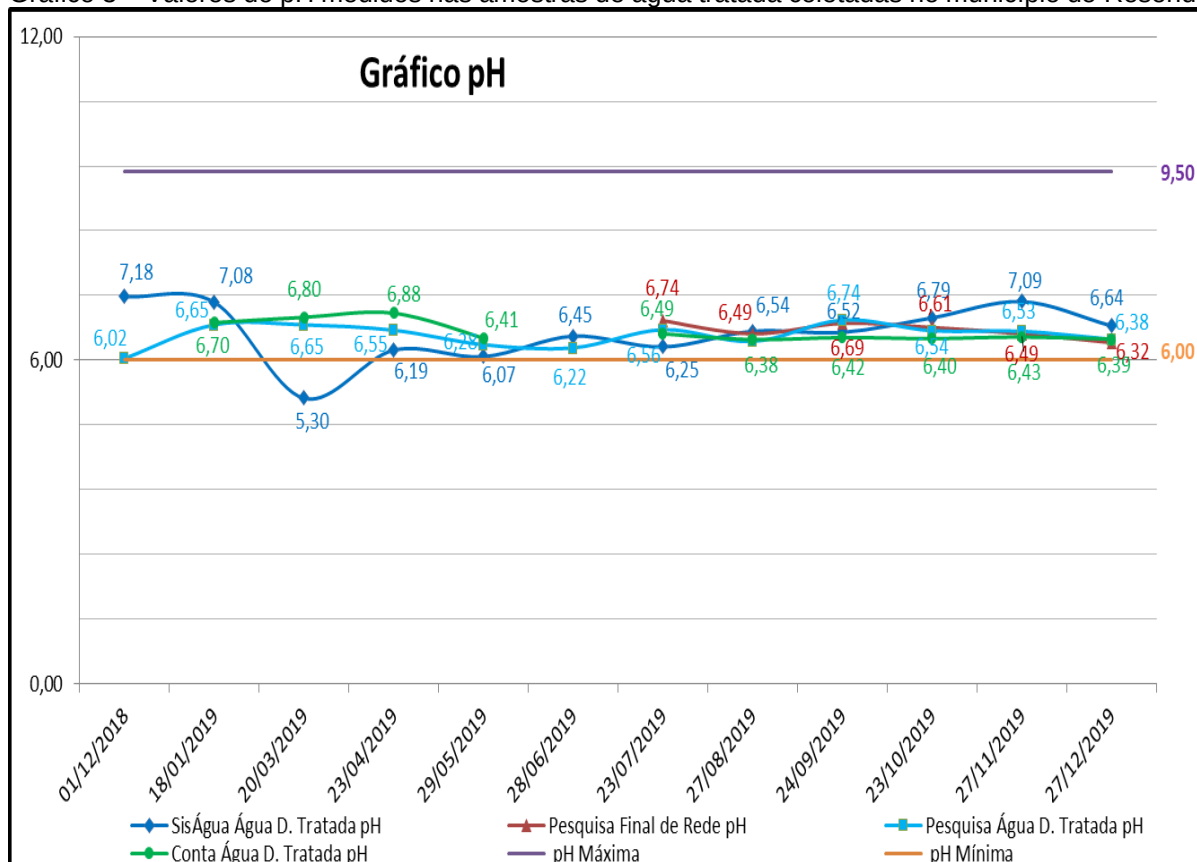
Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.3 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – pH

Para as águas tratadas distribuídas, o parâmetro pH tem como seu limite mínimo de 6,00 e no máximo 9,50. As medições do pH (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas) nas águas tratadas do município de

Resende, apresentaram uma anormalidade (gráfico 3), referente ao valor de sua mínima 5,30, ficando abaixo do limite permitido pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 que é de 6,00 e a sua máxima ficou em 7,18.

Gráfico 3 – Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

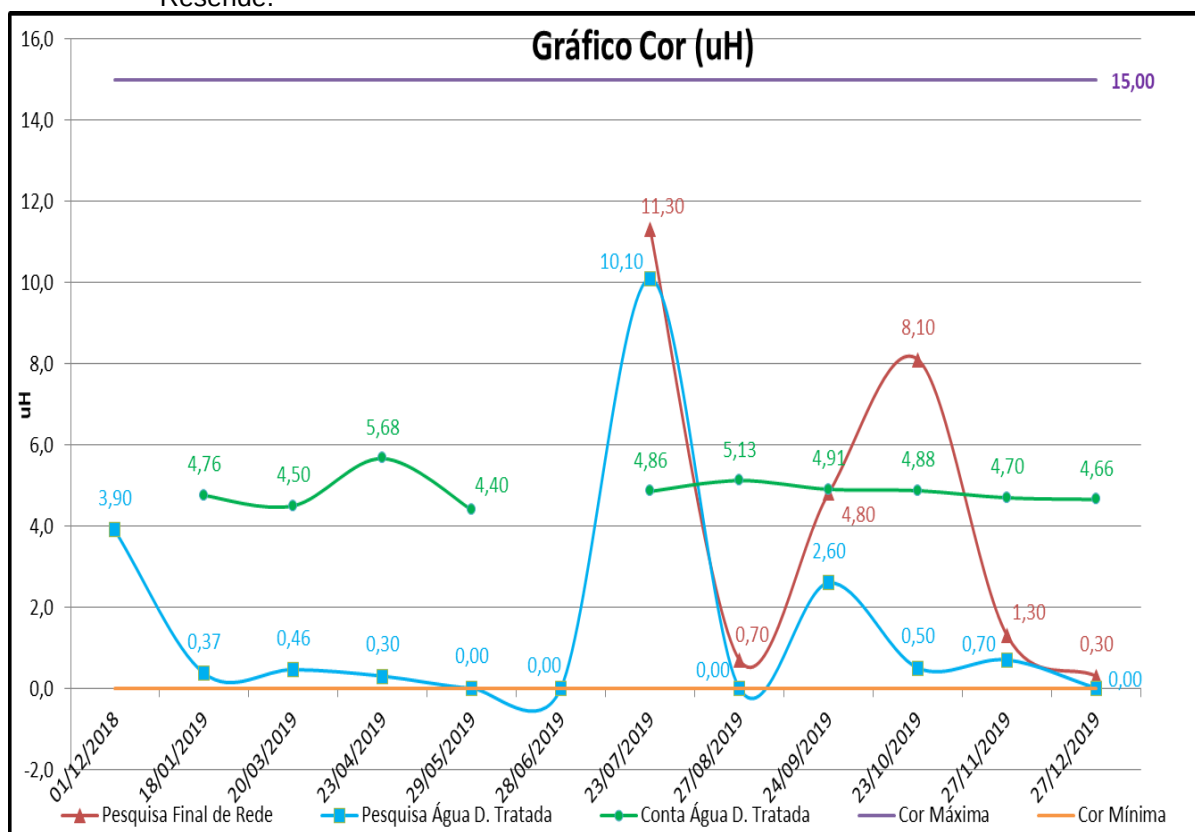


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.4 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cor (uH)

Para este parâmetro (gráfico 4), foi levado em consideração os dados disponíveis neste estudo (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas). As águas tratadas de Resende variaram entre 0,00 e 11,30 uH, dentro dos limites da legislação, o limite mínimo e máximo deste parâmetro é 0,00 e 15,00 uH.

Gráfico 4 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.



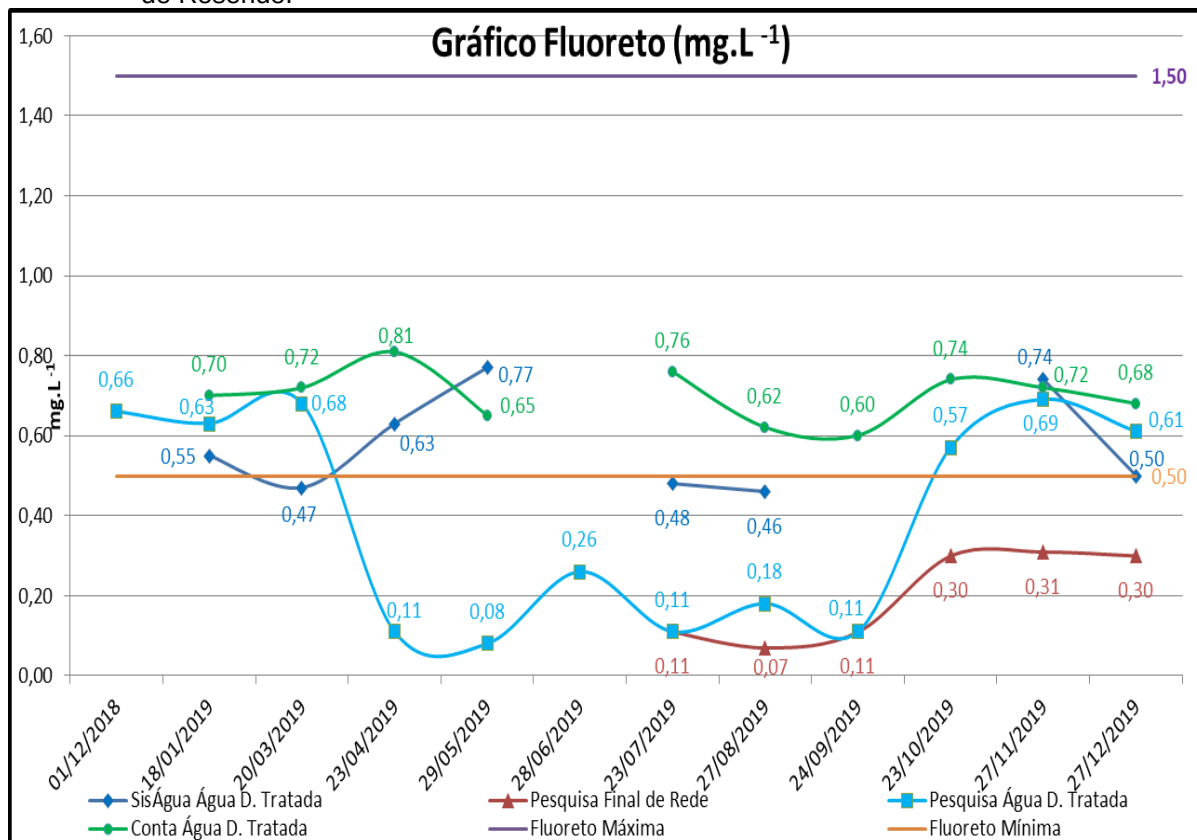
Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.5 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Fluoreto (mg.L^{-1})

As águas tratadas do município de Resende apresentaram 15 anormalidades para este parâmetro, sua mínima e máxima são 0,07 e 0,81 mg.L^{-1} .

Este parâmetro tem como seu limite mínimo de 0,50 e no máximo 1,50 mg.L^{-1} para águas tratadas distribuídas. O gráfico 5 leva em conta os seguintes dados (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede, SISAGUA e valores das Contas).

Gráfico 5 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

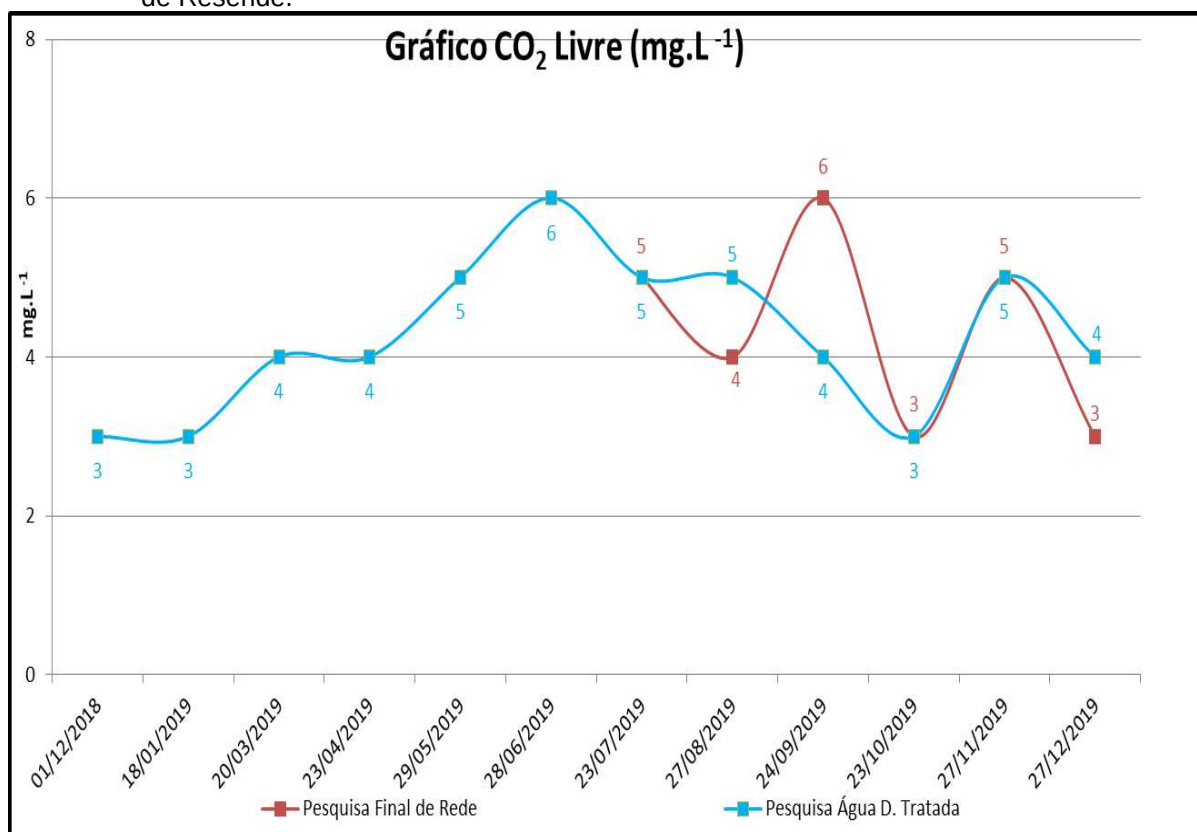


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.6 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

Este parâmetro não tem um valor definido de mínimo e de máximo conforme o padrão de potabilidade, para a criação do gráfico 6, do município de Resende. Está sendo levado em conta os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima ficaram entre 3 e 6 mg L^{-1} .

Gráfico 6 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

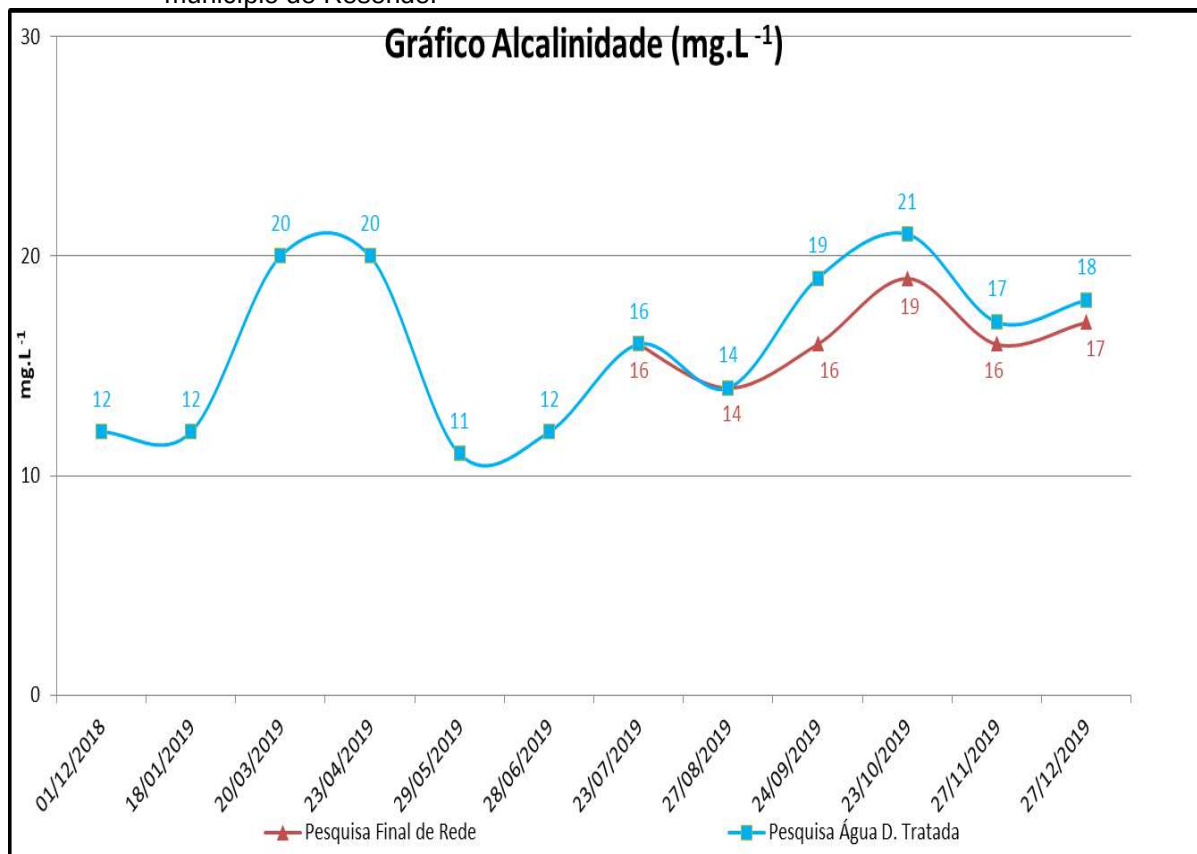


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.7 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

A Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 define este parâmetro sem restrições quanto ao uso, por isso não se tem um valor definido de mínimo e máximo. Para criação do gráfico 7 foi levado em conta apenas os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro o município de Resende teve sua mínima e máxima 11 e 21 mg L⁻¹.

Gráfico 7 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

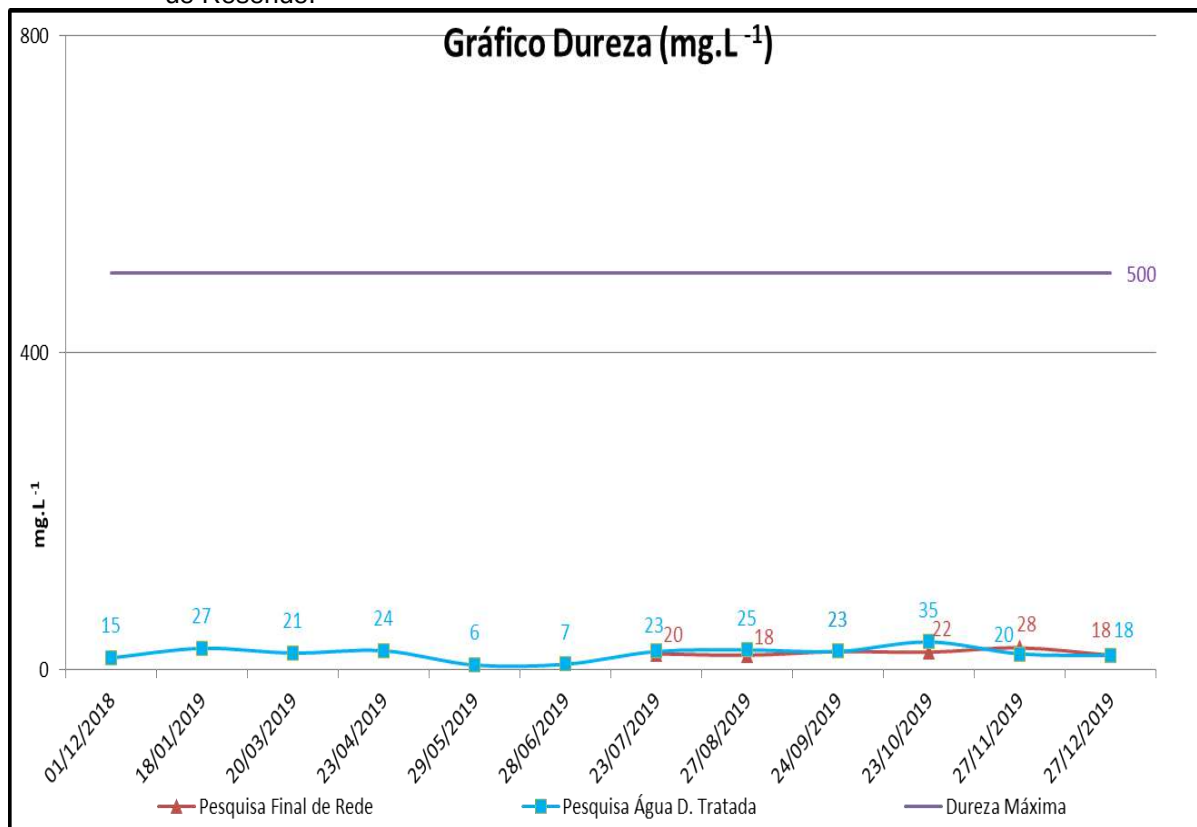


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.8 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cloreto (mg.L^{-1})

Parâmetro definido como no máximo de $250,0 \text{ mg L}^{-1}$. Neste parâmetro sua mínima e máxima são $6,0$ e $10,0 \text{ mg L}^{-1}$, bem abaixo do máximo permitido. O gráfico 8 tem apenas os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede.

Gráfico 9 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.

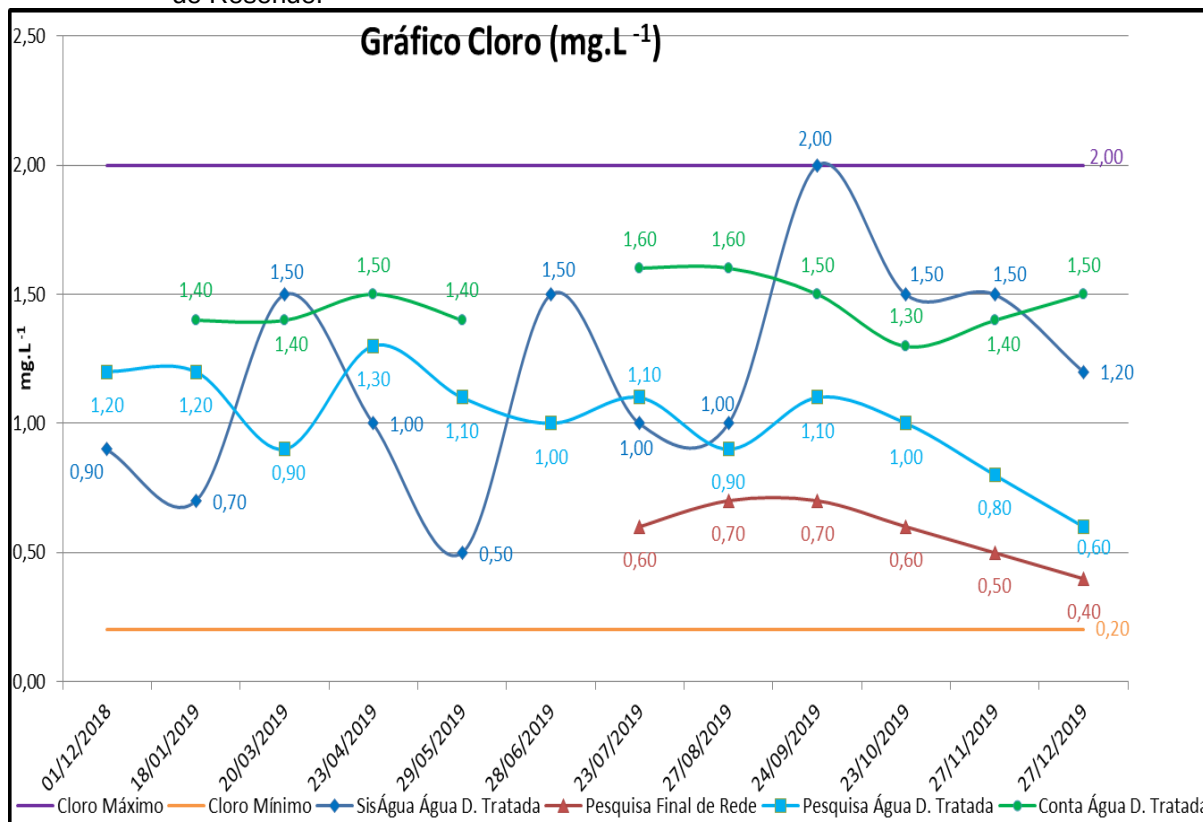


Fonte: O Autor, 2020.

6.1.1.10 Gráfico comparativo da água tratada de Resende – Cloro (mg.L^{-1})

O parâmetro Cloro tem como seu limite mínimo de $0,20 \text{ mg.L}^{-1}$ e no máximo $5,00 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas tratadas distribuídas, entretanto para evitar problemas de saúde relacionados ao cloro presente na água, estabeleceu-se que o máximo seria de $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$. Comparando todas as informações (gráfico 10) para este parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Resende não apresentou anormalidades para este parâmetro sua mínima e máxima ficaram entre $0,40 \text{ mg.L}^{-1}$ e $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 10 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

6.2 Comparação dos resultados – Porto Real

Na foto 3, o mês de referência da conta é o mês 05/2019. Foram comparadas as informações sobre qualidade da água referentes a esta conta, foi usada a amostra coletada do dia 29/05/2019 (tabela 29).

O que pode ser observado é que a água de Porto Real para o mês de referência 05/2019, encontra-se com os parâmetros “Cor e Turbidez” acima do permitido pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017. Já o parâmetro “Fluoreto”, além de não constar em sua demonstração dos parâmetros, conforme Decreto nº 5.440/2005 do Presidente da República (Ministério da Justiça), na conta, sua quantidade encontrada pela pesquisa, está abaixo do permitido por lei.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 29 e 30, estão fora da faixa preconizada pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Foto 3 – Conta de água concessionária – Prefeitura Municipal de Porto Real.



PMPR - PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO REAL
DAE - Departamento de Água e Esgoto
 Rua Hilário Ettore, 442 - Centro - CNPJ: 01.612.355/0001-02
 Telefone Útil: Polícia Militar 3353-4050 / Guarda Municipal 3353-1819
 Defesa Civil 3353-1009, 3353-1245 (24h) e 65*1443

Conta Mensal de Água e Esgoto
1ª via

ROTA: FREITAS SOARES -

Nome do Contribuinte: _____

Endereço de Entrega: **PARQUE FREITAS SOARES**
PORTO REAL/RJ - CEP: 27.570-000

Resumo mensal dos resultados das análises referente aos parâmetros básicos da qualidade da água para consumo humano (Conforme decreto nº 5440/2005) distribuída pela ETA FREITAS SOARES. Mês: MAI/2019

Parâmetros Analisados	Padrão de Potabilidade	Resultado
TURBIDEZ (NTU)	0,00 a 5,00 NTU	0,95
COLOR RESIDUAL LIVRE	0,20 a 2,00 PPM	1,80
COR (UH)	0,00 a 1,50 UH	5,00
PH	6,00 a 9,50	7,00
COLIFORMES TOTAIS	Ausência em 100ml/NMP	0
COLIFORMES FECAIS	Ausência em 100ml/NMP	Ausente

UT - Unidade de Turbidez / UH - Unidade Hazen (mgPt-Co/L) / UFC - Unidade Formadora de Colônia / N.M.P. - Número mais Prováveis

Evitar desperdício e poluição da água é tarefa de todos.

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Real, 2019.

Tabela 29 – Comparação do resultado da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 29/05/2019.

Parâmetros	Resultado (Conta)	Valores encontrados na Pesquisa (29/05/2019)
pH	7,00	6,77
Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	1,80	0,60
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	-	0,02
Cor (uH)	5,00	30,70
Turbidez (mg.L ⁻¹)	0,95	10,60
Coliforme Total (mL)	0,00	Ausente
Coliforme Fecal (mL)	0,00	Ausente

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Porto Real pelo Autor, 2019.

Para a criação da tabela 30 foi levado em conta as tabelas de referências do Apêndice “A” 50, 55, 60, 65.

Tabela 30 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Porto Real. (Continua)

	Parâmetro: Turbidez Valor Máximo: ≤ 5 Unidade: uT				Parâmetro: pH Valor Mínimo e Máximo: 6 a 9,5				Parâmetro: Cor Valor Máximo: ≤ 15 Unidade: uH				Parâmetro: Fluoreto Valor Mínimo e Máximo: $\geq 0,5$ e $\leq 1,5$ Unidade: mg.L ⁻¹			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede
01/12/18	0,95	6,40	-	-	7,00	6,09	6,70	-	5,00	20,20	-	-	-	0,12	-	-
18/01/19	0,95	2,50	-	-	7,00	5,92	6,00	-	5,00	8,20	-	-	-	0,07	-	-
20/03/19	0,95	3,86	-	-	7,00	5,92	6,50	-	5,00	6,40	-	-	-	0,11	-	-
23/04/19	0,95	4,37	-	-	7,00	6,73	6,40	-	5,00	15,50	-	-	-	0,01	-	-
29/05/19	0,95	10,60	-	-	7,00	6,77	6,40	-	5,00	30,70	-	-	-	0,02	-	-
28/06/19	0,95	4,79	-	-	7,00	6,56	7,00	-	5,00	15,40	-	-	-	0,04	-	-
23/07/19	0,95	20,80	-	13,20	7,00	6,64	7,00	6,61	5,00	61,60	-	49,00	-	0,01	-	0,01
27/08/19	0,95	3,94	-	2,73	7,00	6,67	-	6,70	5,00	12,70	-	12,50	-	0,27	-	0,07
24/09/19	0,95	6,88	-	0,98	7,00	6,79	6,80	6,78	5,00	23,80	-	3,90	-	0,01	-	0,01
23/10/19	0,95	26,30	-	0,58	7,00	6,52	-	6,78	5,00	68,20	-	0,60	-	0,70	-	0,25
27/11/19	0,95	6,54	-	1,80	7,00	6,58	7,00	6,39	5,00	18,10	-	15,60	-	0,25	-	0,07
27/12/19	0,95	0,39	-	19,30	7,00	6,40	6,50	6,49	5,00	0,00	-	52,50	-	0,43	-	0,14

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

Tabela 30 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Porto Real. (Conclusão)

	Parâmetro: Cloro Residual Valor Máximo: $\geq 0,2$ e $\leq 2,0$ Unidade: mg.L^{-1}				Parâmetro: Coliforme Total Valor Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL				Parâmetro: Coliforme Fecal Valor Mínimos e Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede
01/12/18	1,80	0,60	0,40	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
18/01/19	1,80	0,50	0,30	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
20/03/19	1,80	0,70	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/04/19	1,80	0,60	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
29/05/19	1,80	0,60	2,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
28/06/19	1,80	0,80	0,40	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/07/19	1,80	0,50	0,50	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
27/08/19	1,80	0,70	-	0,40	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
24/09/19	1,80	0,80	1,50	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/10/19	1,80	0,60	-	0,00	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
27/11/19	1,80	0,00	2,00	0,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/12/19	1,80	0,00	0,50	0,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

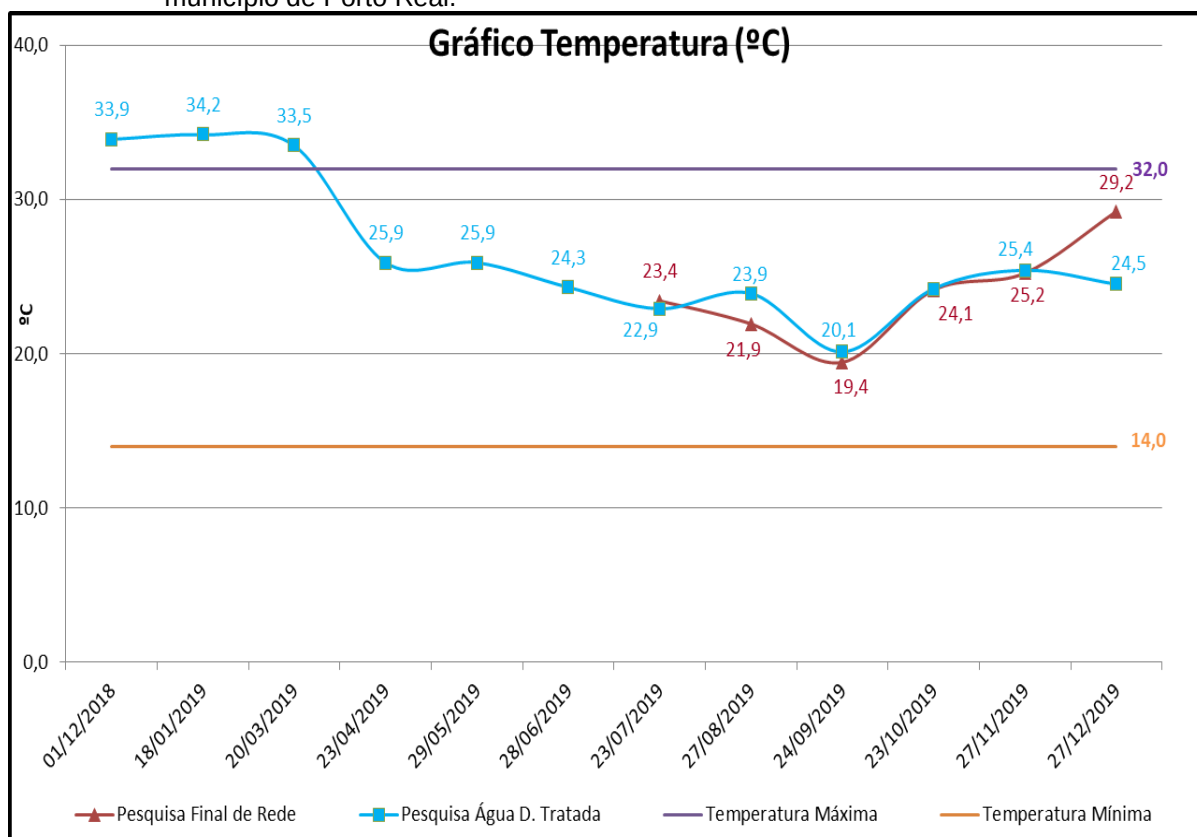
A temperatura média para as águas distribuídas, ficaram em 26,56 °C e para as águas final de rede, 23,87 °C. Os parâmetros monitorados pH, Coliformes (Total e Fecal), estiveram dentro dos limites especificados na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e em todas as fontes de dados, à exceção dos parâmetros Turbidez, Cor, Cloro Residual e Fluoreto. Os valores na conta, de todos os parâmetros, se repetem em todos os meses durante o período estudado e, no SISAGUA, ausência dos valores dos parâmetros (Turbidez, Cor e Fluoreto). Na conta, faltam os valores de Fluoreto. De acordo com as análises realizadas, foram encontradas 42 amostras fora dos limites estabelecidos pela legislação Os parâmetros que apresentaram valores fora do padrão foram:

- a) Turbidez – 6 amostras nas águas distribuídas e 2 amostras nas águas final de rede;
- b) Cor – 8 amostras nas águas distribuídas e 3 amostras nas águas final de rede;
- c) Cloro – 2 amostras nas águas distribuídas e 4 amostras nas águas final de rede;
- d) Fluoreto – 11 amostras nas águas distribuídas e 6 amostras nas águas final de rede.

6.2.1 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Temperatura (°C)

Este parâmetro possui limite mínimo de 14,0 °C e no máximo 32,0 °C para o município de Porto Real (p. 70). Para criação do gráfico foi levado em conta os valores da Pesquisa e Pesquisa Final de Rede (gráfico 11). Os valores de sua mínima e máxima de acordo com o estudo são, respectivamente, 18,7 °C e 34,3 °C. Por 3 (três) vezes a máxima estabelecida para o município foi superada.

Gráfico 11 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

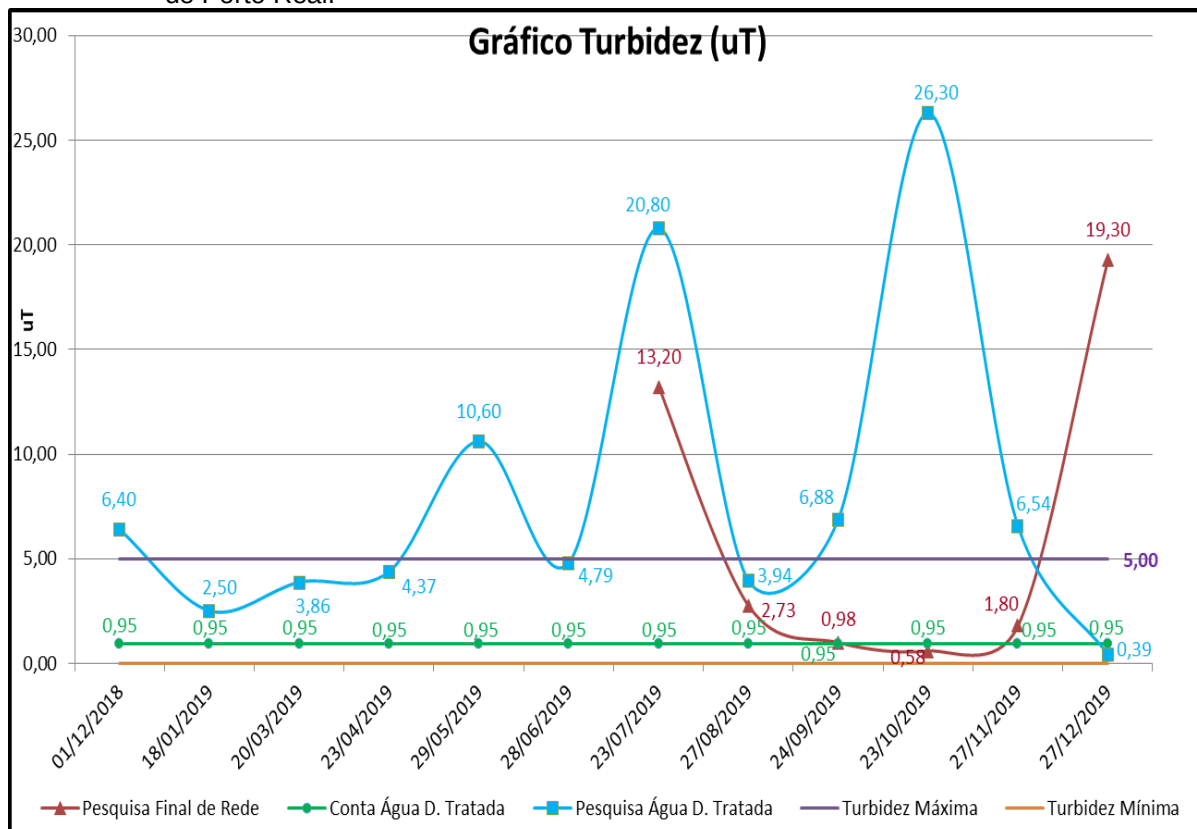


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.2 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Turbidez (Ut)

Segundo a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, o parâmetro Turbidez possui valores de limites mínimo e no máximo de 0,00 e 5,00 uT. Após comparação das informações para este parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Porto Real apresentou 8 anormalidades (gráfico 12), os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 0,39 e 26,30 uT. Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor 0,95 uT.

Gráfico 12 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

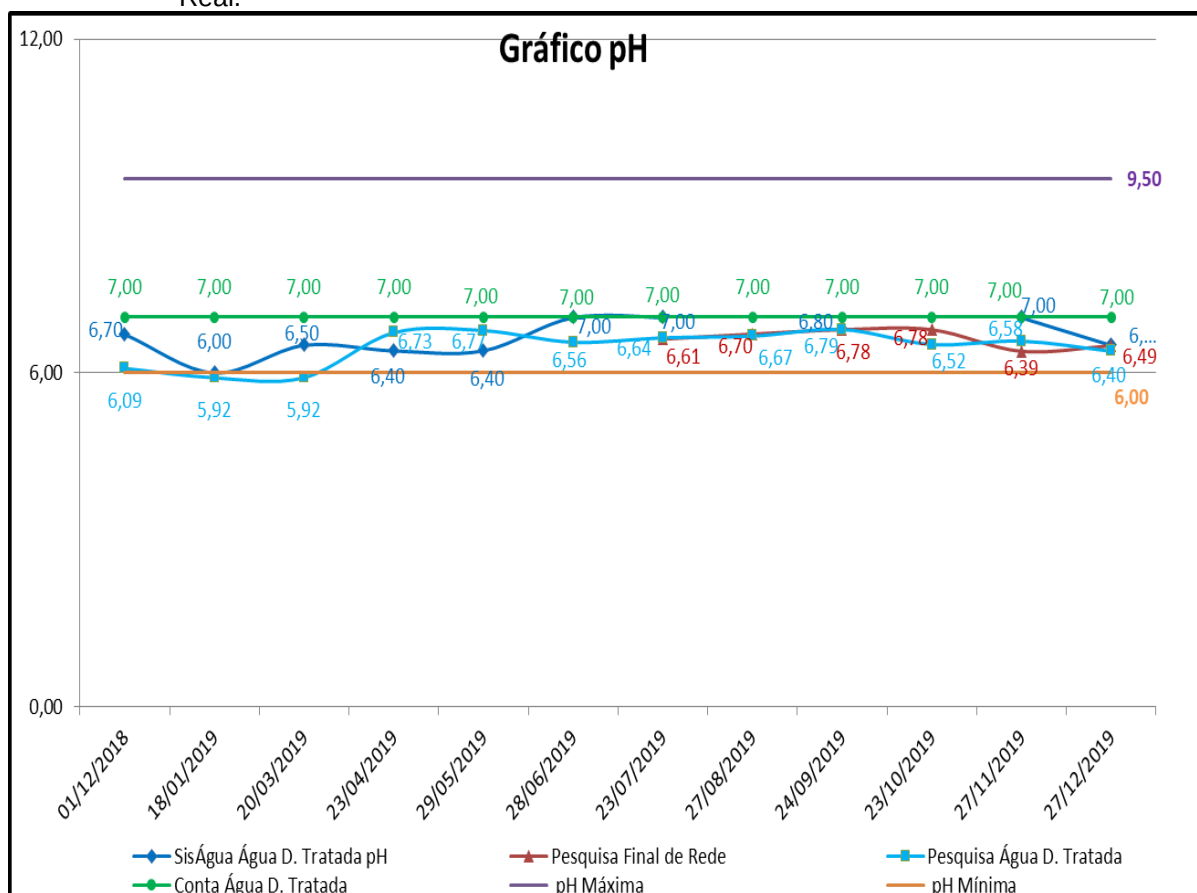


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.3 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – pH

Para as águas tratadas distribuídas, o parâmetro pH tem como seu limite mínimo de 6,00 e no máximo 9,50. Para a criação do gráfico foi levado em consideração as seguintes informações: SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas. Porto Real não apresentou anormalidades (gráfico 13), os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 6,00 e 7,00. Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor 7,00.

Gráfico 13 – Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

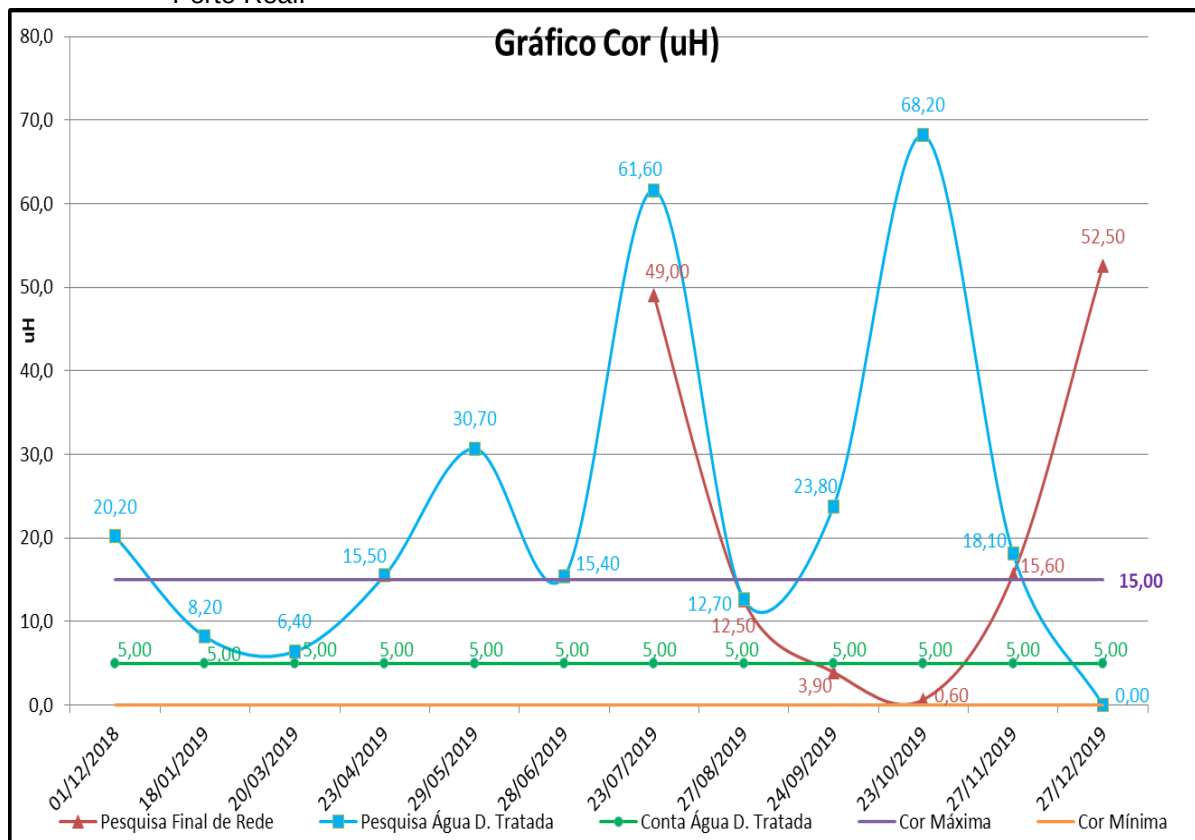


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.4 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cor (uH)

Este parâmetro possui limites mínimo de 0,00 e no máximo 15,00 uH. As informações usadas neste parâmetro foram Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas. Porto Real apresentou 10 anormalidades (gráfico 14), sua mínima e máxima são 0,00 e 68,20 uH. Vale lembrar que nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor 5,00 uH apresentado e no instrumento SISAGUA este valor encontra-se zerado.

Gráfico 14 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

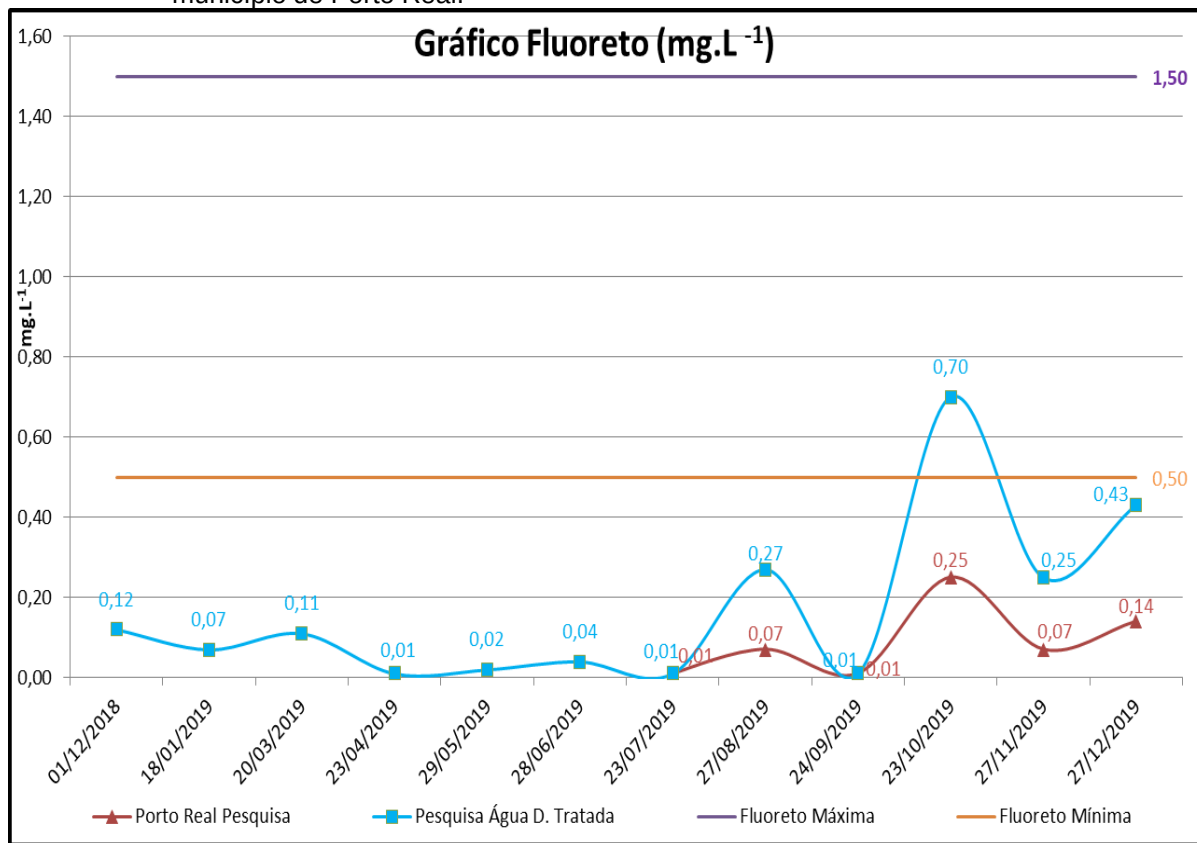


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.5 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Fluoreto (mg.L^{-1})

Para a criação deste gráfico foi levado em conta as informações Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas. Este parâmetro tem como limites mínimos de 0,50 e no máximo 1,50 mg.L^{-1} . Porto Real apresentou 17 anormalidades (gráfico 15) para este parâmetro sua mínima é de 0,01 mg.L^{-1} e sua máxima 0,70 mg.L^{-1} .

Gráfico 15 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

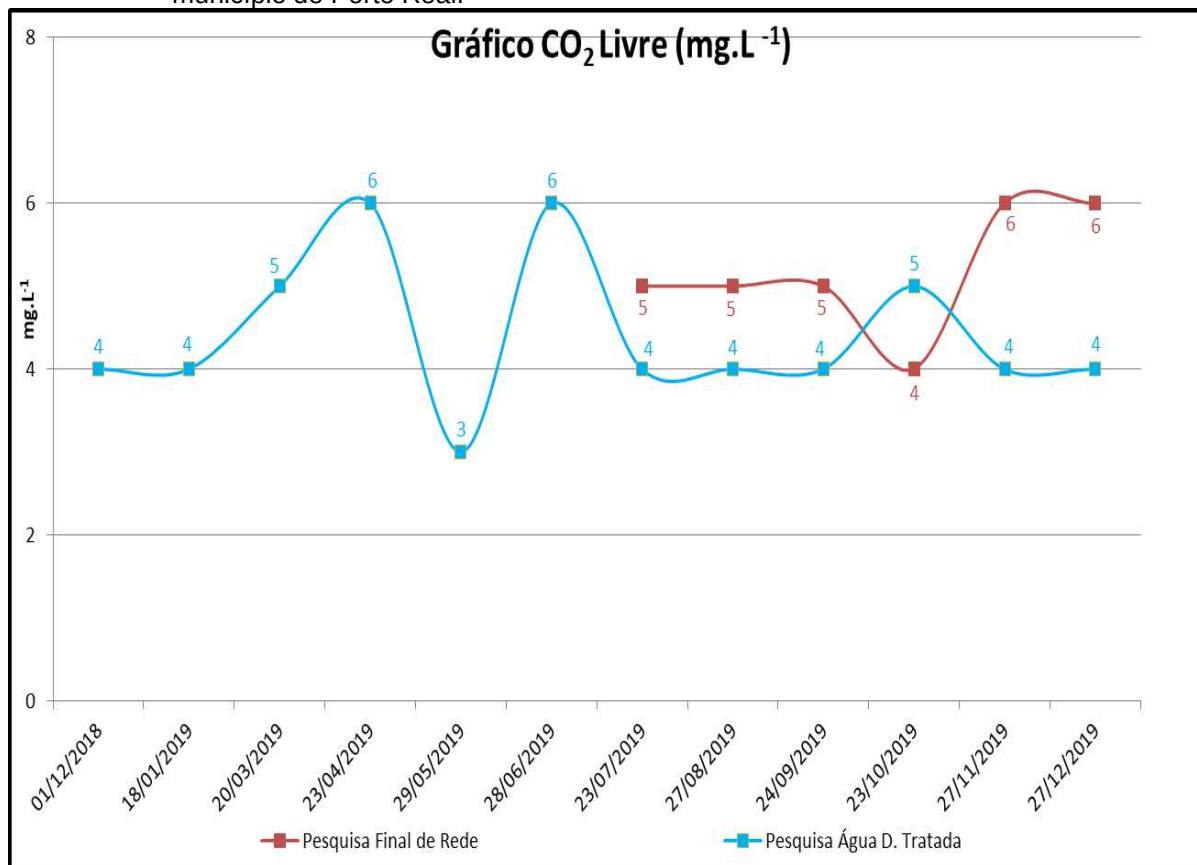


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.6 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

Segundo a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, este parâmetro não possui faixa de valores definidos. Para a criação do gráfico 16 está sendo apenas levado em conta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Sua mínima e máxima são 3 e 6 mg.L^{-1} .

Gráfico 16 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

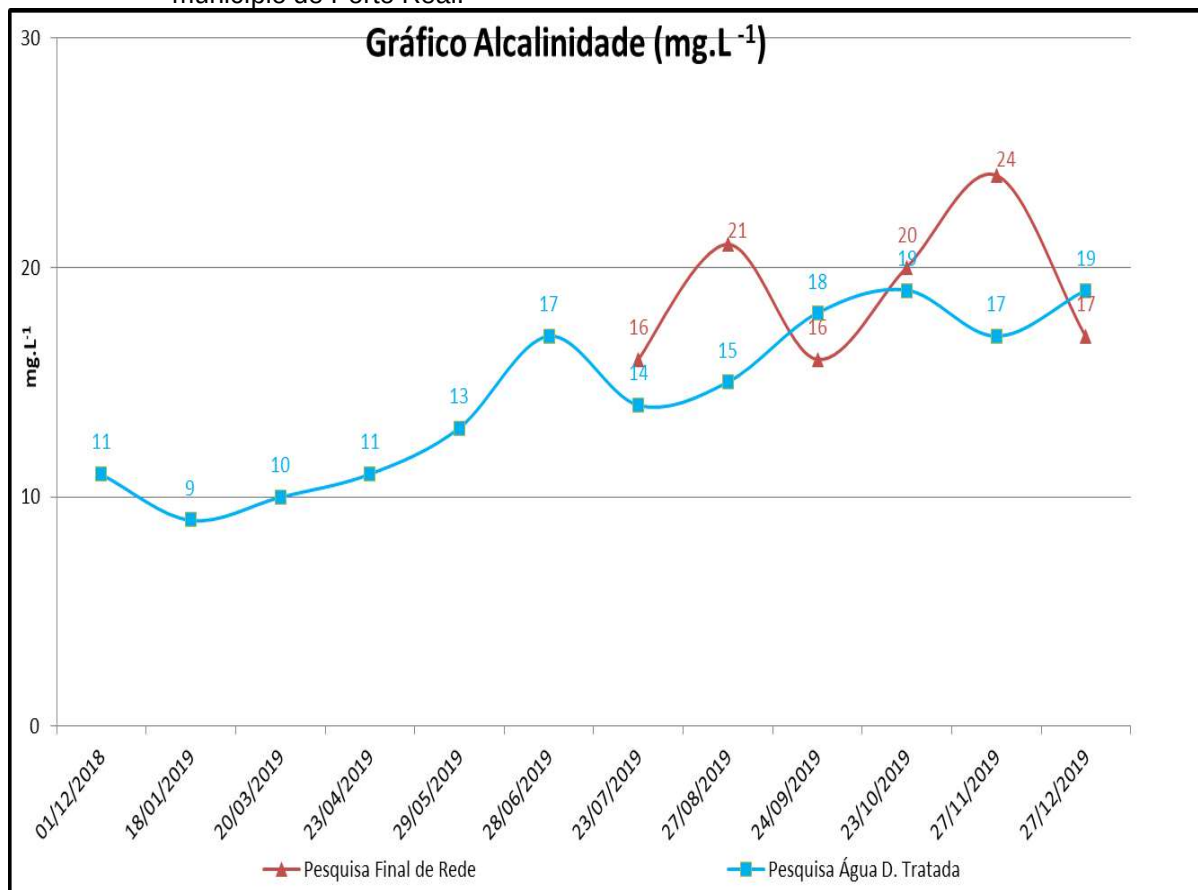


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.7 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

O padrão de potabilidade não estabelece faixa de valores para máximo e mínimo para este parâmetro. Neste parâmetro sua mínima é 9 mg.L⁻¹ e sua máxima é 24 mg.L⁻¹. Para compor o gráfico 17 foram usados apenas os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede.

Gráfico 17 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

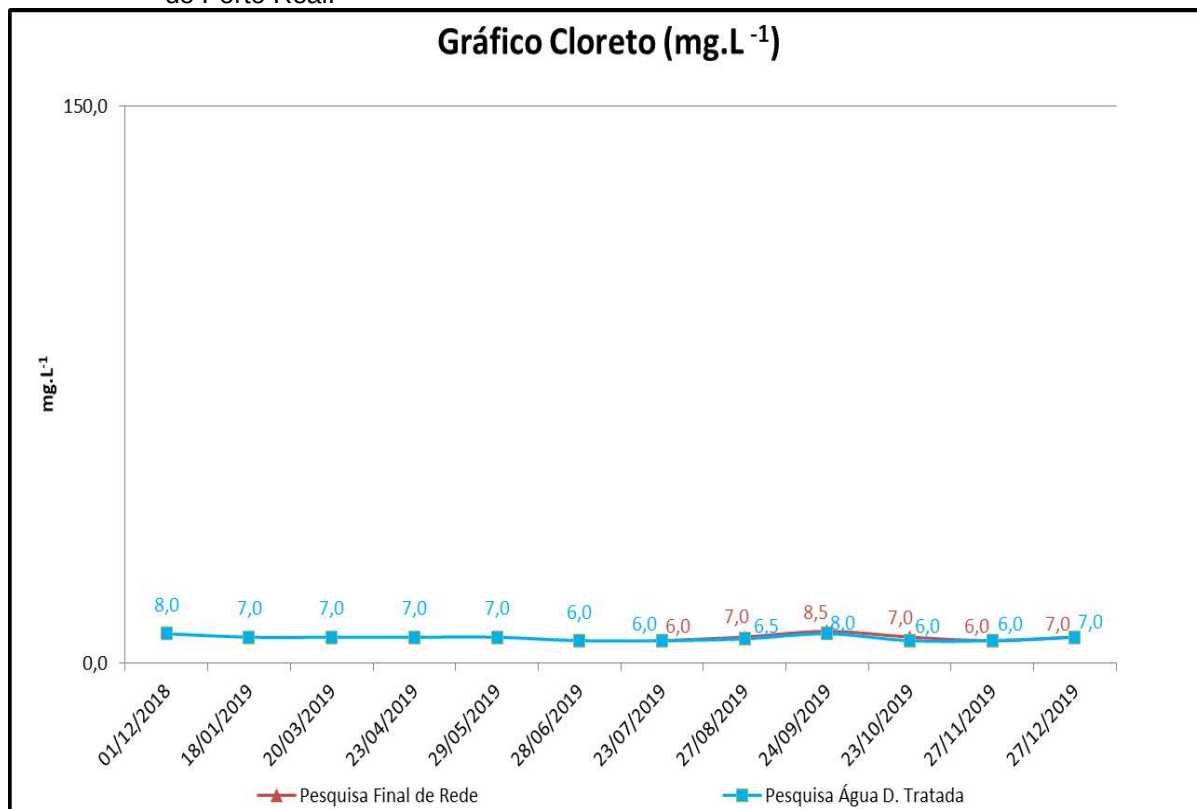


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.8 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cloreto (mg.L^{-1})

Parâmetro definido com o valor máximo que é de $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico 18 foi criado em função dos valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede, não constam valores do SISAGUA e Conta em suas respectivas tabelas. Neste parâmetro sua mínima e máxima são respectivamente $6,0$ e $8,5 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 18 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

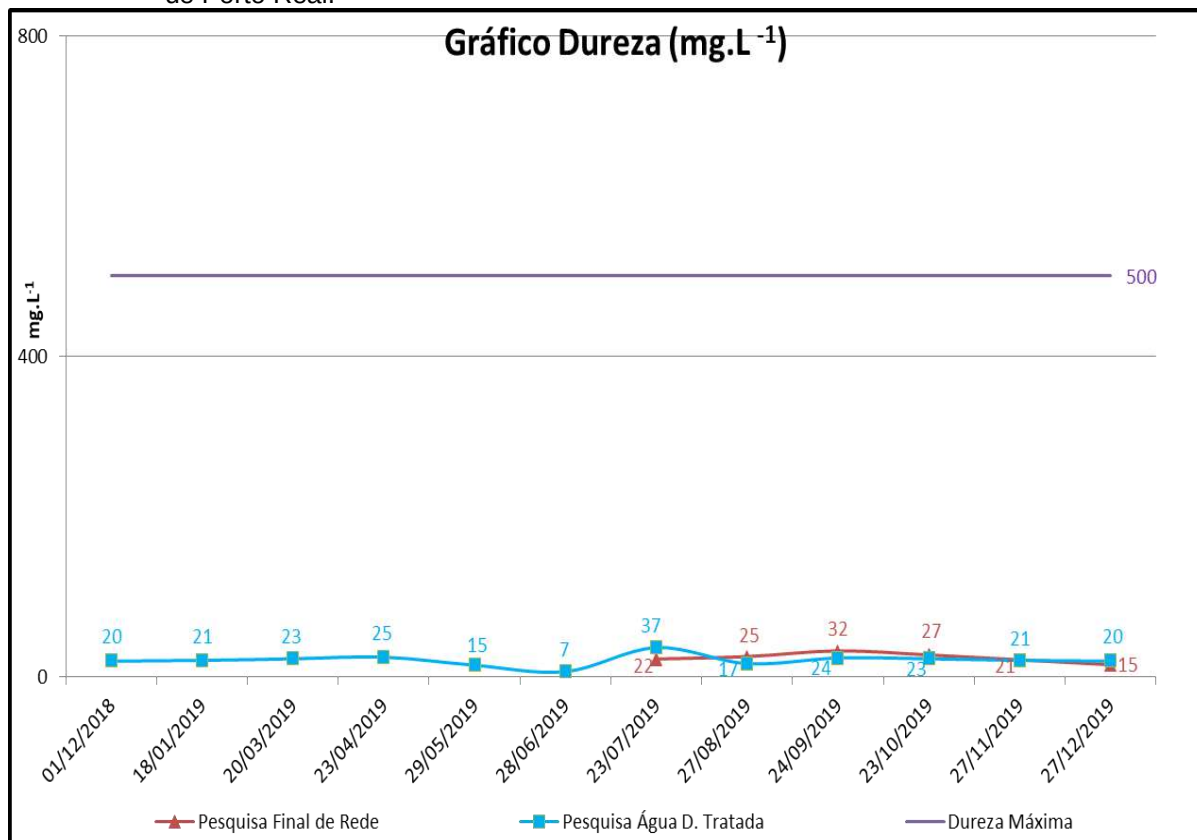


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.9 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Dureza (mg.L^{-1})

O padrão de potabilidade considera apenas o valor máximo definido de 500 mg.L^{-1} . Para o município de Porto Real está sendo apenas levado em conta os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede (gráfico 19). Sua mínima e máxima são 7 e 37 mg.L^{-1} .

Gráfico 19 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.

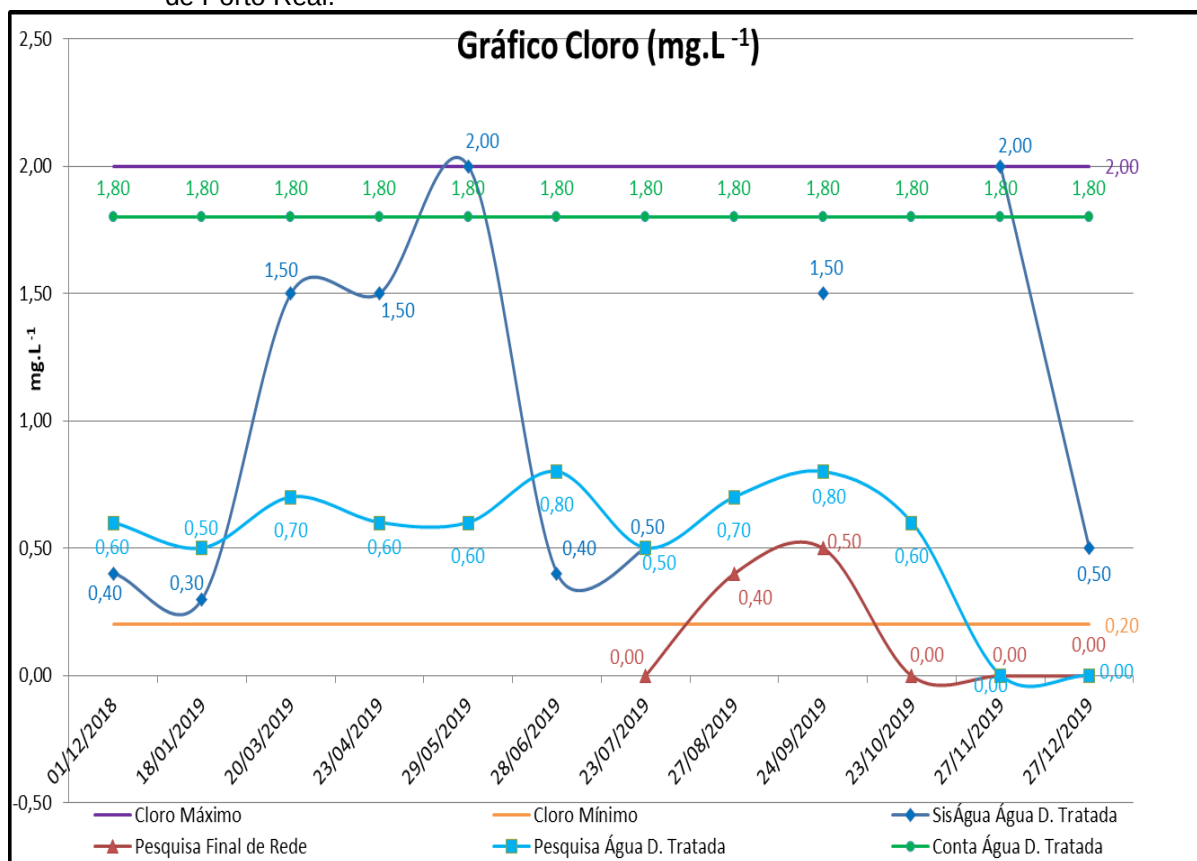


Fonte: O Autor, 2020.

6.2.10 Gráfico comparativo da água tratada de Porto Real – Cloro (mg.L^{-1})

Este parâmetro tem limites mínimos de 0,20 e máximo 5,00 mg.L^{-1} , mas, o padrão de potabilidade estabeleceu que o máximo do Cloro presente na água seria 2,00 mg.L^{-1} . Comparando todas as informações para este parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), o município de Porto Real apresentou 5 anormalidades (gráfico 20), sua mínima e máxima ficaram entre 0,00 e 2,00 mg.L^{-1} . Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor (1,80 mg.L^{-1}). Faltam dados para este parâmetro no instrumento SISAGUA.

Gráfico 20 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Porto Real.



Fonte: O Autor, 2020.

6.3 Comparação dos resultados – Barra Mansa

A conta apresentada de Barra Mansa foto 4, o mês de referência é 05/2019, para efeito de comparação, foram usados os valores médios apresentados na conta com os resultados obtidos pelo presente estudo na amostra coletada dia 29/05/2019 (tabela 31).

A água de Barra Mansa para o mês de referência 05/2019, encontra-se dentro dos padrões permitidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Os resultados que estão grafados em *negrito* na tabela 32 estão fora da faixa preconizada pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Foto 4 – Conta de água concessionária – SAAE–BM.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa

CNPJ: 29.053.402/0001-36

AVENIDA: HOMERO LEITE, 572 BAIRRO: SAUDADE

CEP: 27313190 - BARRA MANSA - RJ

Segunda via da conta

Referência

05/2019

Arrecadação

11240881

Vencimento

Valor

Parâmetro

Unidade

VMP

Total Análises

Valor Médio

PH

Un pH

6.00 - 9.50

1

6,99

COLORO

mg/L Cl

0.00 - 5.00

1

2,10

FLUOR

mg/L F

0.00 - 1.50

1

0,82

COR

Un Cor

0.00 - 15.00

1

3,19

TURBIDEZ

NTU

0.00 - 5.00

1

0,75

COLIF TOTAIS

0.00 - 0.00

1

0,00

COLIF TERMOT

0.00 - 0.00

1

0,00

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa, 2019.

Tabela 31 – Comparação do valor médio da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 29/05/2019.

Parâmetros	Valor Médio (Conta)	Valores encontrados na Pesquisa (29/05/2019)
pH	6,99	7,24
Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	2,10	0,90
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	0,82	0,56
Cor (uH)	3,19	10,10
Turbidez (mg.L ⁻¹)	0,75	3,23
Coliforme Total (mL)	0,00	Ausente
Coliforme Fecal (mL)	0,00	Ausente

Fonte: Adaptado de Serviço Autônomo de Água e Esgoto pelo Autor, 2019.

Para a criação da tabela 32 foi levado em conta as tabelas de referências do Apêndice “A” 51,56,61,66.

Tabela 32 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Barra Mansa.
(Continua)

	Parâmetro: Turbidez Valor Máximo: ≤ 5 Unidade: uT				Parâmetro: pH Valor Mínimo e Máximo: 6 a 9,5				Parâmetro: Cor Valor Máximo: ≤15 Unidade: uH				Parâmetro: Fluoreto Valor Mínimo e Máximo: ≥0,5 e ≤1,5 Unidade: mg.L ⁻¹			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede
01/12/18	0,30	0,70	0,80	-	6,98	6,20	7,01	-	2,80	3,90	5,10	-	0,63	0,32	-	-
18/01/19	0,65	1,63	4,00	-	7,10	7,10	6,47	-	2,56	0,00	7,90	-	0,74	1,22	-	-
20/03/19	0,78	0,92	2,10	-	7,20	7,10	6,42	-	2,20	0,00	4,00	-	0,80	0,36	-	-
23/04/19	0,56	0,82	0,40	-	6,95	6,93	6,78	-	2,85	0,00	1,90	-	0,69	0,69	-	-
29/05/19	0,75	3,23	1,10	-	6,99	7,24	7,49	-	3,19	10,10	2,30	-	0,82	0,56	-	-
28/06/19	0,29	0,70	0,70	-	7,25	6,97	7,36	-	2,92	3,70	3,90	-	0,78	1,11	-	-
23/07/19	0,35	0,81	0,50	0,85	7,15	9,65	7,09	7,38	2,65	9,30	8,00	17,30	0,75	0,78	-	0,47
27/08/19	0,49	1,46	0,60	1,70	7,66	7,34	6,63	7,18	2,43	5,20	8,80	7,60	0,77	0,80	0,98	0,68
24/09/19	0,45	0,35	0,11	1,16	7,35	7,11	6,99	7,25	2,70	2,00	2,70	10,40	0,74	0,55	-	0,31
23/10/19	0,60	0,41	0,49	0,49	6,94	6,86	7,50	6,90	2,40	0,00	0,00	0,00	0,69	1,32	0,48	0,92
27/11/19	0,75	0,38	0,48	0,98	6,99	7,12	6,90	7,09	2,30	0,00	8,30	0,00	0,65	0,84	-	0,54
27/12/19	0,52	1,79	4,08	1,10	7,20	7,12	7,72	6,94	2,81	4,60	13,70	1,70	0,73	0,94	-	0,61

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

Tabela 32 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Barra Mansa. (Conclusão).

	Parâmetro: Cloro Residual Valor Máximo: $\geq 0,2$ e $\leq 2,0$ Unidade: mg.L^{-1}				Parâmetro: Coliforme Total Valor Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL				Parâmetro: Coliforme Fecal Valor Mínimos e Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede
01/12/18	1,80	1,50	0,70	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
18/01/19	1,95	1,40	1,30	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
20/03/19	2,05	1,30	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/04/19	2,00	0,90	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
29/05/19	2,10	0,90	0,80	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
28/06/19	2,17	0,90	0,80	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/07/19	2,13	1,50	2,50	0,90	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
27/08/19	2,59	1,20	1,40	0,80	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
24/09/19	1,99	0,90	0,90	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/10/19	2,03	1,30	2,20	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/11/19	2,08	1,70	0,50	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/12/19	2,49	1,50	1,10	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

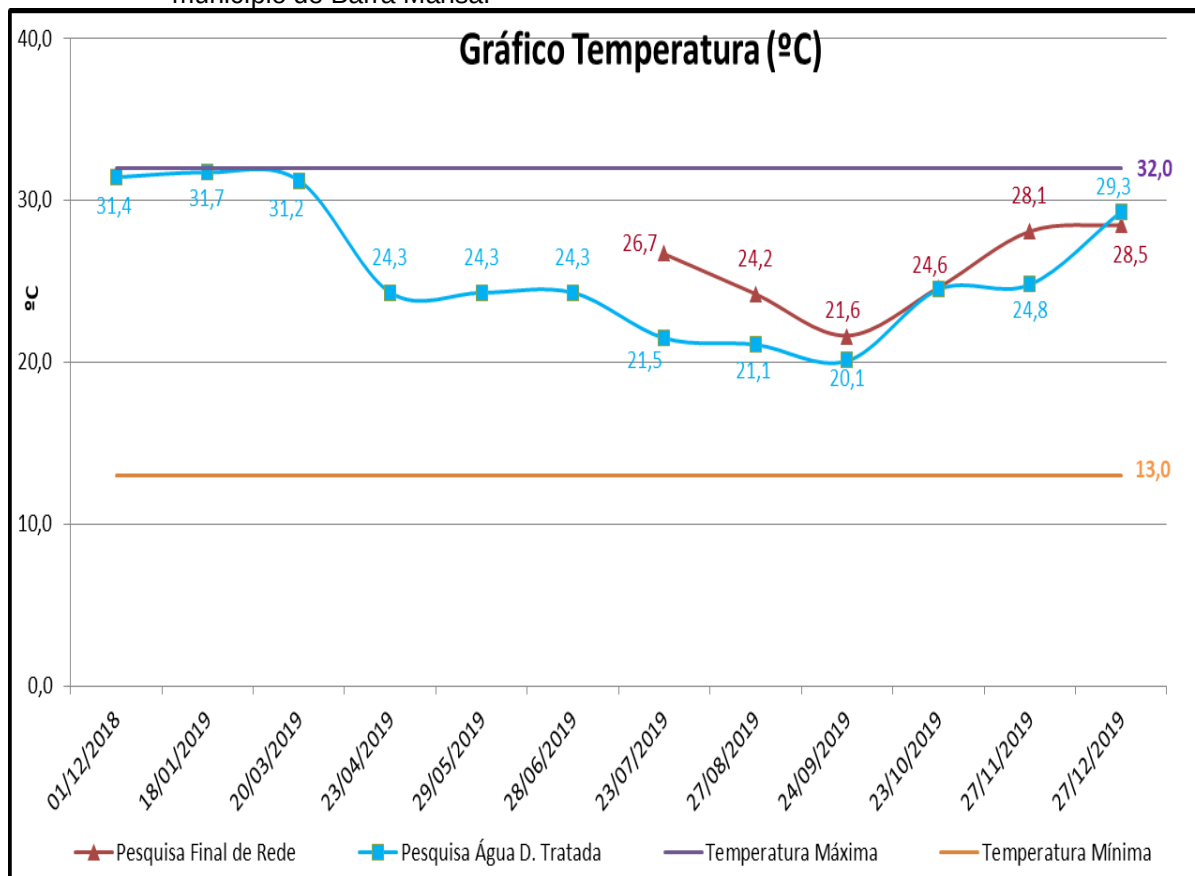
A temperatura média para as águas distribuídas foi de 25,70 °C e para as águas final de rede 25,61 °C. Barra Mansa apresentou problemas nos parâmetros pH, Cor, Fluoreto e Cloro Residual. De acordo com as análises realizadas foram encontrados 17 valores fora dos limites especificados na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017. Os parâmetros Turbidez, Coliformes (Total e Fecal) estiveram dentro em todas as fontes de dados. É o único município que tem o parâmetro Cor informado no SISAGUA. Os parâmetros que apresentaram valores fora dos padrões foram os seguintes:

- a) pH – 1 amostras nas águas distribuídas;
- b) Cor – 1 amostras nas águas final de rede;
- c) Fluoreto – 2 amostras nas águas distribuídas, 2 amostras nas águas final de rede. No SISAGUA foi encontrado 1 lançamento do Fluoreto abaixo do padrão.
- d) Cloro Residual – 2 lançamentos no SISAGUA. Nas contas emitidas pela concessionária por 8 vezes esse parâmetro esteve superior a 2,00 mg.L⁻¹ valor limite preconizado pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 artigo 39 § 2.

6.3.1 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Temperatura (°C)

Barra Mansa possui como referencial (Weather Spark) a temperatura de 13,0°C de mínima e de máxima 32,0°C (p. 74). O gráfico 21 foi criado apenas com os valores da Pesquisa, Pesquisa Final de Rede. De acordo com os valores encontrados nas análises, sua mínima é 20,1 °C e 31,7 °C de máxima. O valor máximo estabelecido para o município não foi superado e sua temperatura mínima não foi atingida.

Gráfico 21 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

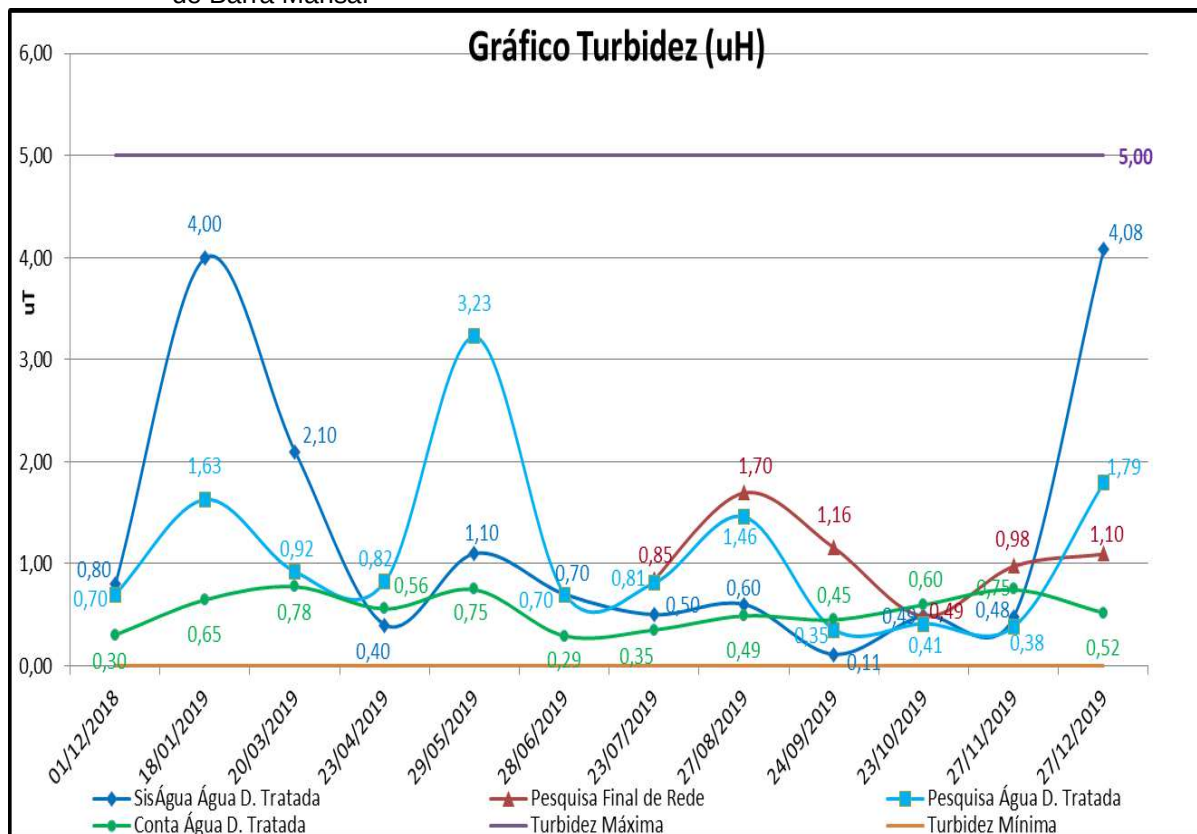


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.2 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Turbidez (uT)

A faixa de valores para o parâmetro turbidez é 0,00 e no máximo 5,00 uT para águas tratadas distribuídas. Confrontando os valores (gráfico 22) deste parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Barra Mansa não apresentou anormalidades, os valores de sua mínima e máxima são respectivamente 0,11 e 4,08 uT.

Gráfico 22 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

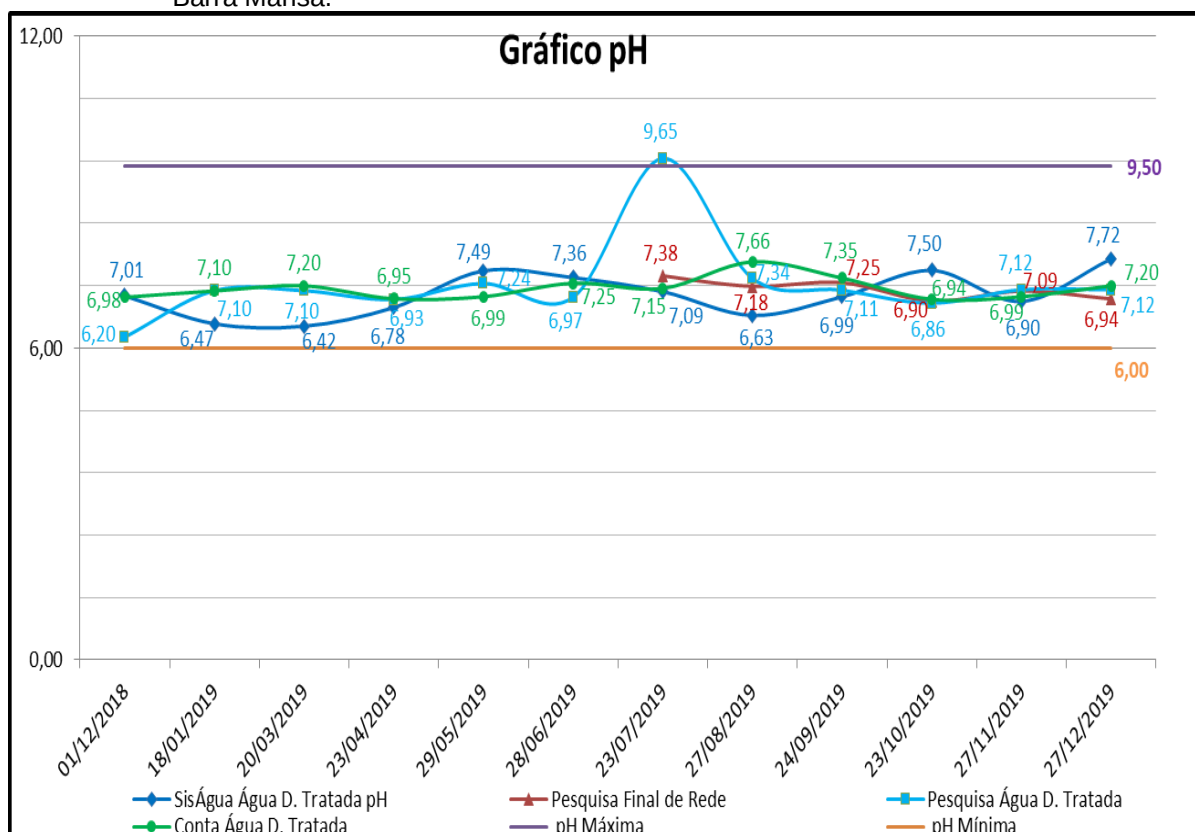


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.3 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – pH

A Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 define que o pH tem seus limites máximos e mínimos de 6,00 e 9,50. Defrontando todas as informações deste parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Barra Mansa apresentou 1 anormalidade (gráfico 23) com o valor superior ao permitido (9,65), os valores de sua mínima é 6,20 e sua máxima é 9,65.

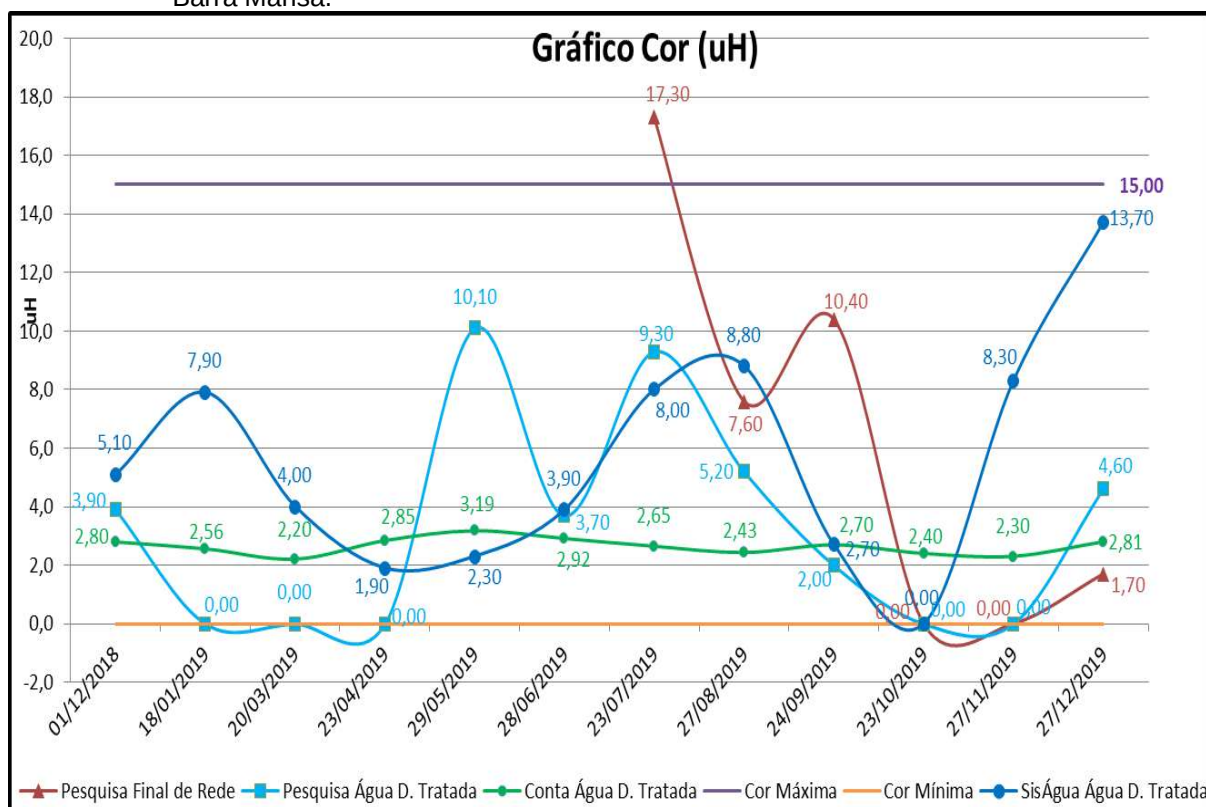
Gráfico 23 – Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.



6.3.4 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cor (uH)

O padrão de potabilidade permite que este parâmetro esteja entre seu valor limite de no mínimo de 0,00 e máximo 15,00 uH. Equiparando os valores deste parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), Barra Mansa apresentou 1 (uma) anormalidade (17,30 uH), sua mínima e máxima podem ser observadas no gráfico 24, elas são respectivamente 0,00 e 17,30 uH.

Gráfico 24 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

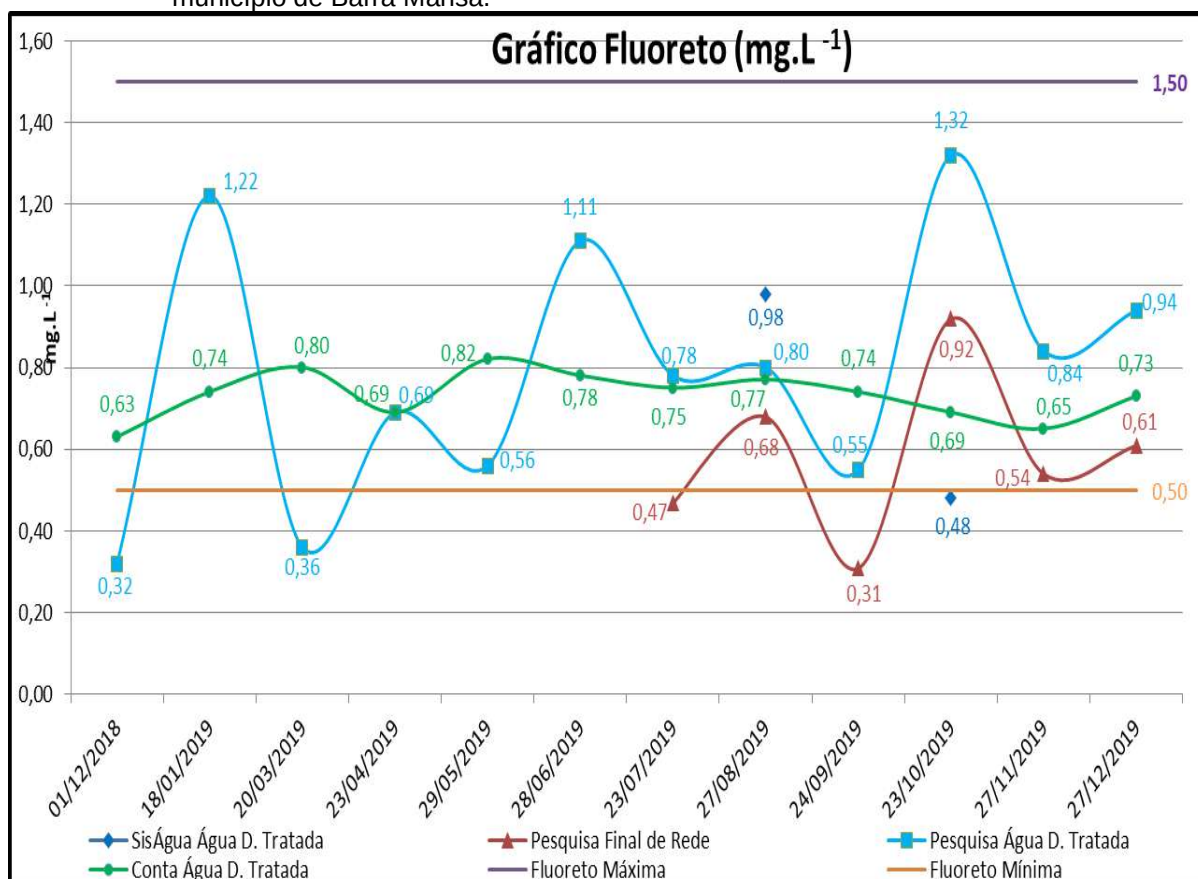


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.5 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Fluoreto (mg.L^{-1})

Barra Mansa apresentou 5 anormalidades para este parâmetro, sua mínima é $0,31 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $1,32 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que o permitido pela legislação em vigor é no mínimo de $0,50 \text{ mg.L}^{-1}$ e no máximo $1,50 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas tratadas distribuídas. No gráfico 25, são relacionadas as informações para este parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas).

Gráfico 25 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

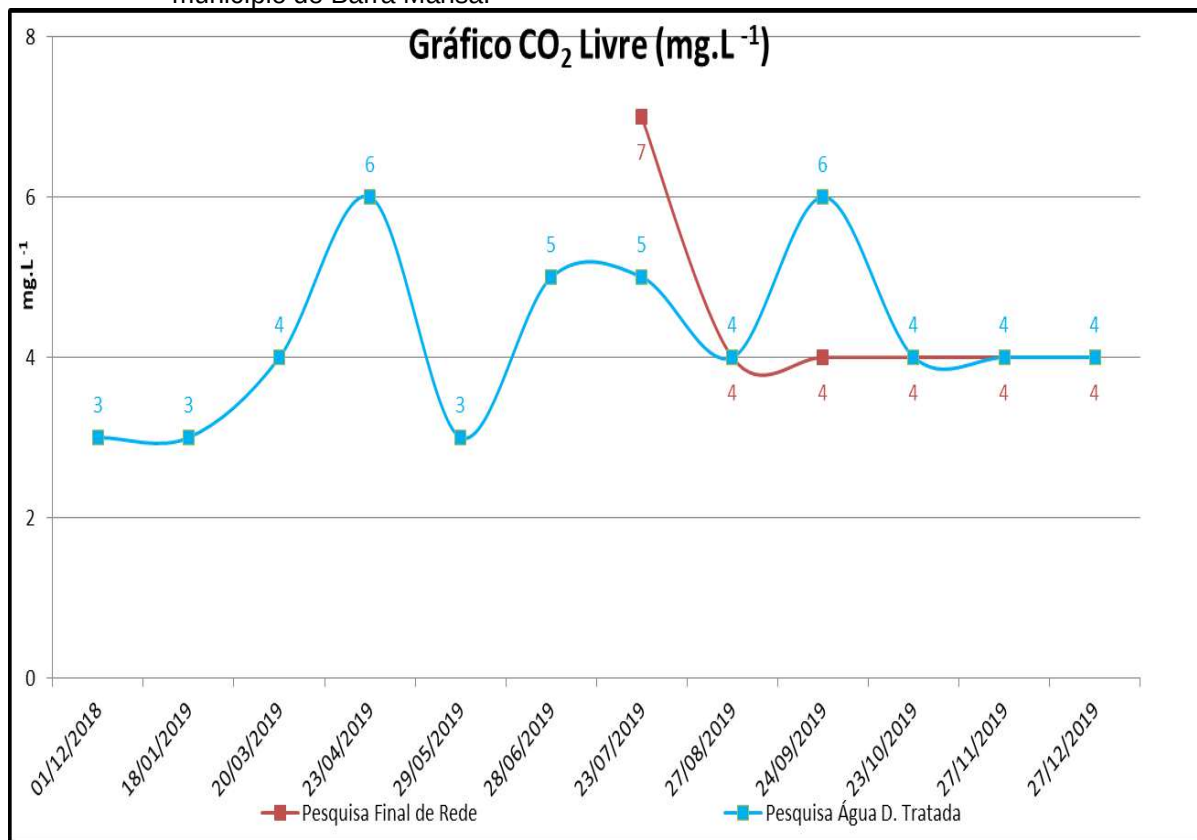


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.6 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

De acordo com a legislação em vigor, este parâmetro não possui valores definidos (mínimo e máximo). O gráfico 26 relaciona os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima é 3 e 7 mg.L^{-1} .

Gráfico 26– Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

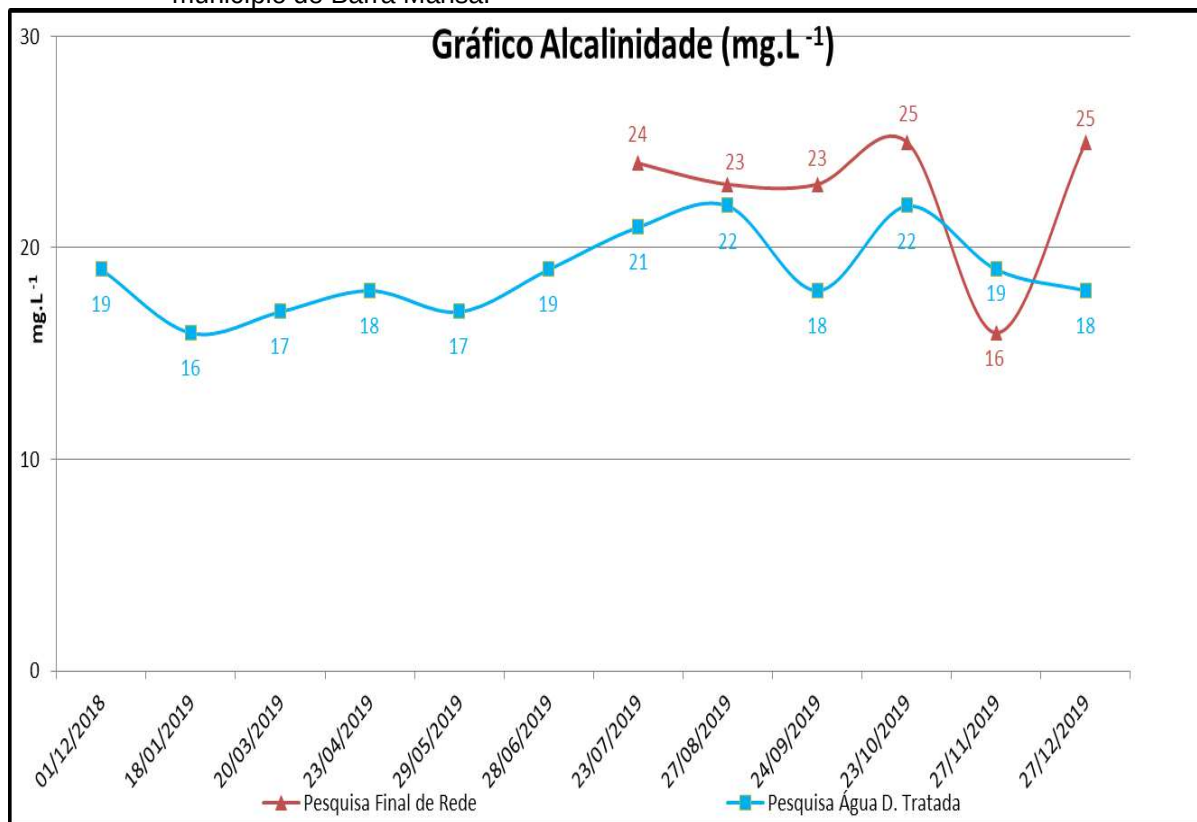


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.7 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

O gráfico 27 está relacionando apenas os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Apesar deste parâmetro não ter um valor definido de mínima e máxima, Barra Mansa apresentou os valores de mínima 16 mg.L⁻¹ e máxima 25 mg.L⁻¹.

Gráfico 27 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

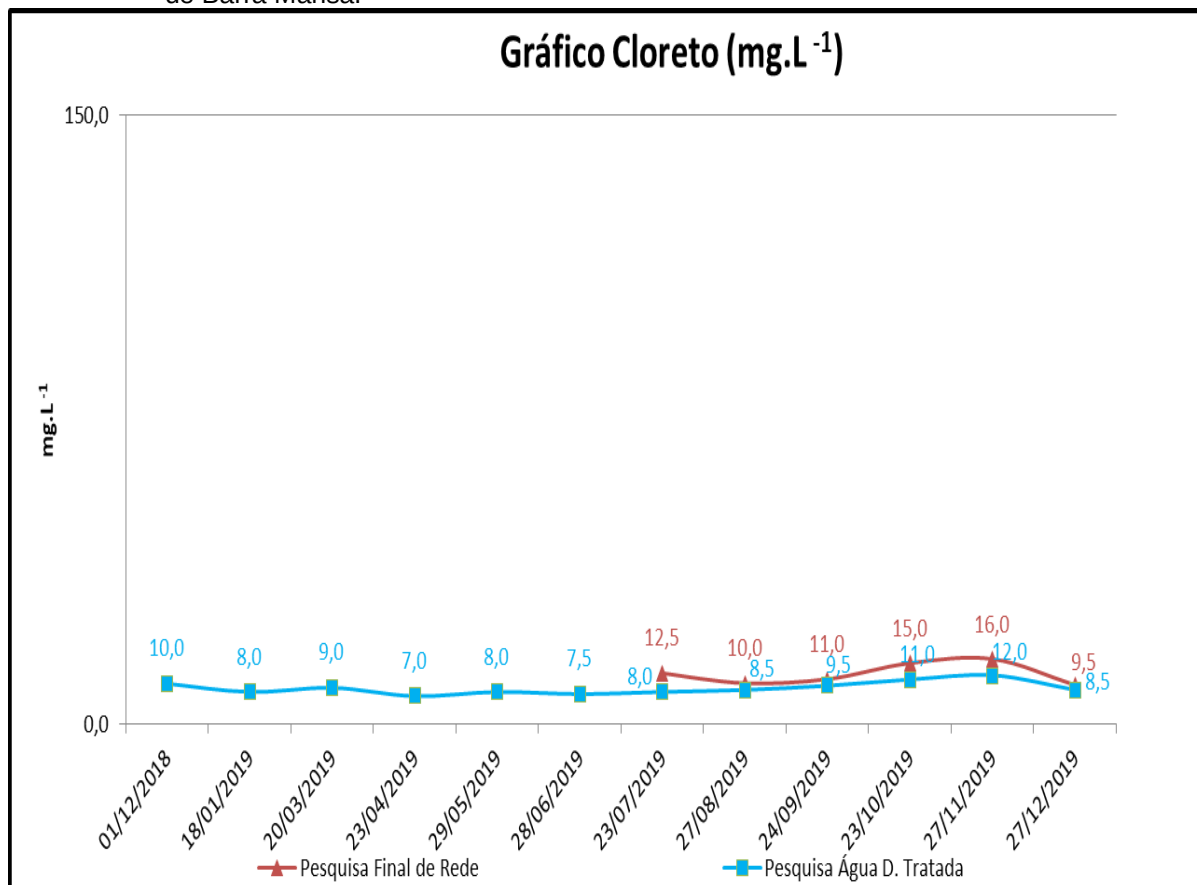


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.8 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cloreto (mg.L^{-1})

De acordo com o padrão de potabilidade, este parâmetro tem como valor máximo permitido de $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Para montagem do gráfico 28 será usado os dados da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Barra Mansa teve sua mínima de $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $16,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 28 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

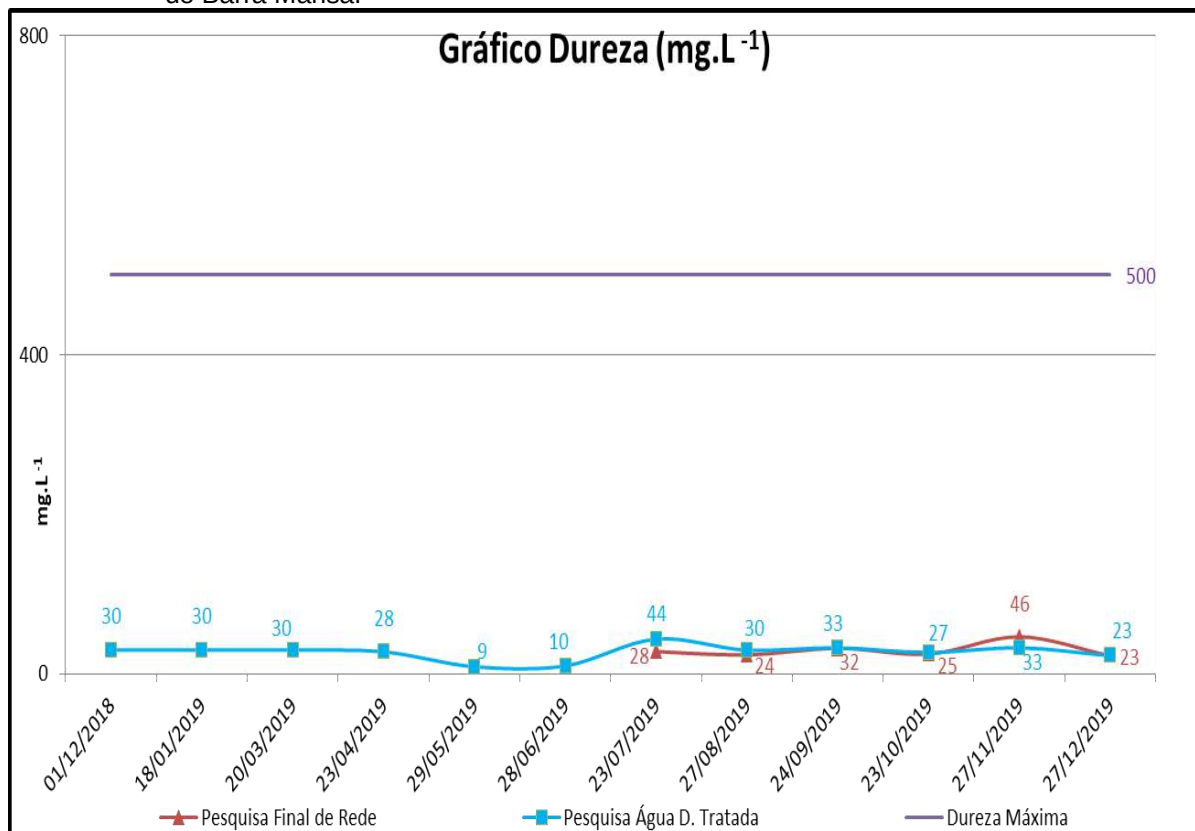


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.9 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Dureza (mg.L^{-1})

Este parâmetro tem como definição o valor de no máximo 500 mg.L^{-1} . Para elaboração do gráfico 29, será levado em conta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima são 9 e 46 mg.L^{-1} .

Gráfico 29 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.

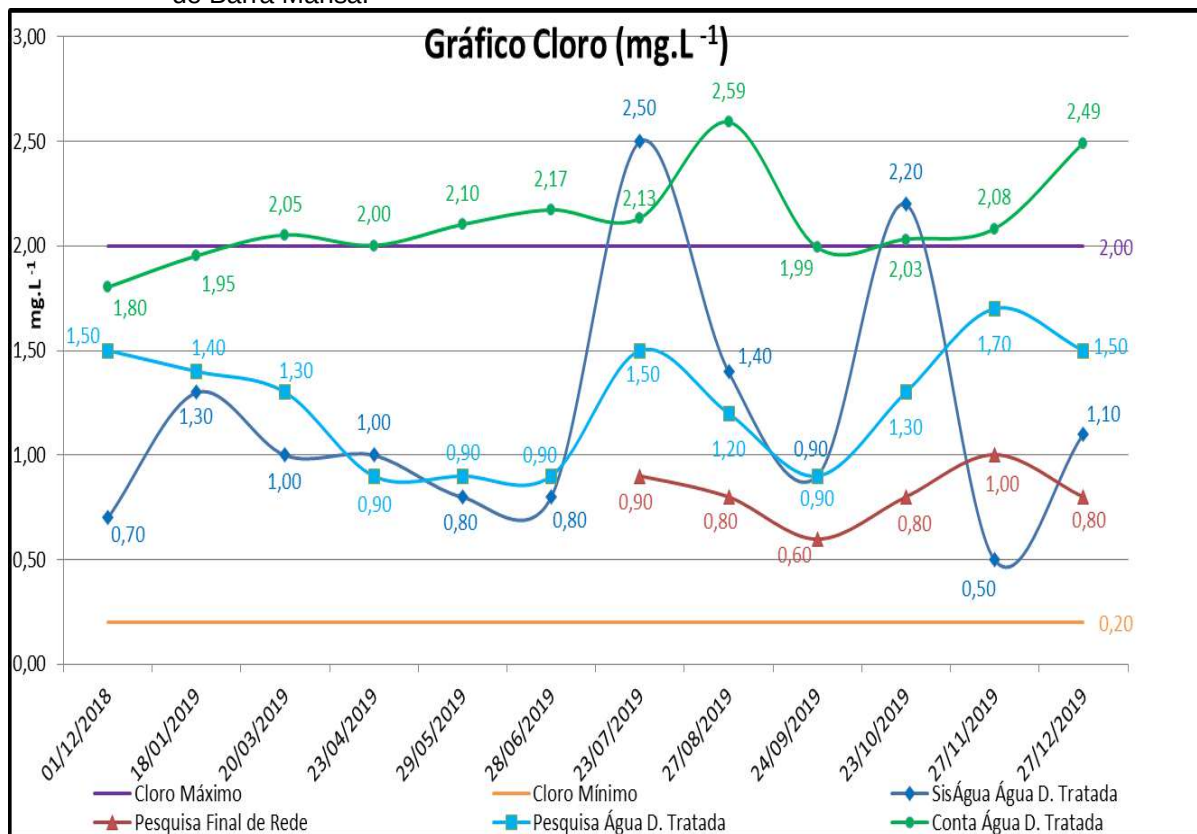


Fonte: O Autor, 2020.

6.3.10 Gráfico comparativo da água tratada de Barra Mansa – Cloro (mg.L^{-1})

Comparando todas as informações para este parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), o gráfico 30 demonstra que Barra Mansa apresentou 9 anormalidades para este parâmetro, sua mínima e máxima são respectivamente 0,50 e 2,59 mg.L^{-1} . Vale ressaltar que apesar de Barra Mansa ultrapassar os 2 mg.L^{-1} por 9 vezes, sua água está dentro dos padrões de potabilidade, pois, a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 estabelece para este parâmetro, seu limite mínimo de 0,20 e no máximo 5,00 mg.L^{-1} para águas tratadas distribuídas, entretanto, para evitar problemas de saúde relacionado ao cloro presente na água, estabeleceu-se que o máximo seria de 2,00 mg.L^{-1} .

Gráfico 30 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Barra Mansa.



Fonte: O Autor, 2020.

6.4 Comparação dos resultados – Volta Redonda

Como o mês de referência da conta é o mês 04/2019 (foto 5), para efeito de comparação foi comparado os índices do SAAE–VR com os resultados referentes das amostras coletadas em 23/04/2019 (tabela 33).

A água de Volta Redonda para o mês de referência 04/2019, encontra-se dentro dos padrões permitidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Os resultados que estão grafados em *negrito* na tabela 34 estão fora da faixa preconizada pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Foto 5 – Conta de água concessionária – SAAE–VR.



Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda - RJ
 Av. Lucas Evangelista, 643 - Aterrado - CEP: 27215-630
 CNPJ: 32.504.706/0001-87 e-mail: sac@saaevr.com.br
 Site: www.saaevr.com.br
 Atendimento Eletrônico: 115

ID - Usuário		
Mês Referência	Código do Consumidor	Fatura Nº
04/2019		
Vencimento		

RECLAMAÇÕES E SERVIÇOS
 Acesse o site www.saaevr.com.br, ligue para 115 ou na sede do SAAE-VR
 Atendimento ao decreto nº 5.440 de Maio de 2005 do Presidente da República

Índices	Faixa de Tolerância	Índice do SAAE-VR
Potencial de hidrogênio (utilizado para indicar a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água)	De 6,0 a 9,5 ph	6,6 ph
Cor (utilizada para indicar a coloração da água)	Até 15,00 u.c.	4,5 u.c.
Turbidez (utilizada para indicar a transparência da água)	Até 5,00 u.t.	0,94 u.t.
Cloro residual (garante as condições bacteriológicas da água)	Até 3,0 mg/l	1,67 mg/l
Coliforme total e fecal (indica a ausência na água de bactérias causadoras de doenças)	Ausente	Ausente
Fluoreto (auxilia na prevenção da cárie dentária)	Até 1,5 mg/l	0,72 mg/l

Mantenha sua caixa d'água limpa e tampada.
 Outras informações acesse o site www.saaevr.com.br, ou dirija-se a sede do SAAE-VR
 No SAAE-VR você pode escolher o dia do pagamento da sua conta, 01, 05, 10, 15 e 20.
 Faça também a sua parte!!!! Pague em dia.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda, 2019.

Tabela 33 – Comparação do índice do SAAE–VR na conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.

Parâmetros	Índice do SAAE–VR (Conta)	Valores encontrados na Pesquisa (23/04/2019)
pH	6,60	6,85
Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	1,67	1,00
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	0,72	0,90
Cor (uH)	4,50	0,00
Turbidez (mg.L ⁻¹)	0,94	1,05
Coliforme Total (mL)	Ausente	Ausente
Coliforme Fecal (mL)	Ausente	Ausente

Fonte: Adaptado de Serviço Autônomo de Água e Esgoto pelo Autor, 2019.

Para a criação da tabela 34 foi levado em conta as tabelas de referências do Apêndice “A” 52,57,62 e 67.

Tabela 34 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Volta Redonda.
(Continua)

	Parâmetro: Turbidez Valor Máximo: ≤ 5 Unidade: uT				Parâmetro: pH Valor Mínimo e Máximo: 6 a 9,5				Parâmetro: Cor Valor Máximo: ≤15 Unidade: uH				Parâmetro: Fluoreto Valor Mínimo e Máximo: ≥0,5 e ≤1,5 Unidade: mg.L ⁻¹			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede
01/12/18	0,94	0,50	1,20	-	6,60	6,30	6,00	-	4,50	0,00	-	-	0,72	0,70	-	-
18/01/19	0,94	1,56	1,40	-	6,60	6,39	6,00	-	4,50	0,00	-	-	0,72	0,80	-	-
20/03/19	0,94	1,03	0,90	-	6,60	6,39	6,30	-	4,50	0,00	-	-	0,72	0,80	-	-
23/04/19	0,94	1,05	0,80	-	6,60	6,85	6,10	-	4,50	0,00	-	-	0,72	0,90	-	-
29/05/19	0,94	3,04	0,90	-	6,60	6,27	6,40	-	4,50	4,60	-	-	0,72	0,46	-	-
28/06/19	0,94	1,03	0,60	-	6,60	6,37	6,70	-	4,50	0,50	-	-	0,72	0,70	-	-
23/07/19	0,94	1,18	1,80	4,59	6,60	6,70	6,20	6,89	4,50	0,00	-	32,30	0,72	0,85	-	0,50
27/08/19	0,94	1,21	0,90	4,57	6,60	6,41	6,30	6,39	4,50	3,00	-	10,10	0,72	0,82	-	0,11
24/09/19	0,94	2,48	1,00	1,15	6,60	6,46	6,30	6,41	4,50	12,00	-	6,40	0,72	0,80	-	0,42
23/10/19	0,94	0,56	0,90	0,63	6,60	6,49	6,50	6,68	4,50	0,00	-	0,00	0,72	0,82	-	0,51
27/11/19	0,94	0,90	0,90	1,53	6,60	6,91	6,00	6,55	4,50	0,00	-	1,80	0,72	0,84	-	0,52
27/12/19	0,94	0,90	0,90	1,23	6,60	7,01	6,20	6,89	4,50	0,00	-	0,00	0,72	0,88	-	0,54

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

Tabela 34 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Volta Redonda. (Conclusão)

	Parâmetro: Cloro Residual Valor Máximo: $\geq 0,2$ e $\leq 2,0$ Unidade: mg.L^{-1}				Parâmetro: Coliforme Total Valor Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL				Parâmetro: Coliforme Fecal Valor Mínimos e Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede
01/12/18	1,67	1,60	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
18/01/19	1,67	1,60	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
20/03/19	1,67	1,20	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/04/19	1,67	1,00	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
29/05/19	1,67	1,20	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
28/06/19	1,67	1,30	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/07/19	1,67	1,70	1,67	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/08/19	1,67	1,30	1,67	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
24/09/19	1,67	1,40	1,67	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/10/19	1,67	1,70	1,67	1,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/11/19	1,67	1,80	1,67	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/12/19	1,67	1,70	1,67	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

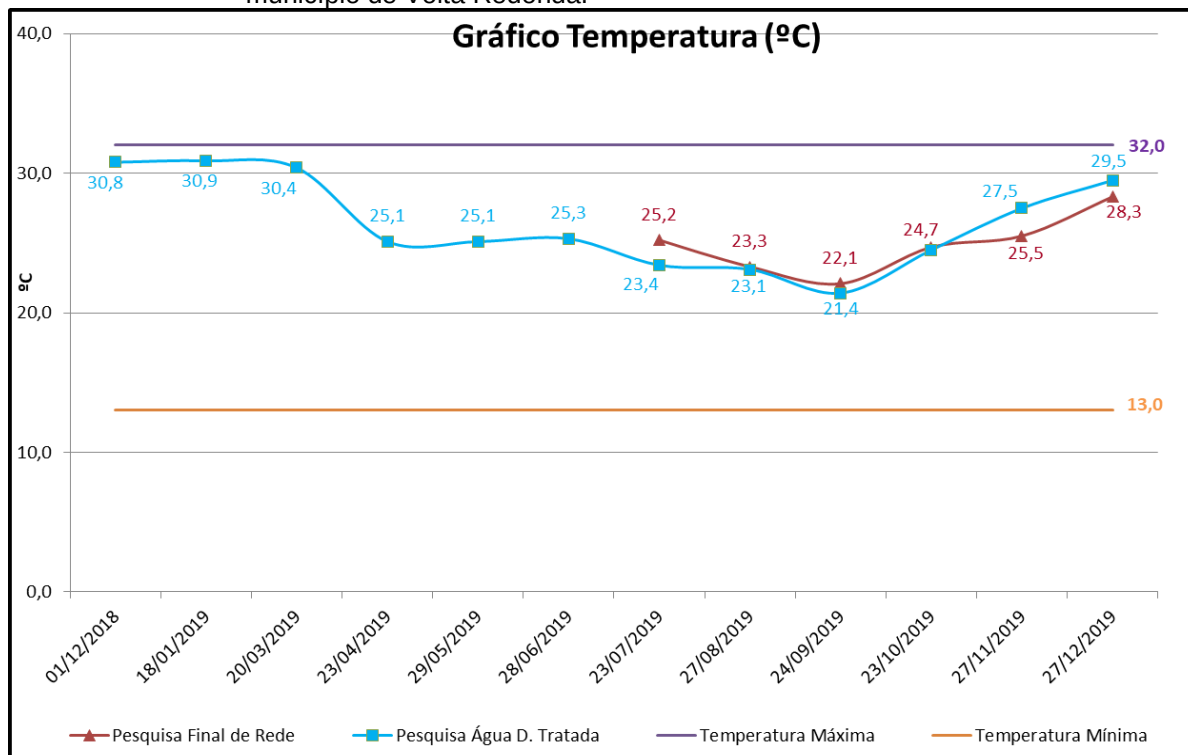
A temperatura média obtida para as águas distribuídas foi de 26,41 °C e para as águas final de rede 24,85 °C. Os parâmetros Turbidez, pH, Cloro, Coliformes (Total e Fecal) estiveram dentro dos limites especificados na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e em todas as fontes de dados, Volta Redonda apresentou problemas nos parâmetros Cor e Fluoreto de acordo com as análises realizadas foram encontrada 4 amostras fora da faixa. Os valores na conta, de todos os parâmetros se repetem em todos os meses durante o período estudado e no SISAGUA ausência dos valores do Fluoreto. Os parâmetros que apresentaram valores fora do padrão são:

- a) Cor – 1 amostras nas águas final de rede;
- b) Fluoreto – 1 amostras nas águas distribuídas e 2 amostras nas águas final de rede.

6.4.1 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Temperatura (°C)

O gráfico 31 demonstra as temperaturas consideradas apenas para os valores da Pesquisa, Pesquisa Final de Rede. Os valores encontrados na pesquisa são, 21,4°C de mínima e de máxima 30,9°C. Volta Redonda de acordo *sitio* Weather Spark tem como referencial as temperaturas mínima de 13,0 °C e máxima de 32,0 °C (p. 80).

Gráfico 31 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

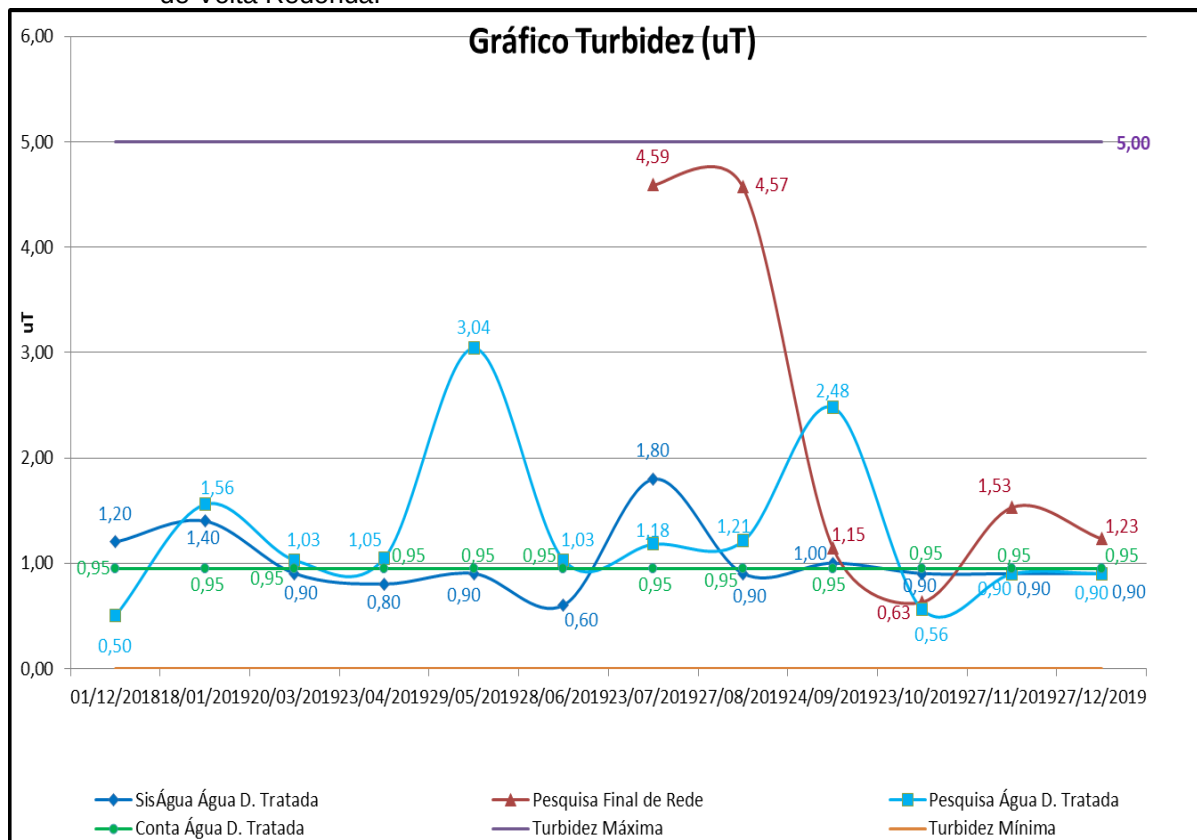


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.2 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Turbidez (uT)

O padrão de potabilidade estabelece que a turbidez tem faixa entre 0,00 uT de mínima e de máxima 5,0 uT para águas tratadas distribuídas. O gráfico 32 demonstra as comparações entre os valores deste parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas). Volta Redonda, não apresentou anormalidades, os valores de sua mínima e máxima são 0,50 e 4,59 uT. Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária, sempre é o mesmo 0,95 uT para este parâmetro.

Gráfico 32 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

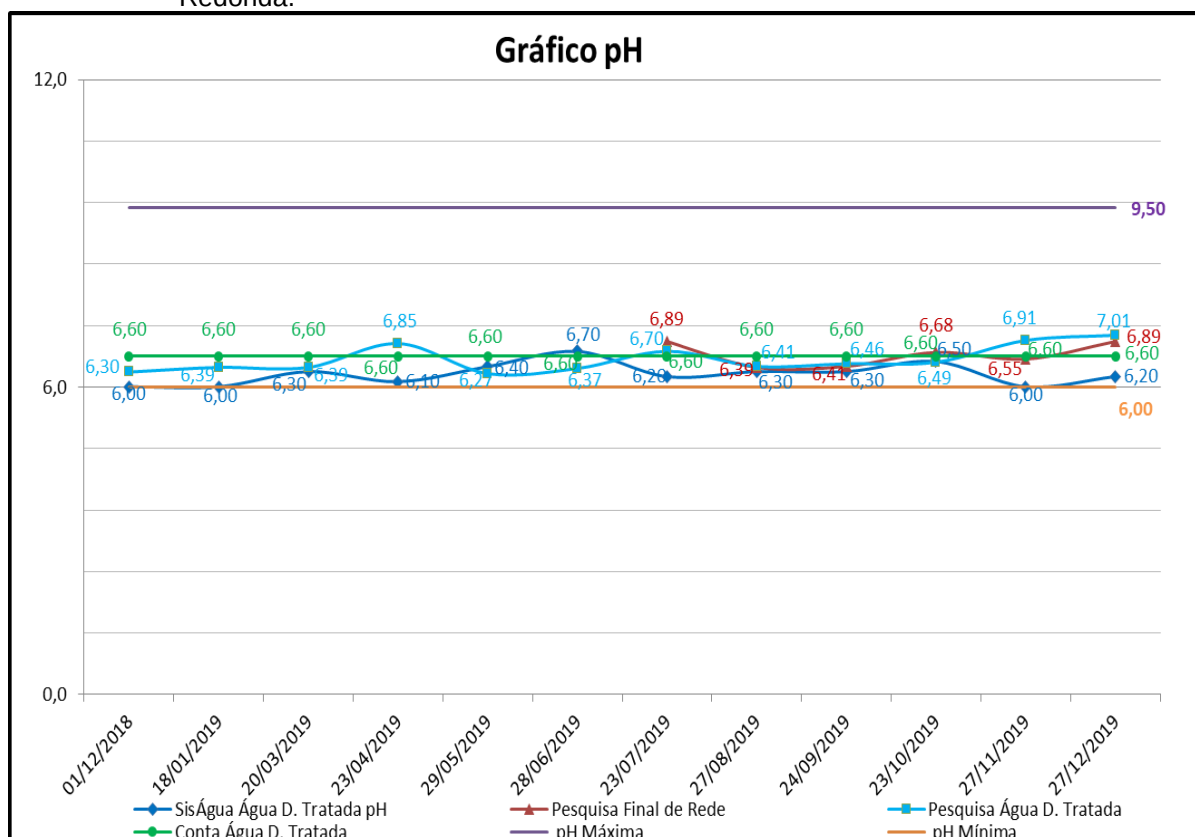


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.3 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – pH

Após emparelhar todas as informações (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas) deste parâmetro (gráfico 33), Volta Redonda não apresentou anormalidades, os valores de sua mínima e máxima são 6,00 e 7,01. Lembrando que o pH tem como seu limite mínimo de 6,00 e no máximo 9,50 para águas tratadas e que nas contas emitidas pela concessionária, o pH tem sempre o mesmo valor 6,60.

Gráfico 33 – Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

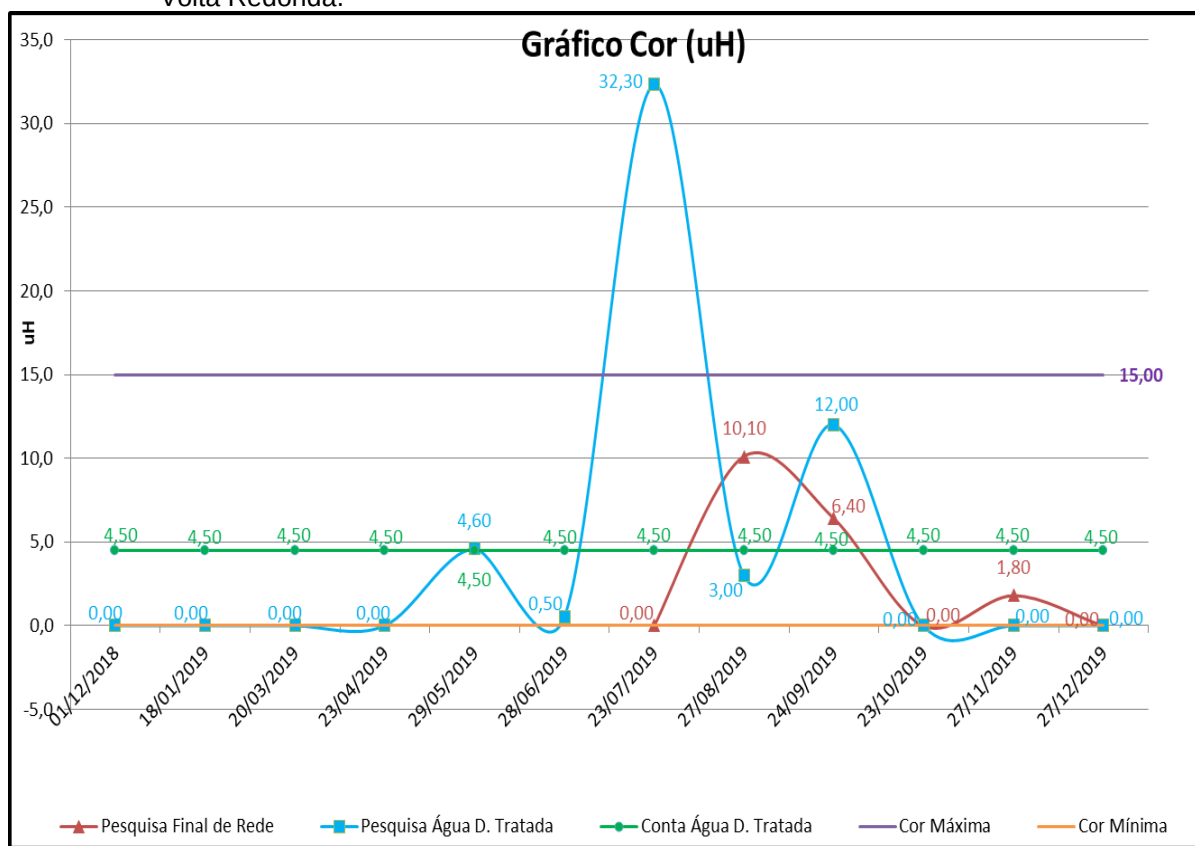


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.4 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cor (uH)

De acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, o parâmetro Cor tem que apresentar seus valores entre a faixa mínima de 0,00 uH e 15,00 uH na faixa máxima para águas tratadas distribuídas. No gráfico 34, compara as informações deste parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas). Volta Redonda apresentou 1 anormalidade para este parâmetro, sua mínima é 0,00 uH e sua máxima é 32,30 uH. Nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor 4,50 uH.

Gráfico 34 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

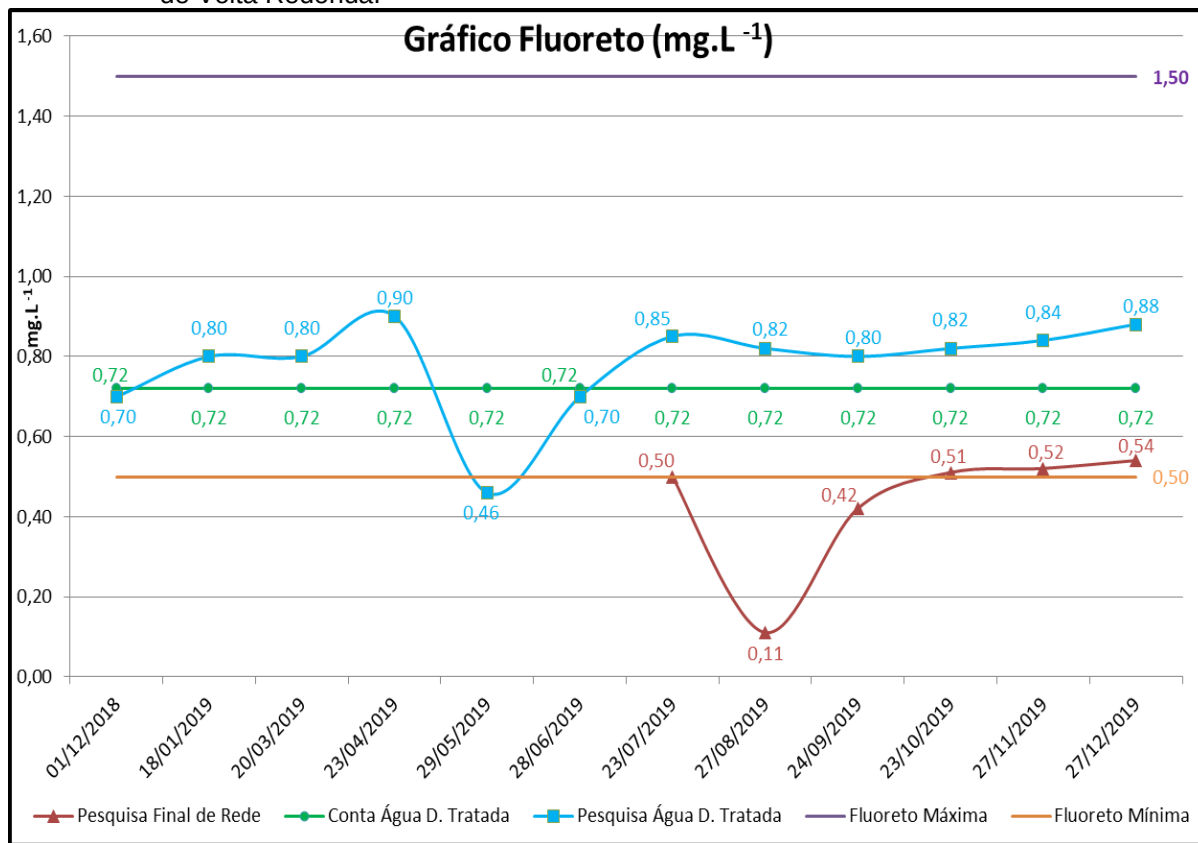


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.5 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Fluoreto (mg.L^{-1})

Para as águas tratadas, este parâmetro tem como seu limite mínimo de 0,50 e no máximo 1,50 mg.L^{-1} . Defrontando as informações obtidas na Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas, o gráfico 35 pode ser interpretado da seguinte forma: Volta Redonda apresentou 3 anormalidades para este parâmetro, sua mínima e máxima são 0,11 e 0,90 mg.L^{-1} , respectivamente. Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária o valor é sempre o mesmo 0,72 mg.L^{-1} .

Gráfico 35 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

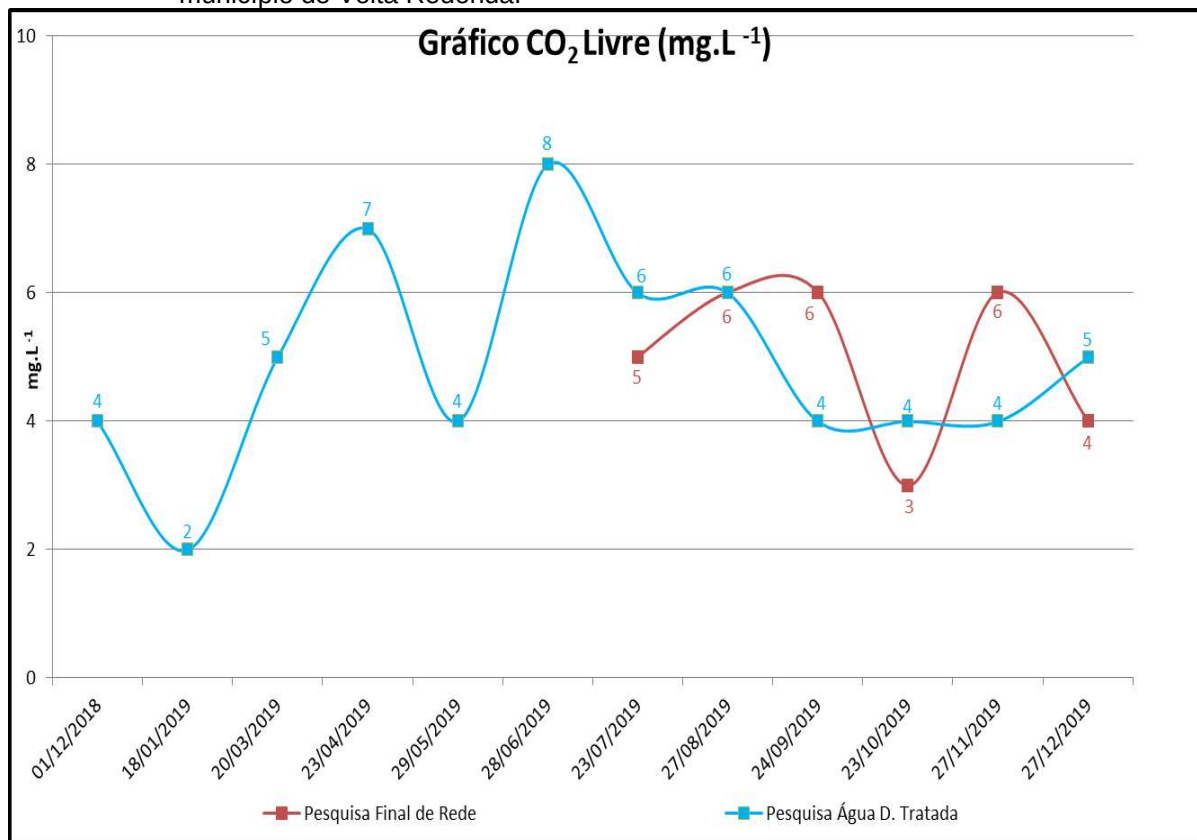


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.6 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

Não se tem um valor definido de máximo e mínimo para o parâmetro CO_2 Livre. Para efeito do gráfico 36, está sendo apenas levado em conta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro a mínima encontrada foi de 2mg.L^{-1} e sua máxima foi de 8mg.L^{-1} .

Gráfico 36 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

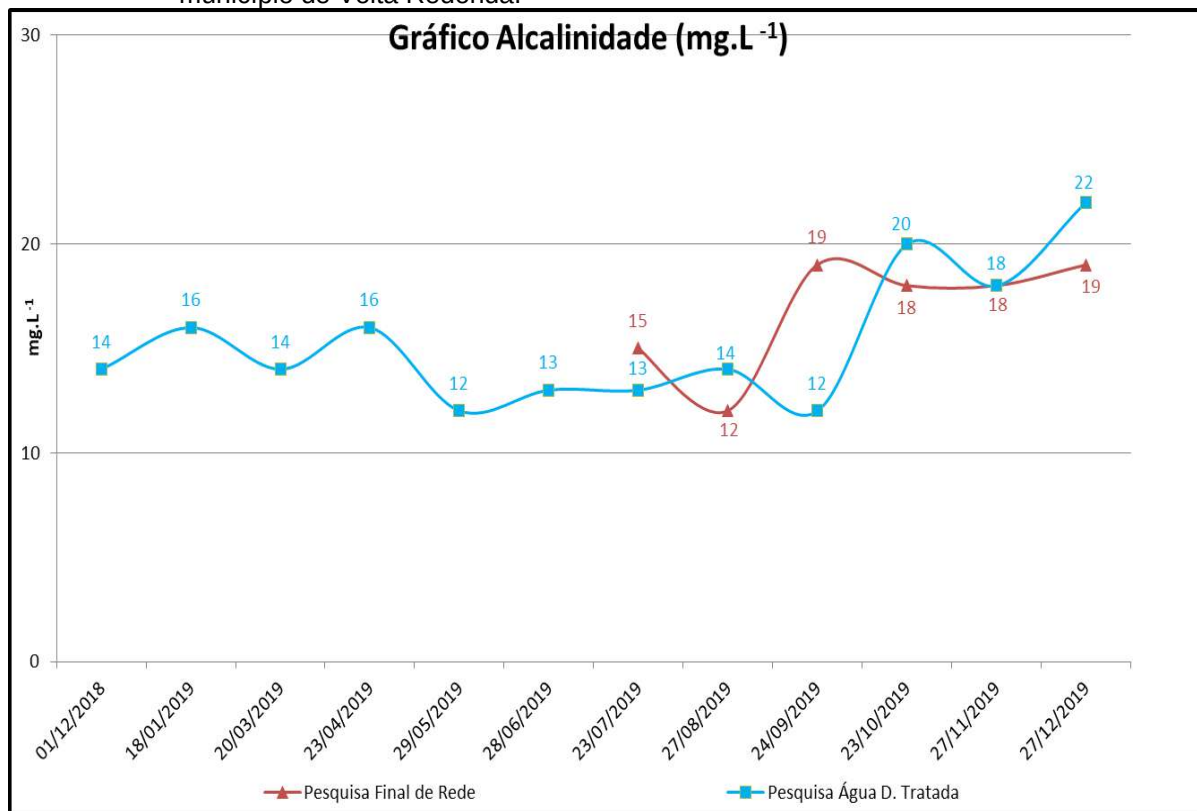


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.7 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

Outro parâmetro que não possui valores definidos de sua máxima e mínima para a água tratada. Para análise do município de Volta Redonda, no gráfico 37 está sendo levado em conta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima são respectivamente 12 e 22 mg.L⁻¹.

Gráfico 37 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

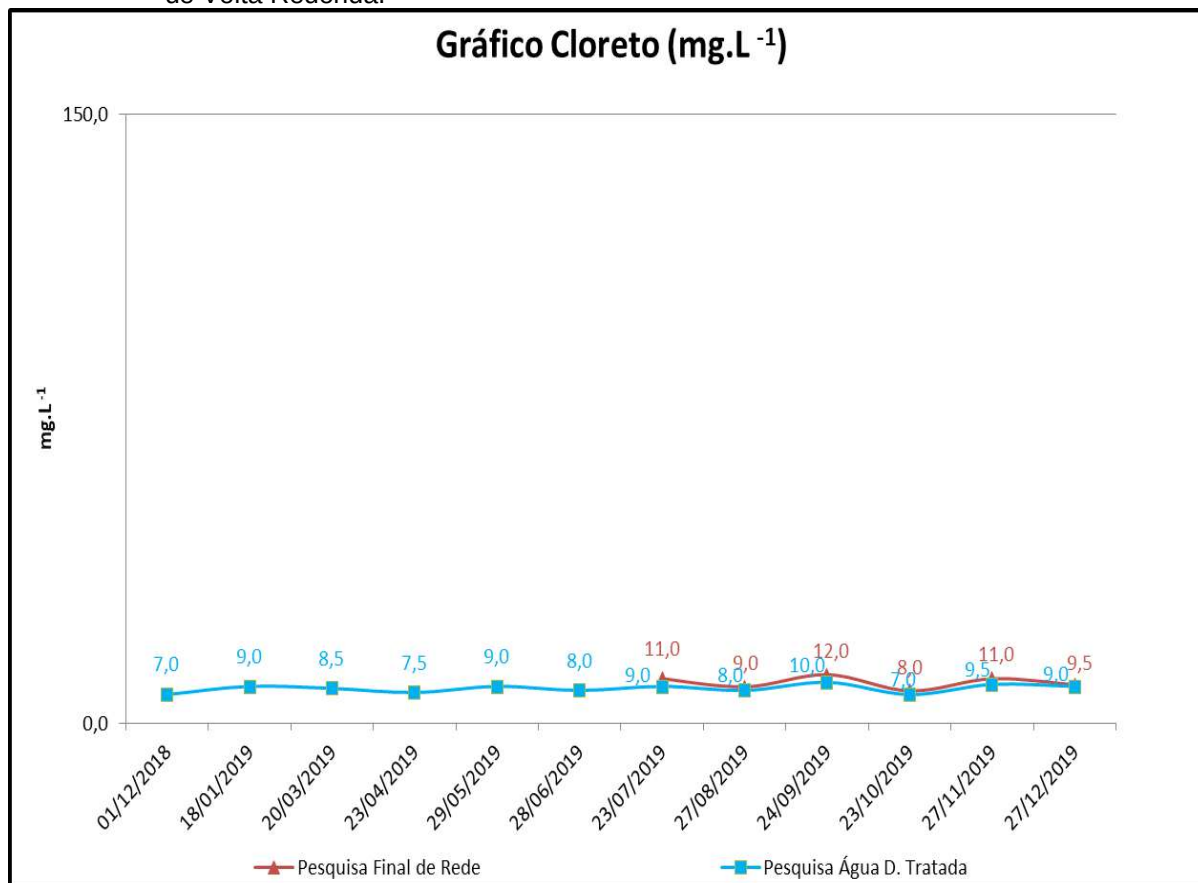


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.8 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cloreto (mg.L^{-1})

Parâmetro definido com o máximo de $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017. No gráfico 38 vamos equiparar os valores encontrados da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima são $7,0$ e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

Gráfico 38 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

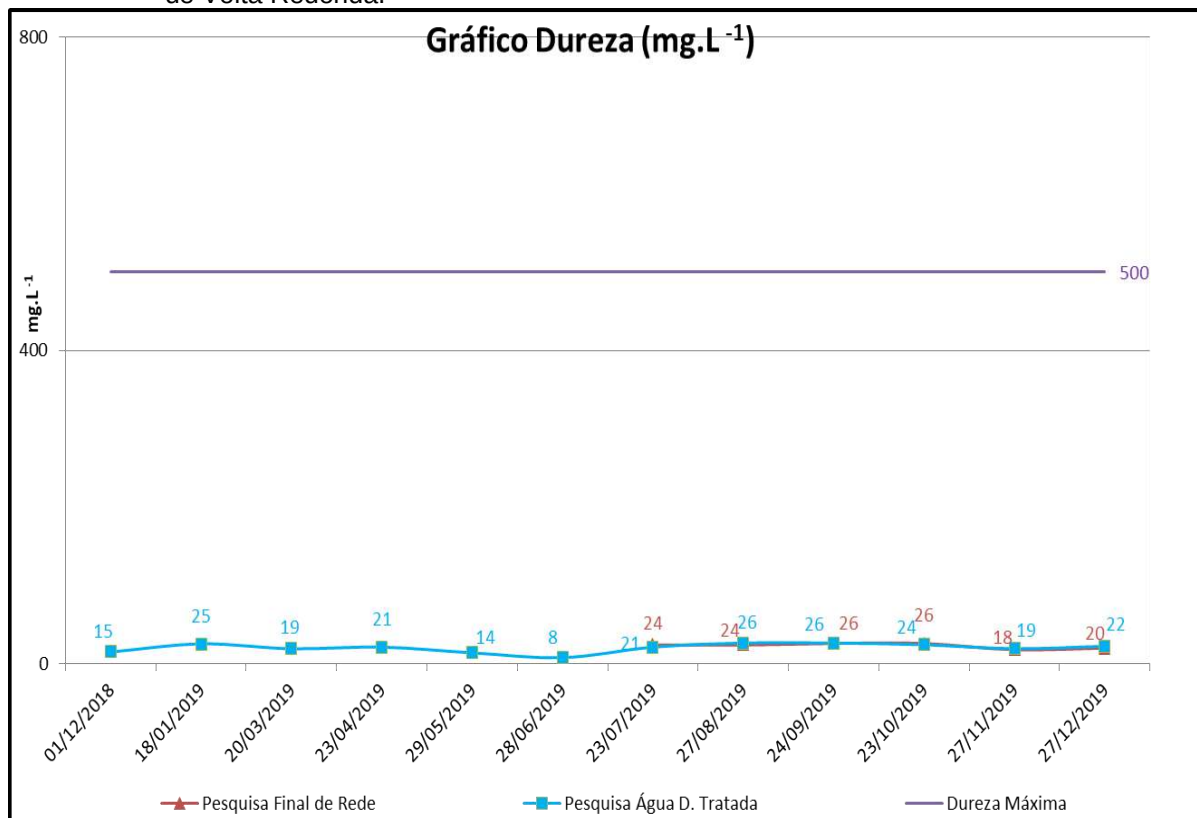


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.9 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Dureza (mg.L^{-1})

O gráfico 39 apresenta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro, Volta Redonda teve sua mínima de 8 mg.L^{-1} e máxima 26 mg.L^{-1} , este parâmetro possui uma máxima de 500 mg.L^{-1} .

Gráfico 39 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.

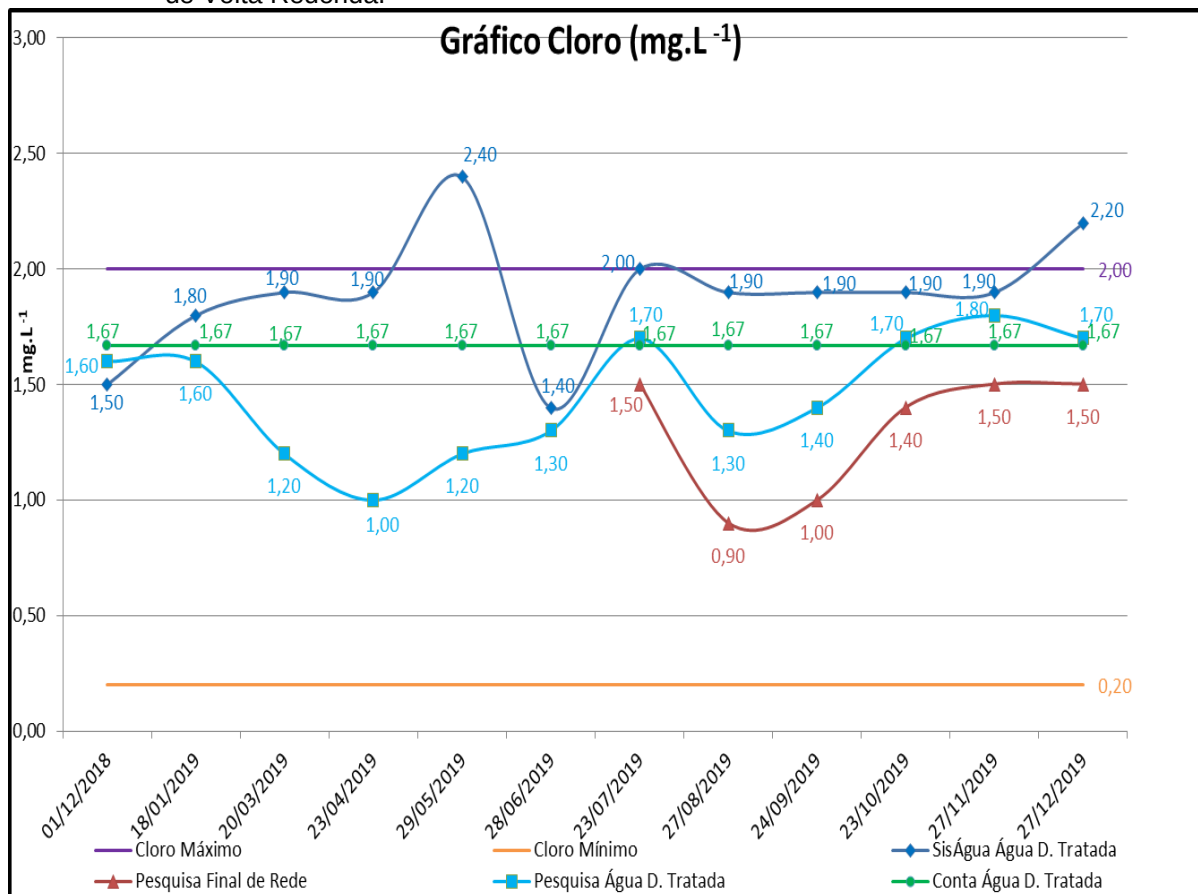


Fonte: O Autor, 2020.

6.4.10 Gráfico comparativo da água tratada de Volta Redonda – Cloro (mg.L^{-1})

Volta Redonda apresentou 2 anormalidades para este parâmetro, sua mínima e máxima são respectivamente 0,90 e 2,40 mg.L^{-1} . Foram usados os dados dos parâmetros (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas) para compor o gráfico 40. Vale ressaltar que nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo 1,67 mg.L^{-1} .

Gráfico 40 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Volta Redonda.



Fonte: O Autor, 2020.

6.5 Comparação dos resultados – Pinheiral

Na foto 6 pode-se averiguar que o mês de referência da conta é 04/2019, para efeito de comparação foram usados os valores detectados da conta com os resultados da coleta do dia 23/04/2019, visto na tabela 35.

A água de Pinheiral para o mês de referência 04/2019 encontra-se fora dos padrões permitidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 o parâmetro “Fluoreto” apresenta uma quantidade muito abaixo.

Os resultados que estão grafados em *negrito* na tabela 35 e 36 estão fora da faixa preconizada pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Foto 6 – Conta de água concessionária – CEDAE.

CEDAE
COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS - CEDAE
CNPJ: 33.352.394/0001-04 – Inscrição Estadual: 84.780.707
Av. Presidente Vargas, 2.655 – Cidade Nova
CEP: 20210-030 – Rio de Janeiro – RJ

NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA
Regime especial - processo nº E-04/054889/11

Nº DATA DA EMISSÃO: **05/04/2019**

MEDICÃO
04/2019

VENCIMENTO
05/04/2019

NOME / CPF-CNPJ _____ ORIGEM _____ MATRÍCULA _____

SISTEMA DE ABASTECIMENTO: PINHEIRAL

Parametros	No de Amostras		Valores Detectados	Ref ABR/18 % Amostras Conformes apos Recoleta * (2)
	Exigidas	Analizadas		
Cor (uH)	40	44	0,8	00000%
Turbidez (UNT)	40	44	0,4	00000%
Cloro Residual Livre (mg/L)	40	44	1,0	00000%
Coliformes Totais	40	44	0,0%	00000%
Escherichia Coli	40	44	0,0%	00000%

Observacoes: Todos os parametros seguem a Portaria vigente do Ministerio da Saude para agua potavel. * (1) Valores medios obtidos para resultados fisico quimicos e percentual de amostras conformes para os parametros bacteriologicos. * (2) Amostras com desvio de qualidade da agua sao recoletadas e reanalizadas, apos acoes corretivas no Sistema de Abastecimento.

Fonte: Companhia Estadual de Águas e Esgotos, 2019.

Tabela 35 – Comparação dos valores detectados da conta com valores encontrados na pesquisa do dia 23/04/2019.

Parâmetros	Valores Detectados (Conta)	Valores encontrados na Pesquisa (23/04/2019)
pH	-	6,96
Cloro Residual (mg.L ⁻¹)	1,00	0,80
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	-	0,01
Cor (uH)	0,80	2,60
Turbidez (mg.L ⁻¹)	0,40	4,31
Coliforme Total (mL)	0,00	Ausente
Coliforme Fecal (mL)	0,00	Ausente

Fonte: Adaptado de Companhia Estadual de Águas e Esgotos pelo Autor, 2019.

Para a criação da tabela 36 foi levado em conta as tabelas de referências do Apêndice “A” 53,58,63 e 68.

Tabela 36 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Pinheiral. (Continua)

	Parâmetro: Turbidez Valor Máximo: ≤ 5 Unidade: uT				Parâmetro: pH Valor Mínimo e Máximo: 6 a 9,5				Parâmetro: Cor Valor Máximo: ≤ 15 Unidade: uH				Parâmetro: Fluoreto Valor Mínimo e Máximo: $\geq 0,5$ e $\leq 1,5$ Unidade: mg.L ⁻¹			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SIS-AGUA	Final de Rede
01/12/18	0,40	10,70	-	-	-	6,10	-	-	0,80	28,10	-	-	-	0,12	-	-
18/01/19	0,40	1,97	1,23	-	-	6,94	-	-	0,80	2,40	-	-	-	0,11	-	-
20/03/19	0,40	3,35	3,23	-	-	6,94	-	-	0,80	2,80	-	-	-	0,12	-	-
23/04/19	0,40	4,31	2,40	-	-	6,96	-	-	0,80	2,60	-	-	-	0,01	-	-
29/05/19	0,40	2,29	0,78	-	-	6,90	-	-	0,80	4,70	-	-	-	0,01	-	-
28/06/19	0,40	0,72	1,25	-	-	6,80	-	-	0,80	0,60	-	-	-	0,01	-	-
23/07/19	0,40	0,92	0,89	1,08	-	7,31	-	7,31	0,80	14,40	-	15,30	-	0,05	-	0,01
27/08/19	0,40	1,49	0,87	0,74	-	6,86	-	6,85	0,80	8,70	-	1,90	-	0,07	-	0,07
24/09/19	0,40	0,27	1,78	0,63	-	7,11	-	7,04	0,80	5,40	-	3,70	-	0,05	-	0,01
23/10/19	0,40	0,70	0,95	0,41	-	6,94	-	6,90	0,80	1,80	-	0,00	-	0,70	-	0,30
27/11/19	0,40	0,74	1,58	0,59	-	7,18	-	7,21	0,80	0,50	-	0,50	-	0,31	-	0,01
27/12/19	0,40	0,80	1,45	0,60	-	7,02	-	6,98	0,80	0,50	-	0,30	-	0,35	-	0,01

Tabela 36 – Comparação dos resultados das Conta x Pesquisa Água Distribuição x SISAGUA x Pesquisa Final de Rede do município de Pinheiral. (Conclusão).

	Parâmetro: Cloro Residual Valor Máximo: $\geq 0,2$ e $\leq 2,0$ Unidade: mg.L ⁻¹				Parâmetro: Coliforme Total Valor Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL				Parâmetro: Coliforme Fecal Valor Mínimos e Máximo: Ausência em 100 mL Unidade: mL			
Data Coleta	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede	Conta	Água Distribuída	SISAGUA	Final de Rede
01/12/18	1,00	0,80	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
18/01/19	1,00	0,80	2,00	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
20/03/19	1,00	0,70	2,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/04/19	1,00	0,80	2,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
29/05/19	1,00	0,70	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
28/06/19	1,00	0,70	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE	PRESENÇA	-	AUSENTE	AUSENTE	PRESENÇA	-
23/07/19	1,00	0,60	1,00	0,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/08/19	1,00	0,90	1,80	0,50	AUSENTE	AUSENTE	-	-	AUSENTE	AUSENTE	-	-
24/09/19	1,00	0,80	2,00	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
23/10/19	1,00	1,00	2,00	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/11/19	1,00	0,70	1,20	0,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-
27/12/19	1,00	0,80	1,50	0,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	-

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

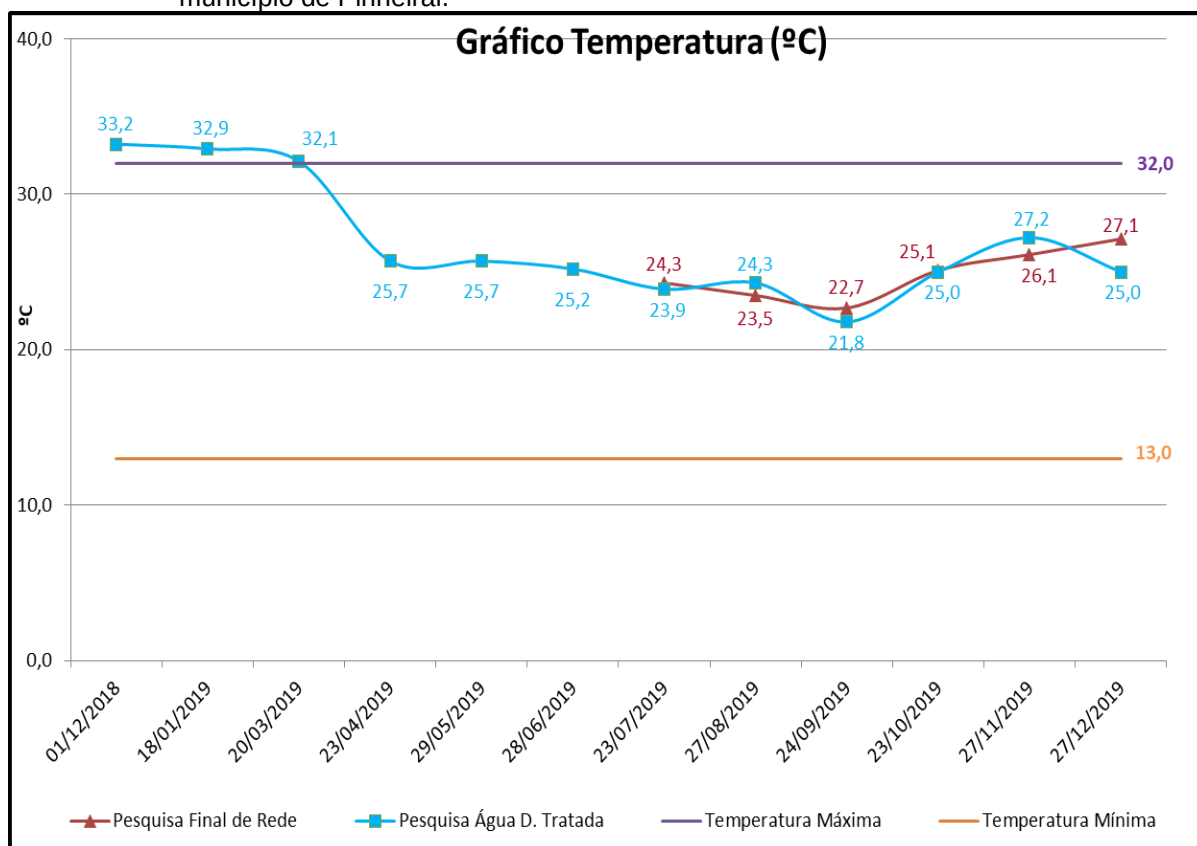
A temperatura média para as águas distribuídas foi de 26,83 °C e para as águas final de rede, 24,80 °C. Os parâmetros pH, Cor, estiveram dentro dos limites especificados na Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e em todas as fontes de dados, já os parâmetros Turbidez, Cor e Fluoreto de acordo com as análises realizadas foram encontrada 21 amostras fora da faixa. Os valores na conta, de todos os parâmetros se repetem em todos os meses durante o período estudado e no SISAGUA ausência dos valores dos parâmetros (pH, Cor e Fluoreto). Ausência dos valores do pH na conta, conforme preconiza o decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440/2005. Os parâmetros que apresentaram valores fora do padrão são:

- a) Turbidez – 1 amostra na água distribuída;
- b) Cor – 1 amostra na água distribuída e 1 amostra na água final de rede;
- c) Fluoreto – 12 amostras nas águas distribuídas e 6 amostras nas águas final de rede. Segundo o SISAGUA no mês de agosto de 2019 foi encontrada a presença de Coliformes (Total e Fecal) na água.

6.5.1 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Temperatura (°C)

De acordo com as temperaturas medidas em campo, sua mínima e máxima são 21,8 °C e 33,2 °C. Segundo o *sítio* Weather Spark, o município possui mínima de 13,0°C e sua máxima em 32,0 °C (p. 85). Por 3 vezes foi ultrapassada a temperatura máxima prevista do município. No gráfico 41, pode-se ver as comparações das temperaturas.

Gráfico 41 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

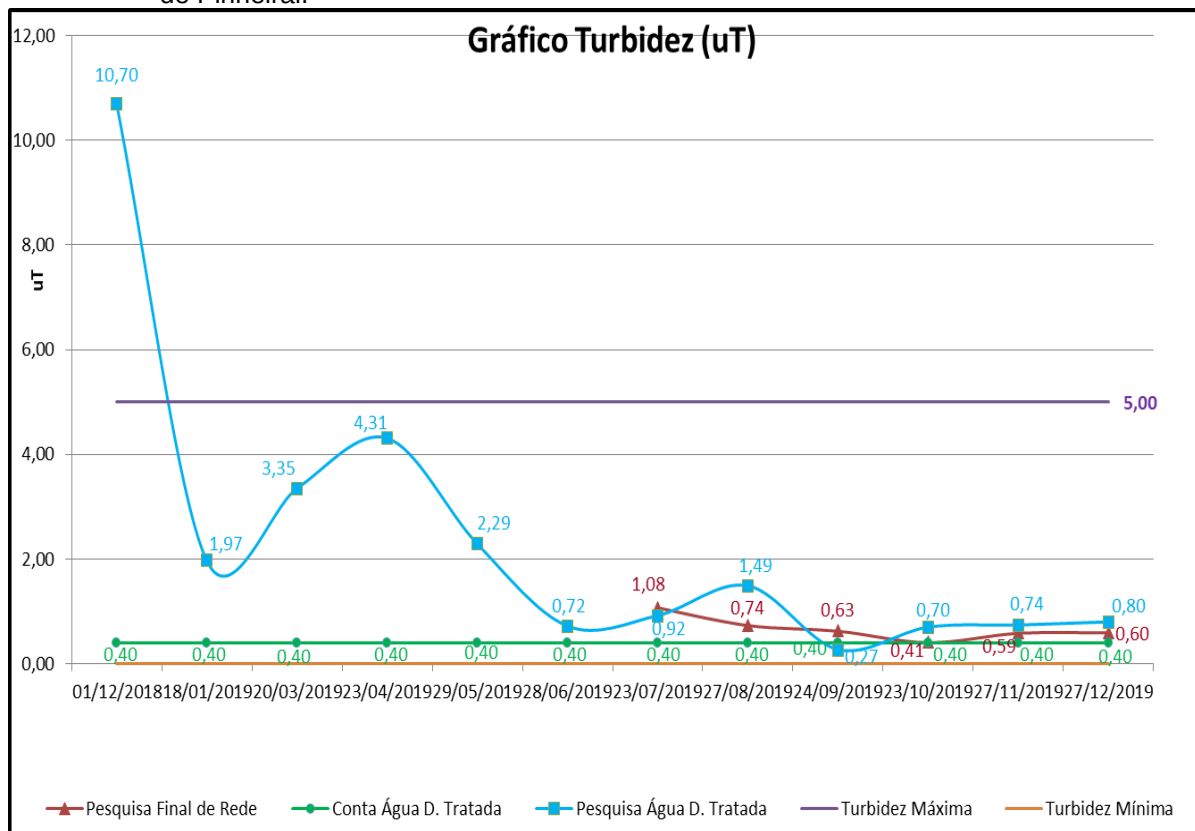


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.2 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Turbidez (uT)

Pinheiral apresenta nas contas emitidas pela concessionária sempre o mesmo valor 0,40 uT. De acordo com o gráfico 42, onde foram usadas as informações para este parâmetro (SISAGUA, Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas), o município apresentou 1 anormalidade, os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 0,27 e 10,70 uT. O limite mínimo e máximo para este parâmetro é de 0,00 e 5,00 uT.

Gráfico 42 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

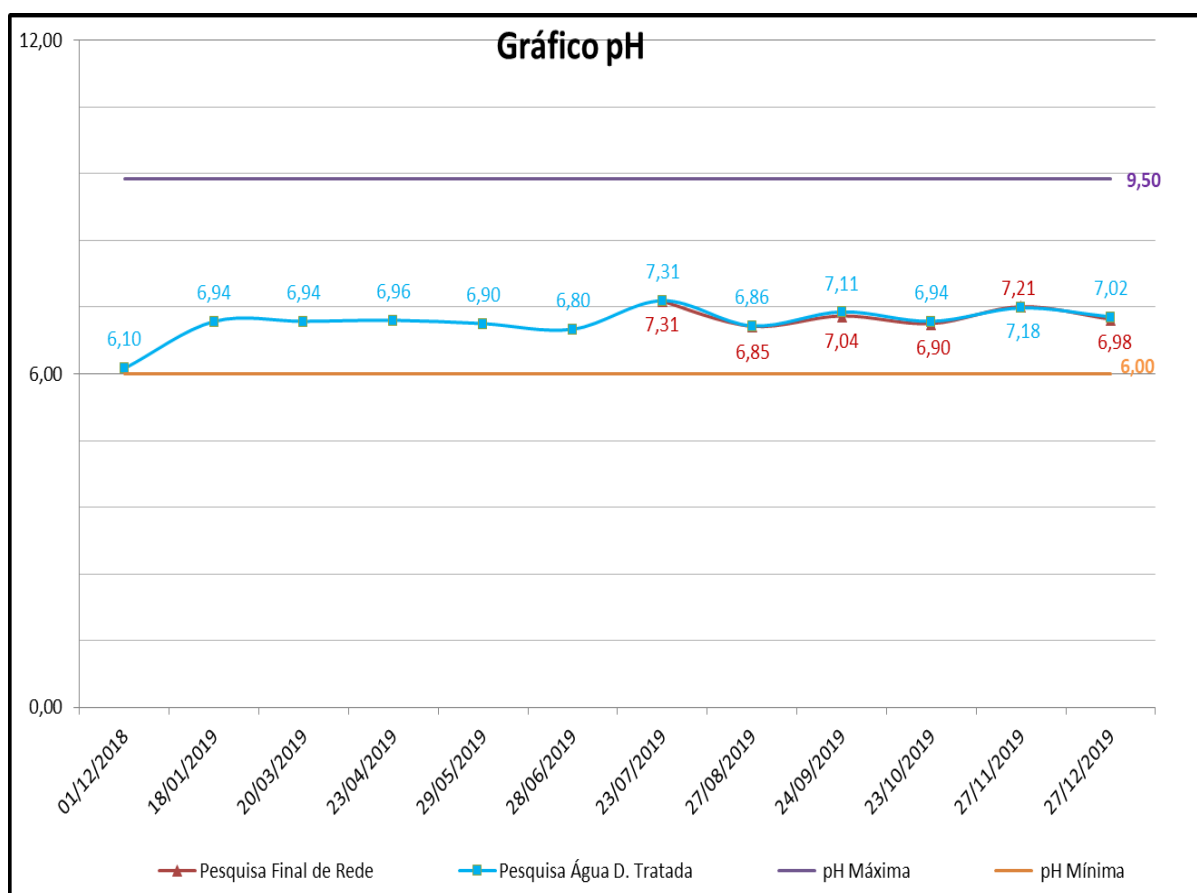


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.3 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – pH

De acordo com a potabilidade da água, o parâmetro pH tem a seguinte faixa de valores: mínimo 6,00 e máximo 9,50. Analisando as informações no gráfico 43 para este parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede), Pinheiral não apresentou anormalidades, os valores de sua mínima é 6,10 e máxima de 7,31.

Gráfico 43 – Valores do pH medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

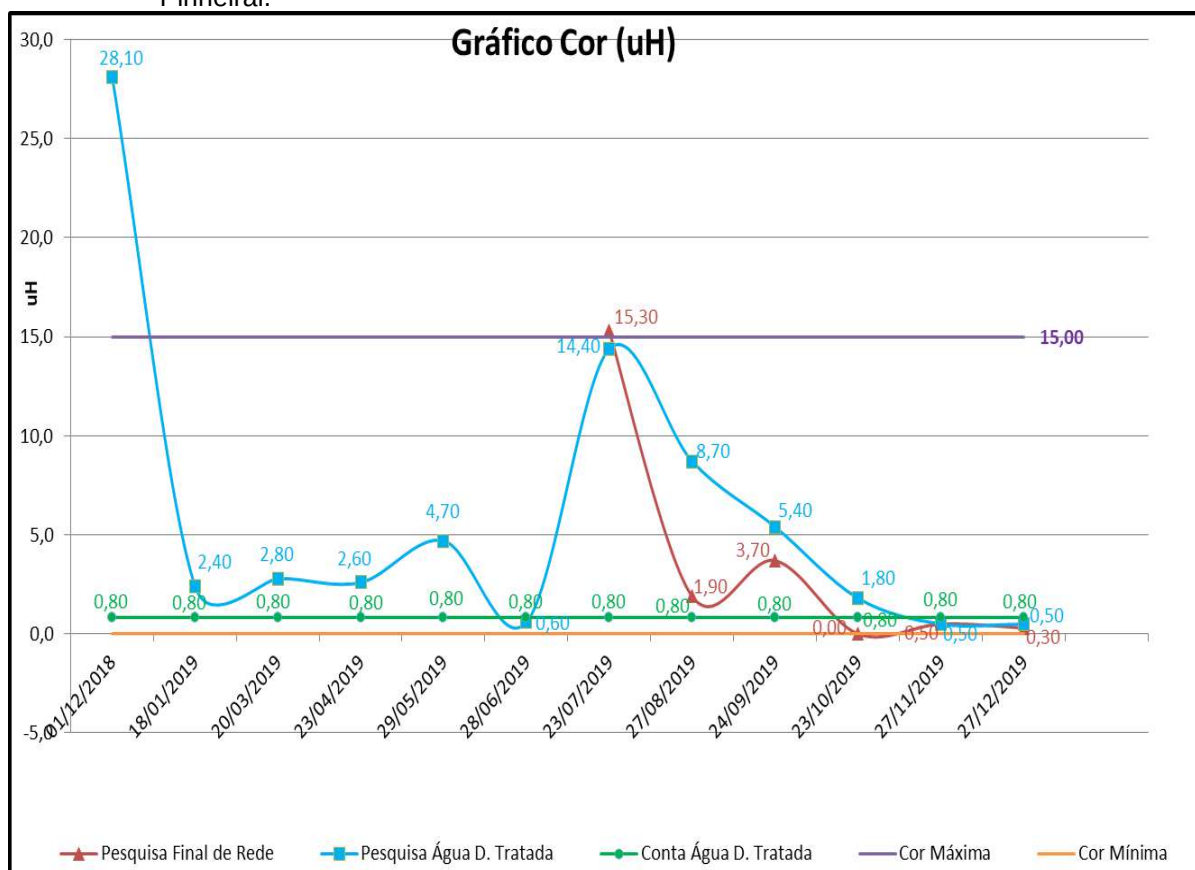


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.4 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Cor (uH)

O município de Pinheiral por 9 vezes apresentou anomalias para este parâmetro, sua mínima e máxima são 0,00 e 68,20 uH. O gráfico 44 esta comparando as informações deste parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas). O parâmetro Cor tem como seu limite mínimo de 0,00 uH e máximo 15,00 uH. Nas contas emitidas pela concessionária sempre é o mesmo valor apresentado 0,80 uH.

Gráfico 44 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

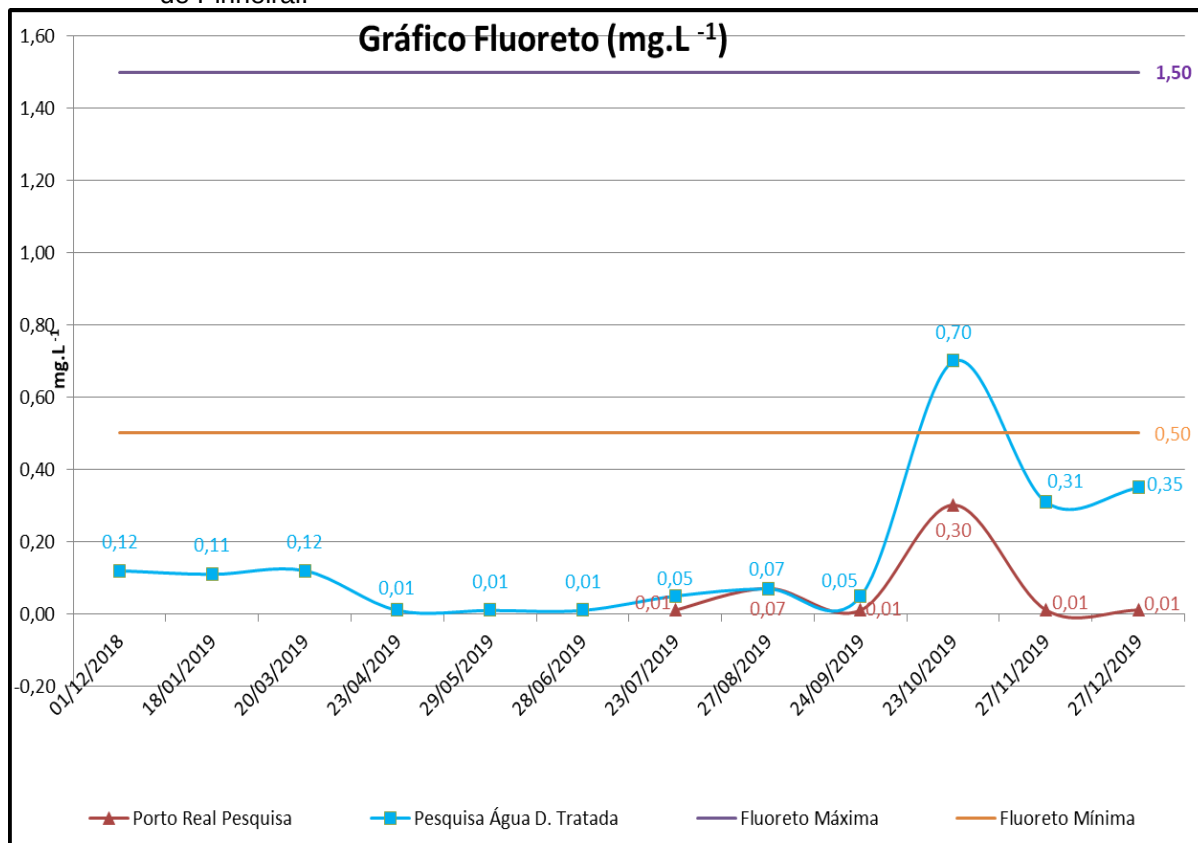


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.5 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Fluoreto (mg.L^{-1})

De acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, o parâmetro fluoreto possui limites entre 0,50 e 1,50 mg.L^{-1} para os valores de mínimo e máximo presentes nas águas tratadas. O gráfico 45 relata os dados deste parâmetro na Pesquisa e Pesquisa Final de Rede. O município apresentou 17 anormalidades para este parâmetro, sua mínima e máxima são respectivamente 0,01 e 0,70 mg.L^{-1} .

Gráfico 45 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

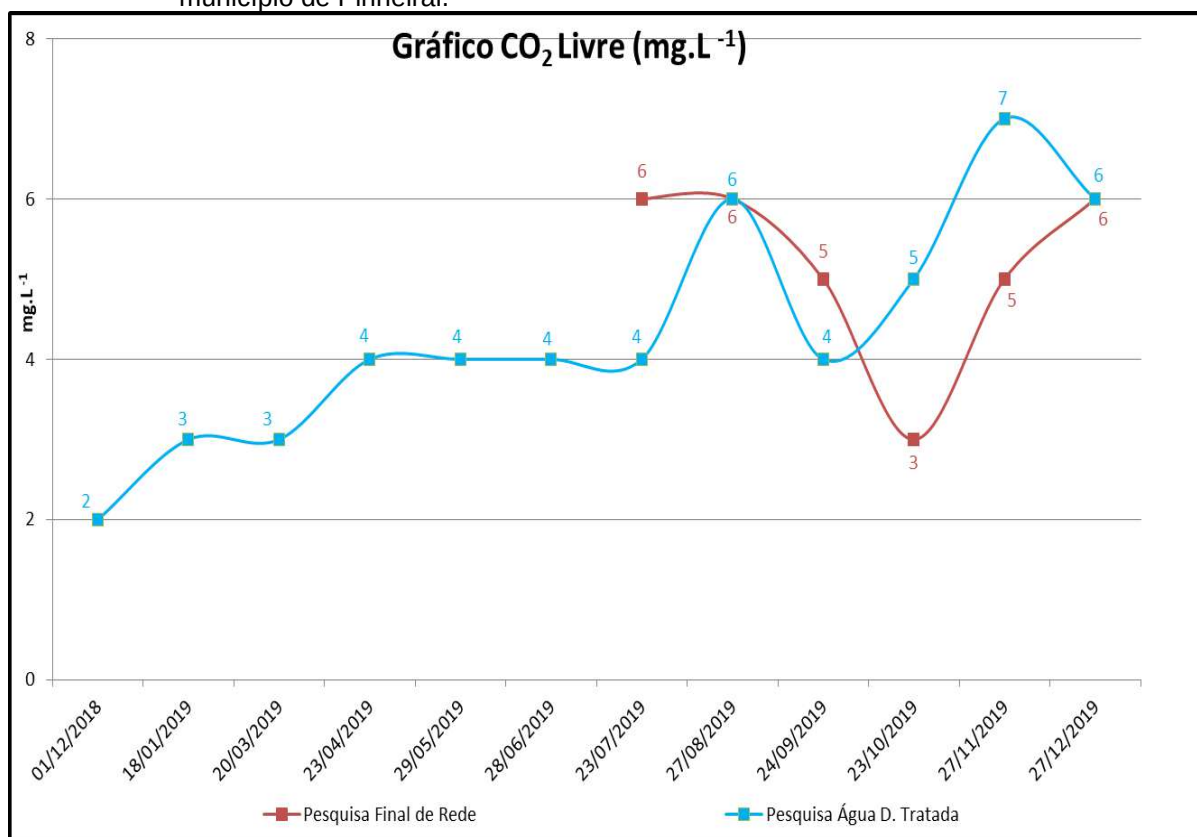


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.6 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

Apesar de não ter um valor definido de mínimo e máximo, nas análises de Pinheiral para este parâmetro, foram encontradas 2 mg.L^{-1} de mínima e 7 mg.L^{-1} de máxima. O gráfico 46 é criado com os seguintes valores de Pesquisa, Pesquisa Final Rede.

Gráfico 46 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

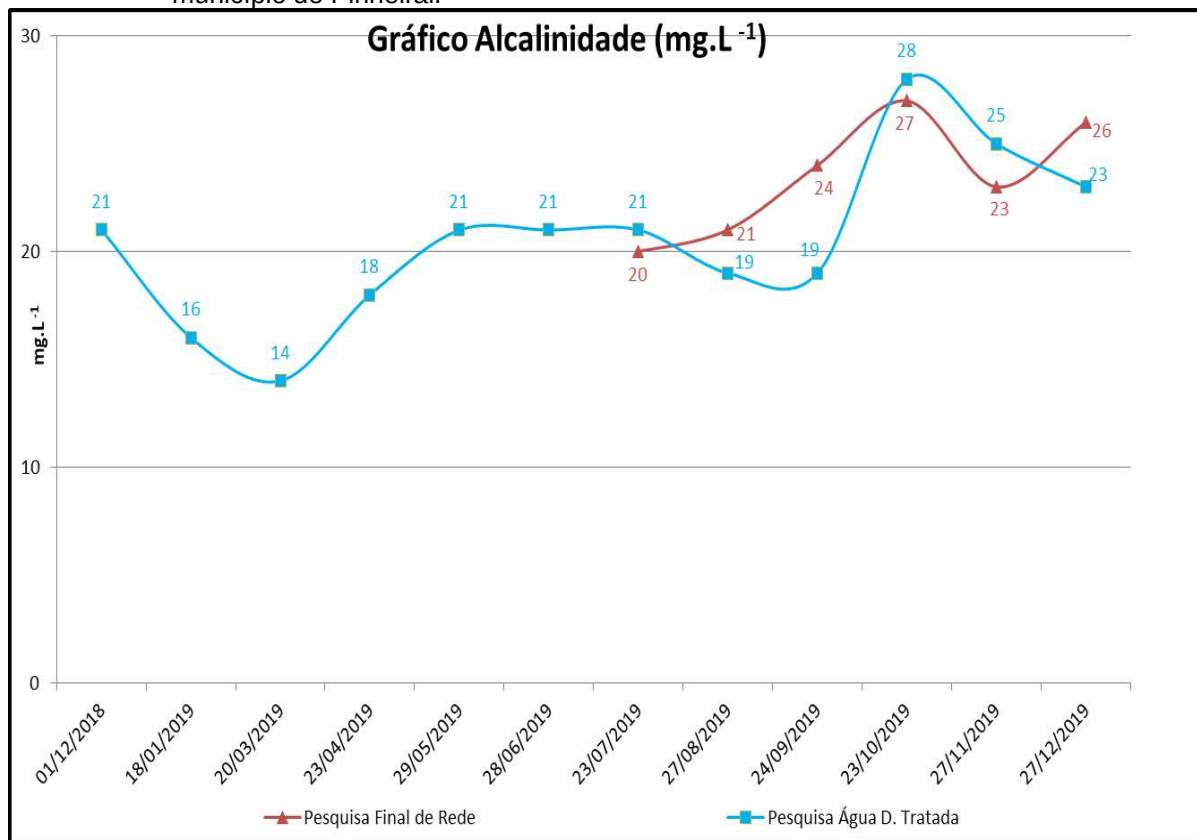


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.7 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

Este parâmetro encontra-se sem restrições de acordo com o padrão de potabilidade, não se tem um valor definido de mínimo e máximo. O gráfico 47 confronta os valores da Pesquisa, Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima é 14 mg.L⁻¹ e sua máxima é de 28 mg.L⁻¹.

Gráfico 47 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

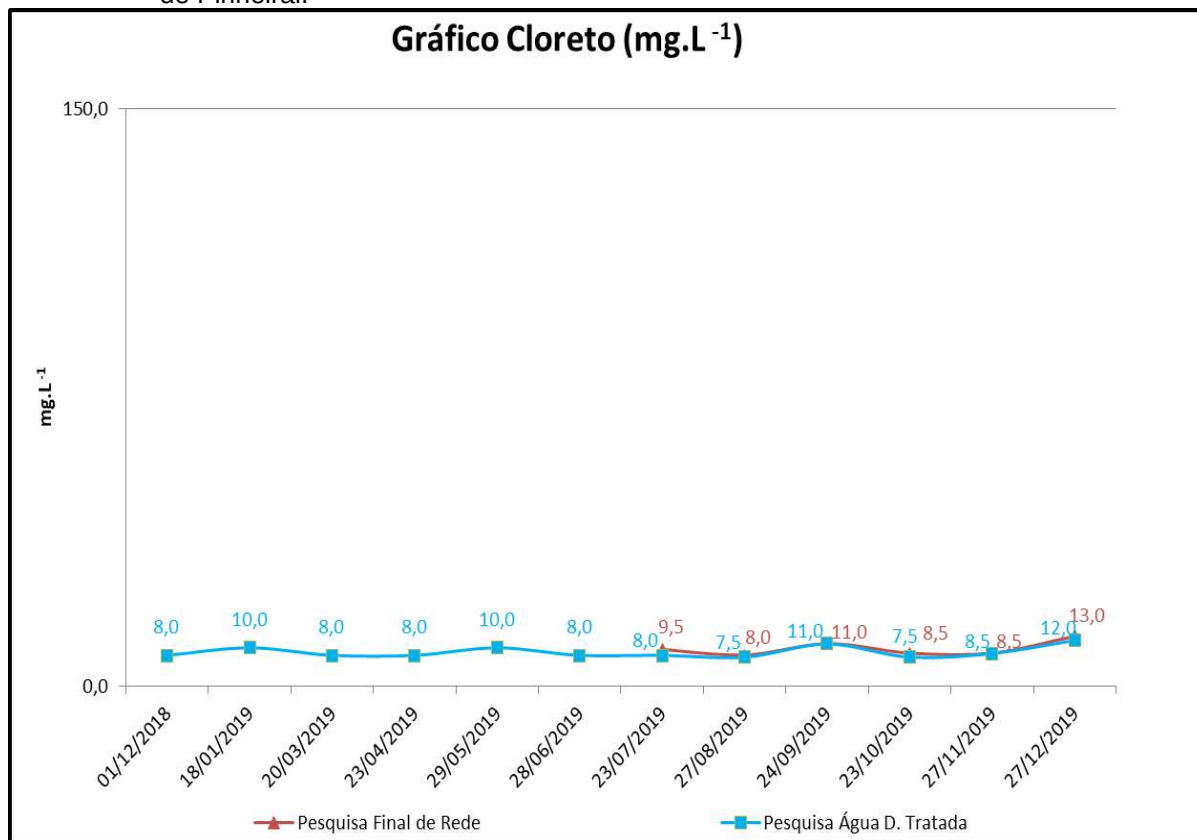


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.8 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Cloreto (mg.L^{-1})

Neste parâmetro, o município de Pinheiral ficou com mínima de $7,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e máxima $13,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O parâmetro Cloreto tem valor definido de máximo $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$ portanto, o parâmetro está de acordo com a Consolidação 5/2017. No gráfico 48 são apresentados os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede.

Gráfico 48 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

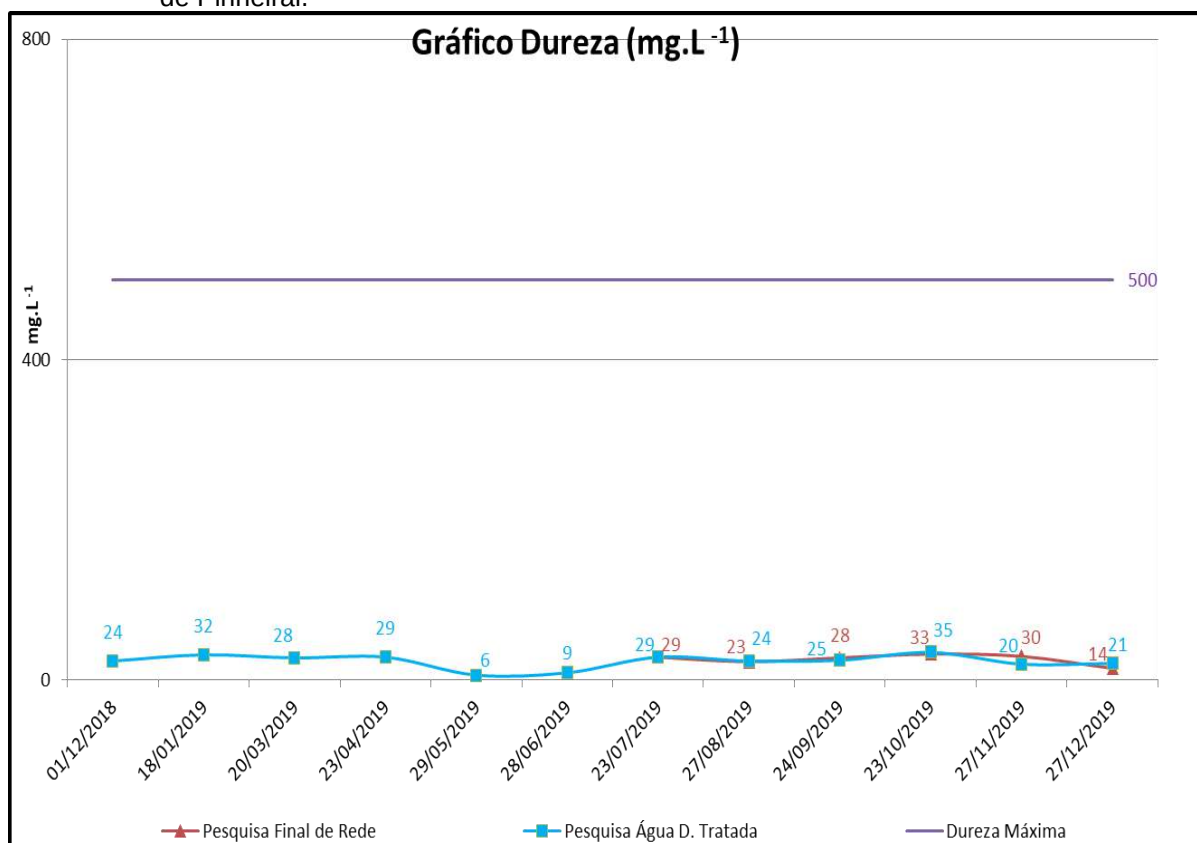


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.9 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Dureza (mg.L^{-1})

A Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 definiu este parâmetro com valor máximo de 500 mg.L^{-1} . O gráfico 49 representa os valores da Pesquisa e Pesquisa Final Rede. Neste parâmetro sua mínima e máxima são 6 e 35 mg.L^{-1} respectivamente.

Gráfico 49 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.

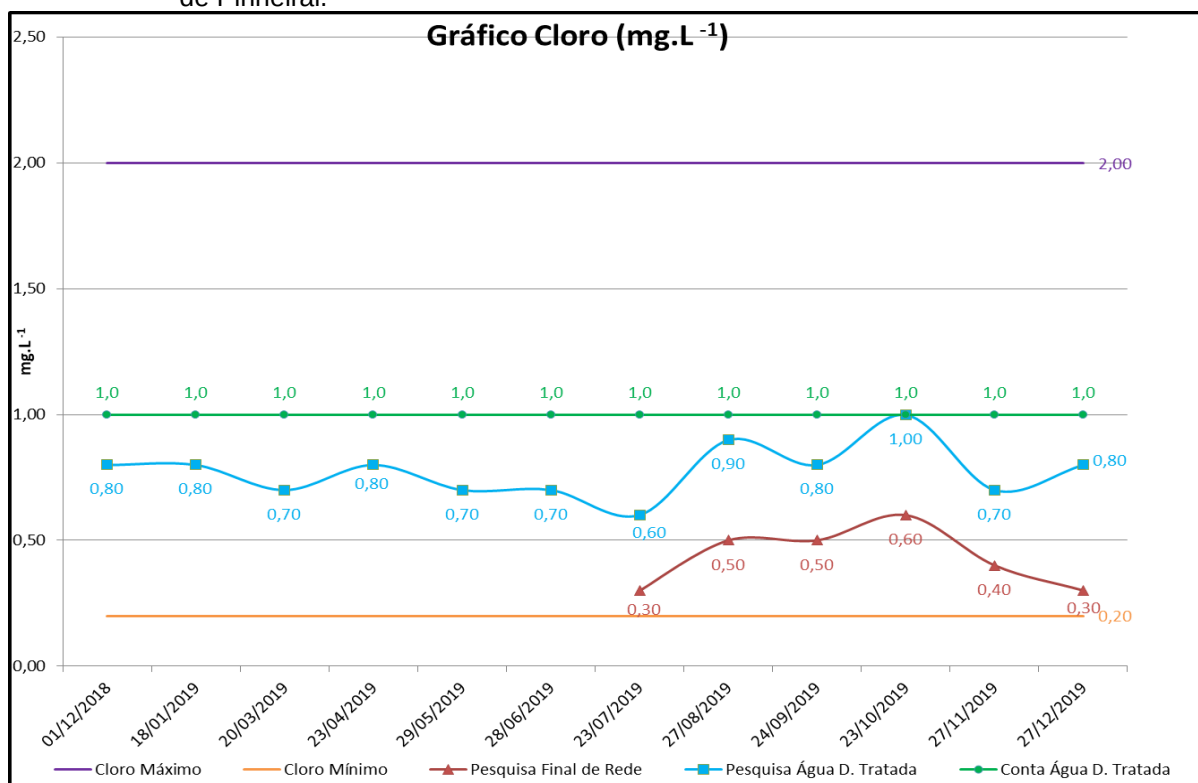


Fonte: O Autor, 2020.

6.5.10 Gráfico comparativo da água tratada de Pinheiral – Cloro (mg.L^{-1})

A concessionária que administra o município de Pinheiral sempre apresenta o mesmo valor em suas contas de $1,00 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico 50 avalia as informações para este parâmetro (Pesquisa, Pesquisa Final de Rede e valores das Contas) e Pinheiral não apresentou nenhuma anormalidade para este parâmetro, sua mínima é de $0,30 \text{ mg.L}^{-1}$ e máxima com $1,00 \text{ mg.L}^{-1}$. De acordo com o padrão de potabilidade, o máximo do cloro permitido na água é de $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$ e o mínimo de $0,20 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 50 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água tratada coletadas no município de Pinheiral.



7 CLASSIFICAÇÃO DAS CONCESSIONÁRIAS EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA FORNECIDA

7.1 Índice de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA–CCME)

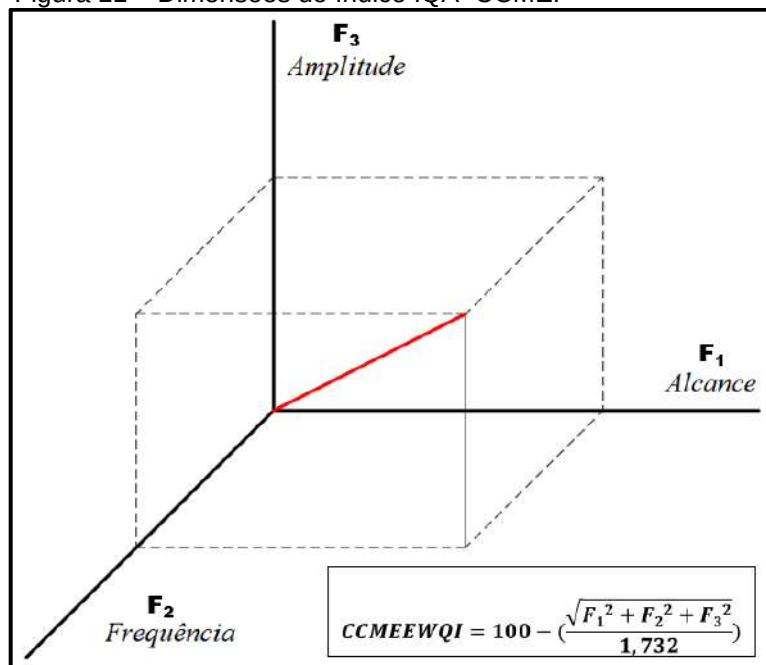
O IQA desenvolvido pelo órgão de meio ambiente do Canadá, conhecido como IQA–CCME, foi proposto através de um subcomitê criado em 1997, formado por dois grupos, Water Quality Guidelines Task Group e State of the Environment Task Group. Esse subcomitê foi criado com o objetivo de analisar os IQAs existentes no país e para desenvolver um novo índice nacional, que pudesse ser utilizado por todas as províncias e territórios do Canadá, simplificando a divulgação da qualidade das águas. Assim, foi proposto o IQA–CCME, que é uma adaptação de dois outros índices canadenses adotados nas províncias do Canadá, baseado na fórmula do IQA do British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks (BCWQI) com incorporações do índice desenvolvido pela Albert Environment (CCME, 2001).

A metodologia matemática de aplicação do IQA–CCME é estatística, baseada na frequência das falhas relativas às condições esperadas de qualidade da água, indicadas pelos padrões de qualidade da legislação ou por critérios de qualidade cientificamente fundamentados. A formulação do índice é baseada em uma combinação de três medidas ou fatores de conformidade ou de desvio de um padrão ou objetivo estabelecido para a qualidade de água desejada (abastecimento público, recreação, vida aquática, irrigação, etc.). Esses três fatores variam na escala de zero a cem e consistem em:

- a) Alcance (F_1) abrangência do impacto causado por uma não conformidade;
- b) Frequência (F_2) frequência com a qual ocorreu a não conformidade;
- c) Amplitude (F_3) medição do quanto de desvio ocorreu entre o valor não conforme e aquele estabelecido pelo padrão de qualidade de água ou pelo objetivo escolhido.

A junção desses três fatores cria um vetor em um espaço imaginário de não conformidade, cujo comprimento é dimensionado para o intervalo entre zero e cem (figura 11). O valor de cem é subtraído da norma do vetor para produzir um índice de valor zero ou próximo à zero para a qualidade da água muito ruim, e próximo a cem para água de excelente qualidade (SANTOS, 2016).

Figura 11 – Dimensões do índice IQA–CCME.



Fonte: Terrado, 2010.

O Alcance (F_1) representa a porcentagem de parâmetros que estiverem em não conformidade com os seus padrões, pelo menos uma vez durante o período de tempo considerado, em relação ao número total de parâmetros no monitoramento (CCME, 2001). A equação é expressa por:

$$F1 = \frac{\text{Número de análises não conforme}}{\text{Número de parâmetros monitorados}} \times 100 \quad (1)$$

A Frequência (F_2) representa a porcentagem de análises individuais que não atendem aos padrões estabelecidos para seus parâmetros (CCME, 2001):

$$F2 = \frac{\text{Número de análises não conforme}}{\text{Número de análises realizadas}} \times 100 \quad (2)$$

A Amplitude (F_3) é obtida pela discrepância entre o valor desejado e medido, e é calculada em três passos: discrepâncias (Δ); soma normalizada das discrepâncias ($\Sigma n\Delta$), e por fim o cálculo da amplitude (CCME, 2001).

Cálculo das discrepâncias (Δ) – O valor representa quanto uma concentração individual é maior do que o valor padrão do seu parâmetro (ou menor que, quando o padrão é um mínimo), é denominada "Discrepância", e é expressa como se segue (CCME, 2001):

Quando o valor da análise não deve exceder o padrão, mas isto acontece:

$$Discrepância = \frac{\text{Valor da análise não conforme}}{\text{Valor Padrão}} - 1 \quad (3)$$

Para os casos em que o valor da análise não deve ser inferior ao padrão, mas isto acontece:

$$Discrepância = \frac{\text{Valor Padrão}}{\text{Valor da análise não conforme}} - 1 \quad (4)$$

Cálculo da soma normalizada das discrepâncias ($\sum n\Delta$) – A quantidade coletiva das análises individuais não conformes é calculada somando-se as discrepâncias das análises individuais com relação aos padrões estabelecidos e dividindo o Resultados pelo número total de análises. Essa variável, chamada de soma normalizada das discrepâncias ($\sum n\Delta$), é calculada da seguinte forma (CCME, 2001):

$$\sum n\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n Discrepancia}{N^{\circ} \text{ total de análises}} \quad (5)$$

O F_3 é então calculado por uma função assintótica, a qual escalona a soma normalizada das discrepâncias ($\sum n\Delta$), para obter uma variação entre 0 e 100 (CCME, 2001).

$$F3 = \frac{\sum n\Delta}{0,01 \times \sum n\Delta + 0,01} \quad (6)$$

Após o cálculo dos três fatores (F_1 , F_2 e F_3) mostrados anteriormente, o IQA-CCME é calculado pela soma desses fatores como se fossem vetores, ou seja, a soma dos quadrados de cada fator é, por conseguinte, igual ao quadrado do índice. Esta abordagem trata o índice como um espaço tridimensional definido por cada um dos fatores ao longo de um eixo, com este modelo, as mudanças no índice ocorrerão em proporção direta com alterações em todos os três fatores (CCME, 2001).

$$IQA-CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2}}{1,732} \right) \quad (7)$$

O fator 1,732, matematicamente igual a $\sqrt{3}$, foi introduzido para dimensionar o índice entre 0 e 100, uma vez que os fatores individuais do IQA–CCME podem chegar até 100, fazendo com que o comprimento do vetor possa chegar a 173,2 (LUMB; HALLIWELL; SHARMA, 2006). Os valores calculados são divididos em cinco categorias descritivas, conforme demonstrado na tabela 37. A descrição das categorias refere-se a “condições naturais” da água, porém essa descrição é adaptável já que o índice pode ser utilizado para verificar a qualidade da água em relação a outras condições pré-estabelecidas que não a natural.

Tabela 37 – Categorização da qualidade da água pelo IQA–CCME.

Categoria	Faixa de Valor	Descrição
Excelente	95 – 100	Protegida com uma ausência virtual de ameaça ou comprometimento, condições muito próximas dos níveis naturais ou primitivos.
Boa	80 – 94	Protegida com apenas um menor grau de ameaça ou comprometimento, as condições raramente se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
Mediana	65 – 79	Protegida mas ocasionalmente ameaçada ou prejudicada, as condições às vezes se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
Marginal	45 – 64	Frequentemente ameaçada ou prejudicada, as condições geralmente se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
Ruim	00 – 44	Quase sempre ameaçada ou prejudicada, as condições geralmente se afastam de níveis naturais ou desejáveis.

Fonte: Adaptado de CCME pelo Autor, 2001.

As vantagens do IQA–CCME incluem: adaptabilidade a diferentes requisitos legais e a diferentes usos da água, simplificações estatísticas de dados variados, tolerância à falta de dados e clareza na apresentação para comunicação com o público em geral, sobre as condições da qualidade da água. Entre os vários índices em uso para informar a qualidade das águas, o IQA–CCME se mostra como um dos mais flexíveis pela possibilidade de escolha dos parâmetros que serão analisados, conforme o objetivo do monitoramento e considerando as possíveis contaminações. Tais definições cabem ao profissional responsável pelo monitoramento e devem ser realizadas antes do cálculo do índice. O CCME recomenda que sejam utilizados ao menos quatro parâmetros, amostrados pelo menos quatro vezes cada um e para cada parâmetro devem estar definidos valores máximos e/ou mínimos do padrão de

qualidade da água ou se estabelece um objetivo de qualidade de água (CCME, 2001). As limitações dos outros índices pela rigidez quanto ao número e tipo de parâmetros, podem ser superadas utilizando-se o IQA–CCME, que, é capaz de reunir os resultados de inúmeros parâmetros em um único número (LUMB; HALLIWELL; SHARMA, 2006).

Desvantagens: a falta de diretrizes para a escolha de quais parâmetros devem ser utilizados e sobre as concentrações específicas para cada região e para cada uso da água, deixando toda a responsabilidade com o usuário do índice; além da atribuição do mesmo nível de importância para todos os parâmetros; e o funcionamento inadequado do fator de alcance (F1) (que tem muito peso no índice), quando se dispõe de poucos parâmetros ou quando eles são fortemente relacionados (SANTOS, 2016).

O julgamento do profissional responsável pela aplicação do índice é essencial na determinação de quais e quantos parâmetros devem ser incluídos no seu cálculo para melhor resumir a qualidade da água em uma determinada região, considerando o objetivo do monitoramento. O IQA–CCME pode ser usado para a identificação de alterações ao longo do tempo e para comparações, no caso se as avaliações possuem os mesmos objetivos, os mesmos padrões de qualidade e com os mesmos parâmetros (CCME, 2001).

7.2 Classificação Regional

Já existe no Brasil uma classificação das empresas de saneamento. O programa Trata Brasil já vem ao longo dos anos publicando em suas revistas, as melhores empresas que realizam o tratamento da água e o tratamento do esgoto. Eles analisam também, se a empresa, além do tratamento convencional, fazem outro tipo de tratamento para melhorar a qualidade da água para a população como o uso de carvão ativado ou membranas.

Com base no programa Trata Brasil, o presente trabalho analisou a qualidade da água bruta e tratada distribuída nos municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, com o objetivo de criar uma classificação regional através da aplicação do Índice de Qualidade de Água (IQA) desenvolvido pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) em 1997. Para aplicação

do IQA–CCME, foram realizadas 780 análises para a água bruta e 1.080 análises para a água tratada no período de 1 ano. Os índices foram calculados sobre 13 parâmetros para a água bruta e 13 parâmetros para a água tratada distribuída (Temperatura, pH, Dureza, Cloreto, Fluoreto, Turbidez, Coliforme Total, Coliforme Fecal, Alcalinidade, CO₂ livre e Cor, Bactérias Heterotróficas e Cloro Residual) e 10 para a água tratada distribuída final de rede (Temperatura, pH, Dureza, Cloreto, Fluoreto, Turbidez, Alcalinidade, CO₂ livre, Cor e Cloro Residual). Os valores mínimos e máximos permitidos para cada parâmetros foram estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 e Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Para as amostras de final de rede foram realizadas somente as análises de Temperatura, pH, Dureza, Cloreto, Fluoreto, Turbidez, Alcalinidade, CO₂ livre e Cor, e Cloro Residual.

Para que a classificação da água tratada não desfavoreça nenhuma concessionária dos municípios estudados, foram realizados 2 cálculos, o primeiro utilizando apenas os valores encontrados na pesquisa da água tratada e final de rede (tabela 40). Para o segundo cálculo, além de utilizar os valores encontrados na pesquisa da água tratada e final de rede, agregou-se os valores do SISAGUA e os valores que constam nas contas das concessionárias (tabela 41).

Após os devidos cálculos, decidiu-se levar em consideração apenas os cálculos da primeira consideração para a classificação.

O segundo cálculo estava mascarando a realidade, visto que, nas contas das concessionárias, os valores dos parâmetros se repetem em todos os meses durante o período estudado e são bem diferentes dos valores encontrados na pesquisa. Já para os valores dos parâmetros no SISAGUA, existem muitas falhas ou ausências de dados. Estes resultados quando inseridos nos cálculo, aumenta o número de análises realizadas e parâmetros analisados e diminui o número de parâmetros não conforme e amostras não conforme, fazendo com que o município, após os cálculos, pareça ter uma água com melhor qualidade o que pode ser observado na tabela 41.

As águas brutas também foram classificadas de acordo com os cálculos do IQA–CCME, o que pode ser visto na tabela 42, já na tabela 43 foi feita uma classificação das águas brutas de acordo com os parâmetros bacteriológicos tabelas de referências 44 a 48.

Na tabela 38, são demonstrados os dados agrupados como: parâmetros não conforme; análises não conforme; total de parâmetros analisados e o total de análises realizadas da água distribuída e água distribuída final de rede usados para o cálculo.

Tabela 38 – Valores de cada município para cálculo do IQA–CCME.

Município de Resende			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Total de análises realizadas
2	12	23	216
Município de Porto Real			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Total de análises realizadas
9	44	23	216
Município de Barra Mansa			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Total de análises realizadas
4	6	23	216
Município de Volta Redonda			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Total de análises realizadas
3	4	23	216
Município de Pinheiral			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Total de análises realizadas
5	20	23	216

Fonte: O Autor, 2020.

Após fazer os cálculos (1 e 2), estabelecendo os critérios do IQA–CCME no Apêndice “C” (p. 323), foi possível criar a classificação regional, para esta classificação foi utilizado o modelo de classificação do IQA–CCME (tabela 39) como referência:

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020.

Os resultados apontaram que a melhor qualidade de água distribuída nos municípios estudados, foi em Volta Redonda (classificada como boa e IQA–CCME de 89,99), seguida por Resende (boa com 86,64), Barra Mansa obteve o IQA–CCME de 86,60 bem próximo ao segundo lugar. A água do município de Pinheiral já apresentou qualidade mediana com IQA–CCME de 48,04. A pior qualidade de água distribuída é em Porto Real onde obteve o IQA–CCME mais baixo 37,71, segundo os critérios de qualificação adotados.

7.3 Classificação de acordo ao IQA–CCME

Com os cálculos do IQA–CCME prontos, é possível classificar as concessionárias da região segundo os valores do índice (tabela 40) e também classificar a água bruta (tabela 42).

As águas de Volta Redonda, Resende e Barra Mansa foram classificadas como “boas”, mas ainda tem que melhorar para chegarem ao nível “excelente”. As águas de Pinheiral e Porto Real nos causa uma certa preocupação em relação à qualidade de água distribuída, o ideal seria rever o sistema de tratamento. Às vezes, com simples ajustes nas rotinas de trabalho, pode melhorar a qualidade da água distribuída.

Tabela 40 – Classificação considerando Água Tratada e Água Tratada Final de Rede.

	Município	Classificação	Cálculo 1 IQA–CCME
1º	Volta Redonda	BOM	89,99
2º	Resende	BOM	86,64
3º	Barra Mansa	BOM	86,60
4º	Pinheiral	MARGINAL	48,04
5º	Porto Real	RUIM	37,71

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 41 – Classificação considerando Água Tratada e Água Tratada Final de Rede.

	Município	Classificação	Cálculo 2 IQA–CCME	Diferença de cálculo (2-1)
1º	Volta Redonda	BOM	91,11	1,12
2º	Barra Mansa	BOM	91,07	4,46
3º	Resende	BOM	90,09	2,16
4º	Pinheiral	BOM	54,57	6,53
5º	Porto Real	MEDIANA	50,13	12,42

Fonte: O Autor, 2020.

As águas de Resende e Volta Redonda, não apresentaram nenhum parâmetro fora da faixa do CONAMA nº 357/2005. Resende e Volta Redonda ficaram em primeiro lugar classificadas como “Excelente”, seguida por Barra Mansa, Pinheiral e Porto Real classificadas como “BOM”.

Tabela 42 – Classificação considerando água bruta.

	Município	Classificação	IQA–CCME
1º	Resende	EXCELENTE	100,0000
2º	Volta Redonda	EXCELENTE	100,0000
3º	Barra Mansa	BOM	94,1293
4º	Pinheiral	BOM	94,1341
5º	Porto Real	BOM	94,1345

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 43 – Classificação considerando água bruta em relação aos parâmetros bacteriológicos.

	Município	Classificação	% Concentração Bactérias
1º	Resende	EXCELENTE	Baixo
2º	Porto Real	BOM	Médio
3º	Pinheiral	BOM	Médio
4º	Barra Mansa	MEDIANA	Alto
5º	Volta Redonda	RUIM	Alto

Fonte: O Autor, 2020.

8 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

Para a criação dos gráficos da água bruta, foi levado em conta apenas os valores obtidos pela pesquisa, isso se deve ao fato de que não existe dados da água bruta no SISAGUA e as concessionárias não são obrigadas a demonstrar estes dados em suas respectivas contas. Estes gráficos são apenas para termos noção do comportamento das águas brutas captadas para tratamento. Para as concessionárias que vão tratar estas águas, é de grande importância saber estas informações, pois estão diretamente ligadas à quantidade de produtos químicos que vão ser usados no tratamento.

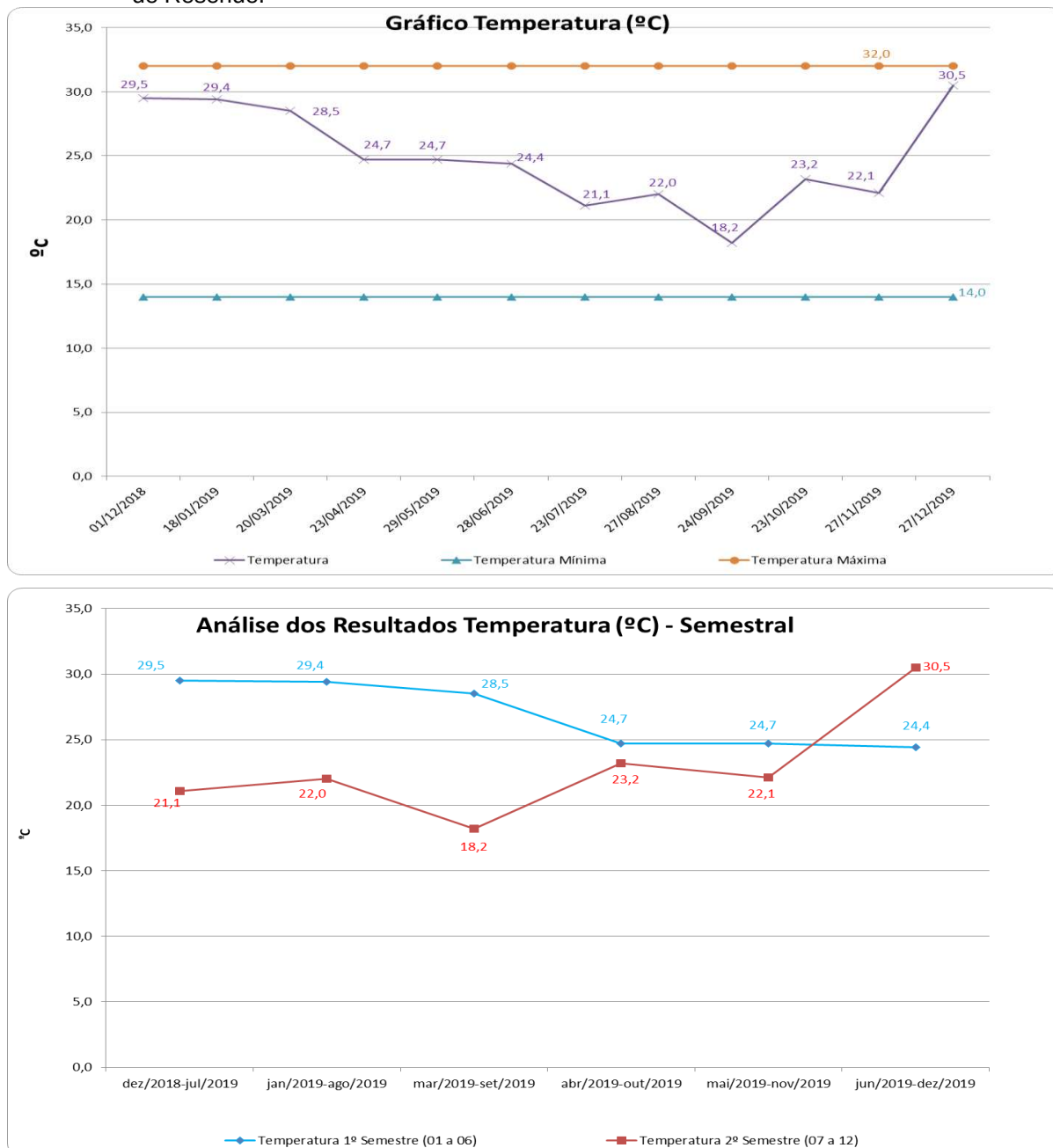
8.1 Água Bruta Resende – Temperatura (°C)

O parâmetro Temperatura interfere na velocidade das reações químicas, os ambientes aquáticos brasileiros apresentam em geral, temperaturas na faixa de 20 °C a 30 °C (ZUIN, IORIATTI, MATHEUS; 2009), para efeito de comparação, no gráfico 51 foram usados os valores das temperaturas máximas e mínima do município (p. 65), que é de 14,0 a 32,0 °C. As análises realizadas no parâmetro temperatura, nas águas brutas do município de Resende, estão dentro do padrão. A coleta do dia 27/12/2019, registrou o maior valor encontrado para este parâmetro 30,5 °C.

As temperaturas das águas brutas encontradas nas análises entre dezembro/2018 a junho/2019 foram as maiores, enquanto que as de julho/2019 a novembro/2019, foram as mais baixas, em dezembro/2019, a temperatura voltou a subir tornando este mês o mais quente da série estudada.

Para a criação dos gráficos (51 a 60) do município de Resende foi utilizado como referência a tabela 44.

Gráfico 51 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

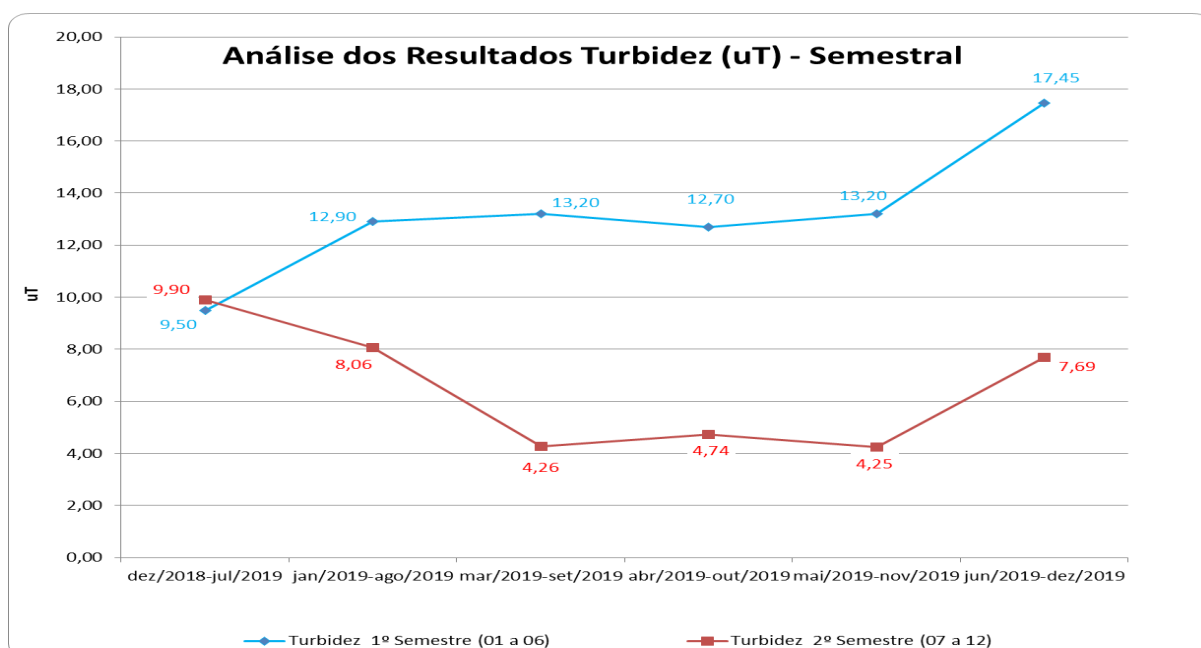
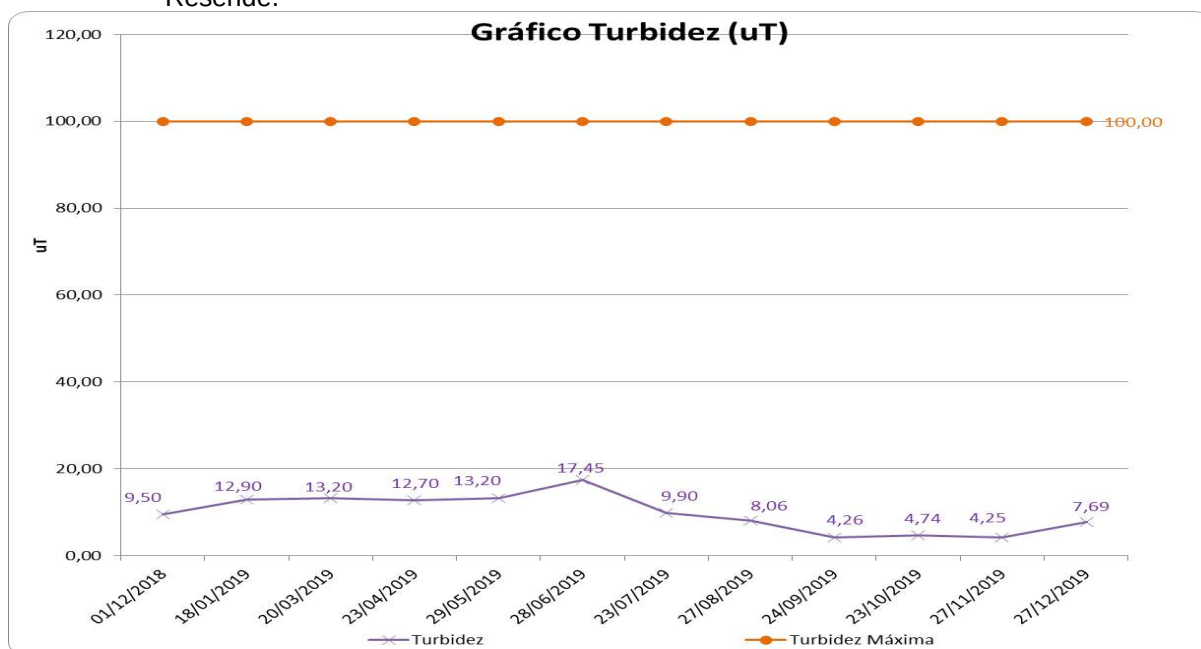
8.1.1 Água Bruta Resende – Turbidez (uT)

O parâmetro Turbidez para a água bruta, tem seu limite de $\leq 100,00$ uT. As análises realizadas no parâmetro turbidez da água bruta (gráfico 52) no município de

Resende ,estão dentro do padrão. Sua mínima ficou em 4,25 uT e sua máxima 17,45 uT.

A turbidez das águas brutas encontradas nas análises entre janeiro/2019 a junho/2019 foram as maiores, enquanto que as de agosto/2019 a dezembro/2019 foram as mais baixas.

Gráfico 52 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

8.1.2 Água Bruta Resende – pH

Segundo o CONAMA nº 357/2005, para as águas brutas, o parâmetro pH tem como seu limite mínimo de 6,00 e no máximo 9,00. Após análise (gráfico 53), com todas as informações do pH durante o período estudado, o município de Resende apresentou-se dentro dos padrões. Sua mínima ficou em 6,33 e sua máxima 7,02. O que se pode notar é que, de dezembro 2018 a junho de 2019 o pH ficou mais elevado em comparação aos meses de julho a dezembro 2019, onde os resultados do pH foram menores.

Exceções:

Análise do dia 01/12/2018 que registrou o menor valor encontrado 6,33.

Análise do dia 23/07/2019 que registrou o maior valor encontrado 7,02.

Gráfico 53 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende. (Continua)

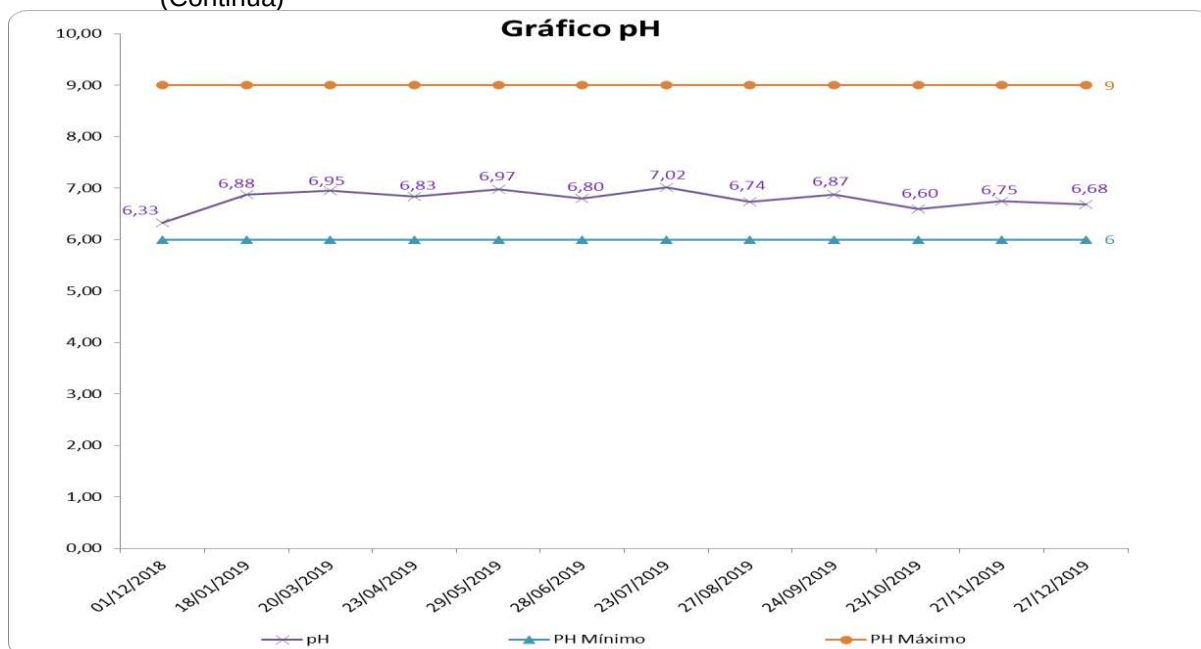
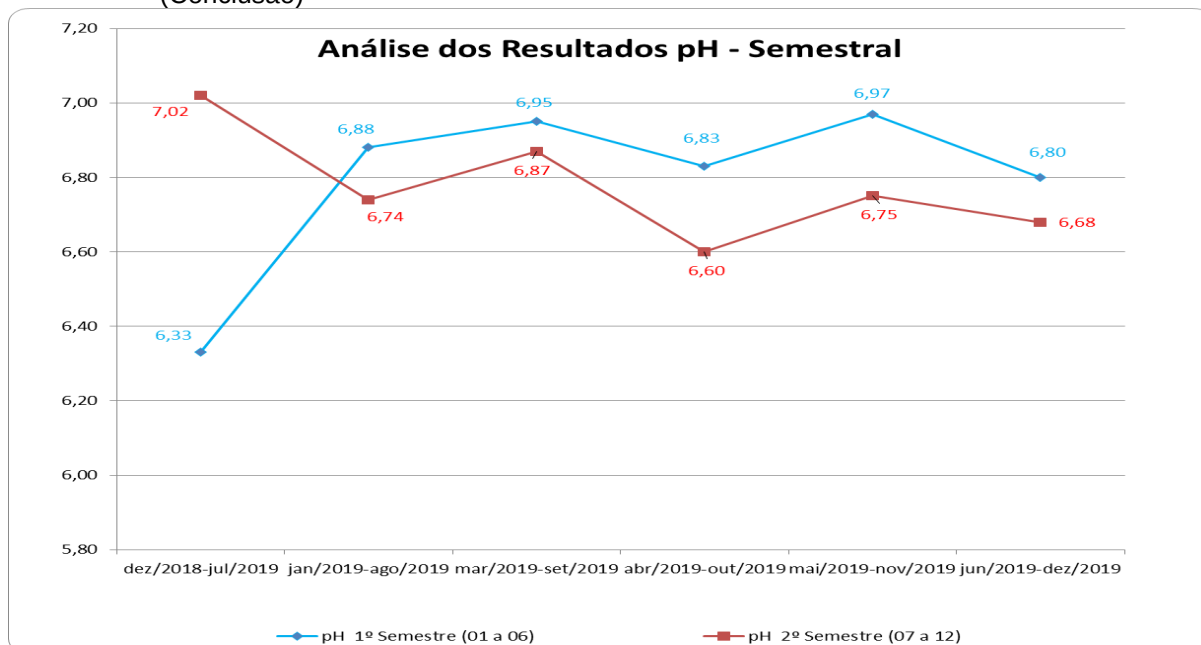


Gráfico 53 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende. (Conclusão)



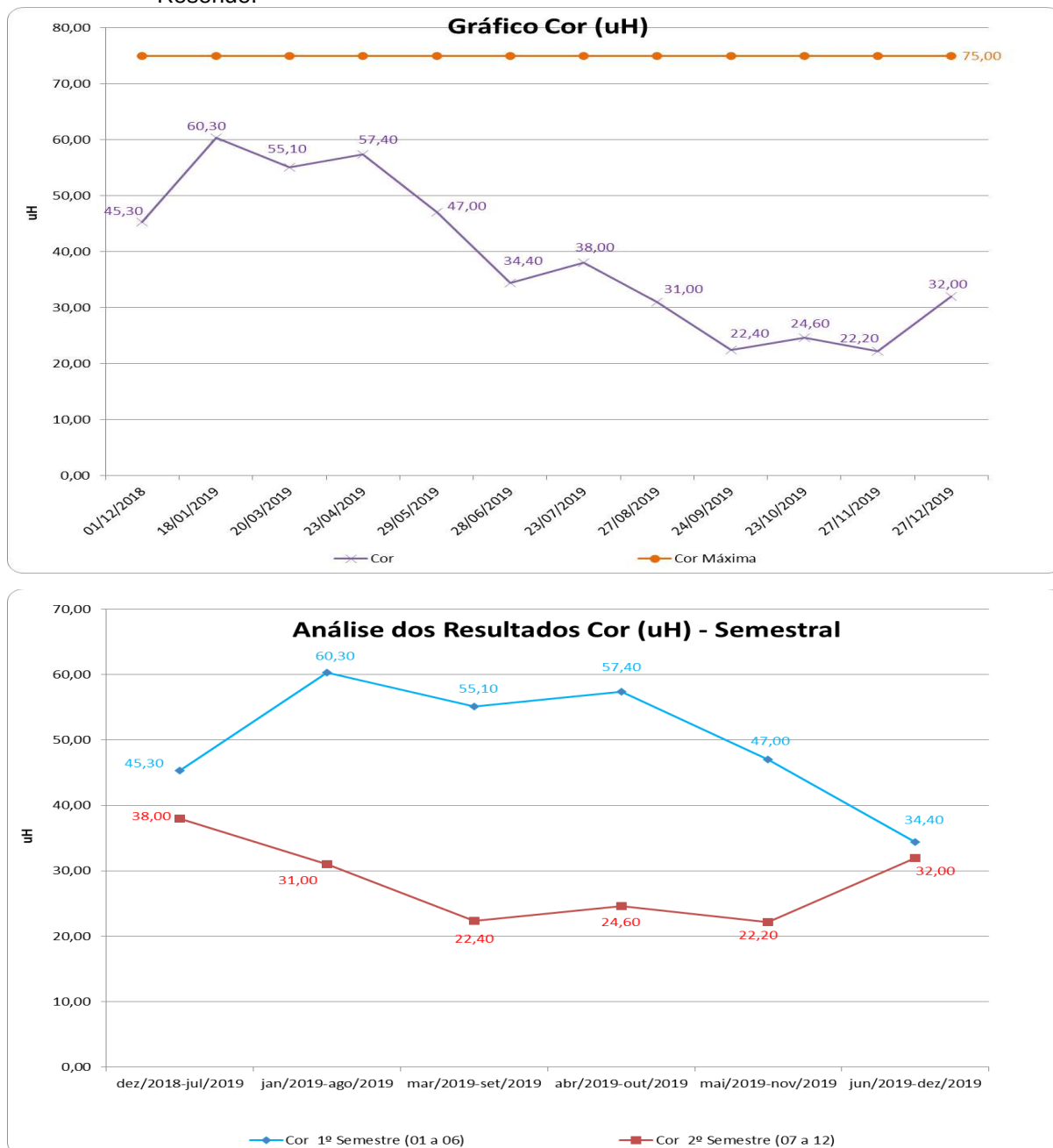
Fonte: O Autor, 2020.

8.1.3 Água Bruta Resende – Cor (uH)

No gráfico 54, foi analisado o parâmetro Cor ao qual seu limite máximo é de $\leq 75,00$ uH. Segundo as análises realizadas neste parâmetro, o município de Resende está dentro do padrão. Sua mínima ficou em 22,20 uH e sua máxima 60,30 uH.

A cor das águas brutas encontradas nas análises entre dezembro/2018 a junho/2019 foram as maiores, enquanto que as de julho/2019 a dezembro/2019 foram mais baixas.

Gráfico 54 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

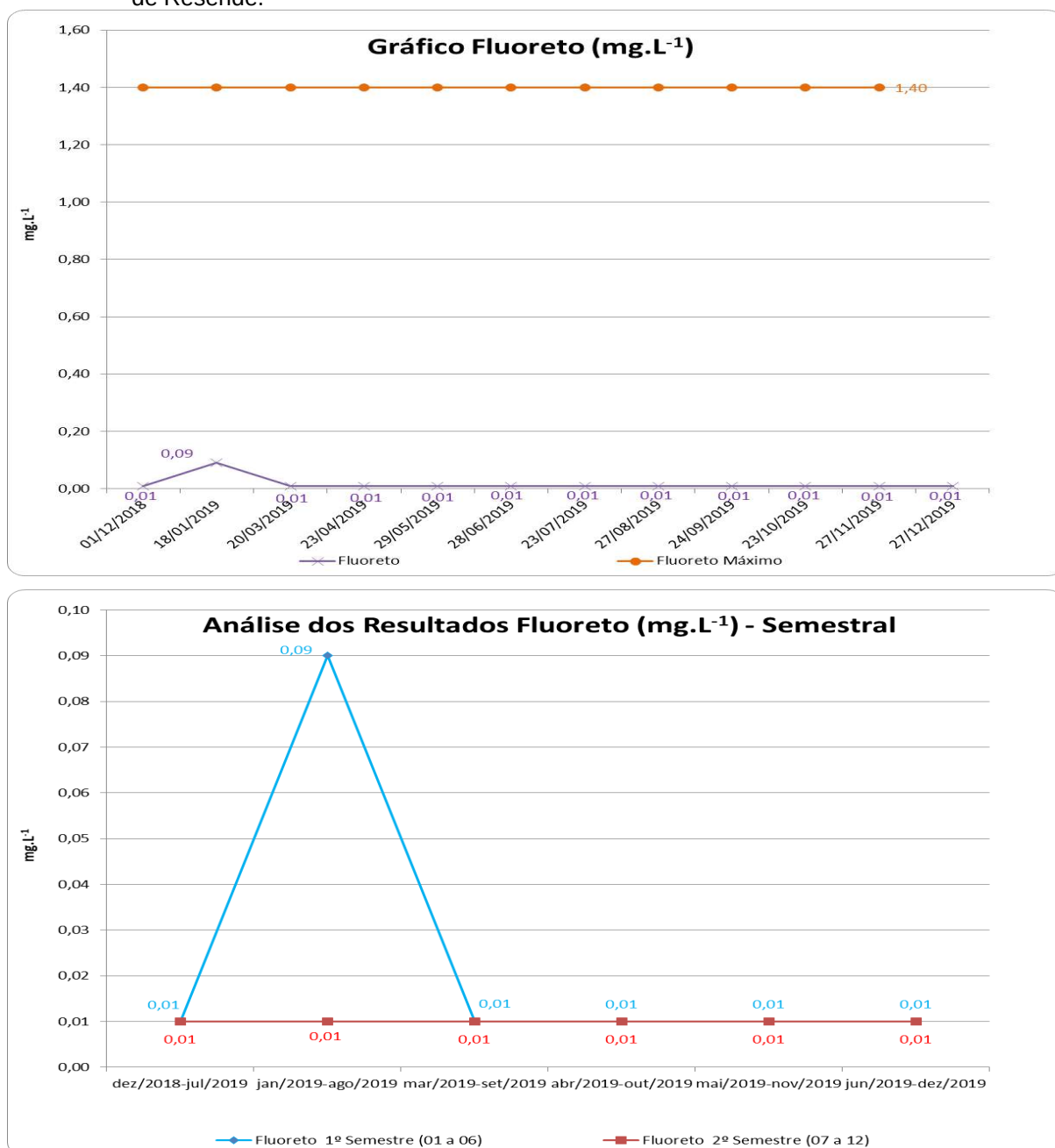
8.1.4 Água Bruta Resende – Fluoreto (mg.L^{-1})

Fluoreto possui uma faixa de valores de no máximo $\leq 1,40 \text{ mg.L}^{-1}$. As análises realizadas neste parâmetro para o município de Resende estão dentro do padrão o

que pode ser observado no gráfico 55. Sua mínima ficou em $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$.

O maior valor encontrado no parâmetro fluoreto das águas brutas foi em janeiro/2019 que foi de $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ enquanto as demais análises ficaram em $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 55 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

8.1.5 Água Bruta Resende – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)

O parâmetro CO₂ Livre deve ser conhecido e controlado para evitar corrosões nas tubulações, este parâmetro não tem restrição para as águas brutas, portanto o município de Resende está dentro do padrão. Sua mínima ficou em 2 mg.L⁻¹ e sua máxima 7 mg.L⁻¹ (gráfico 56).

Analisando o gráfico dos resultados pode-se observar que houve uma oscilação dos resultados comparados nas 6 primeiras análises. Ora o CO₂ Livre era igual, ora maior, e até menor que as outras 6 análises finais.

Gráfico 56 – Valores do CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende. (Continua)

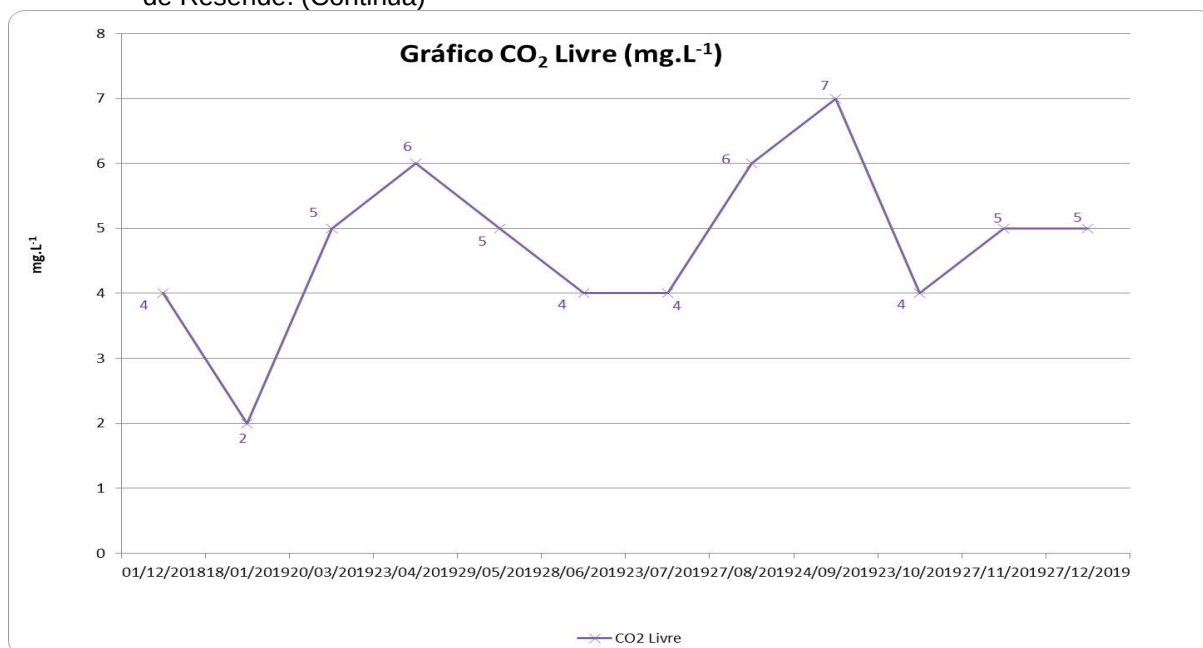
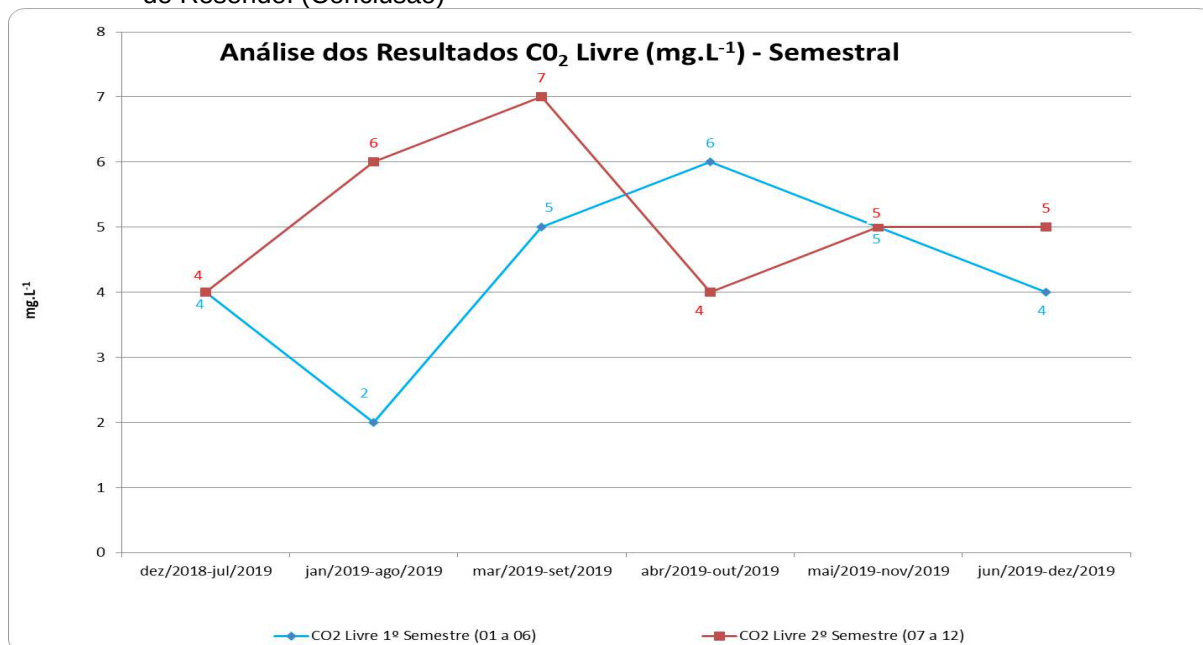


Gráfico 56 – Valores do CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende. (Conclusão)



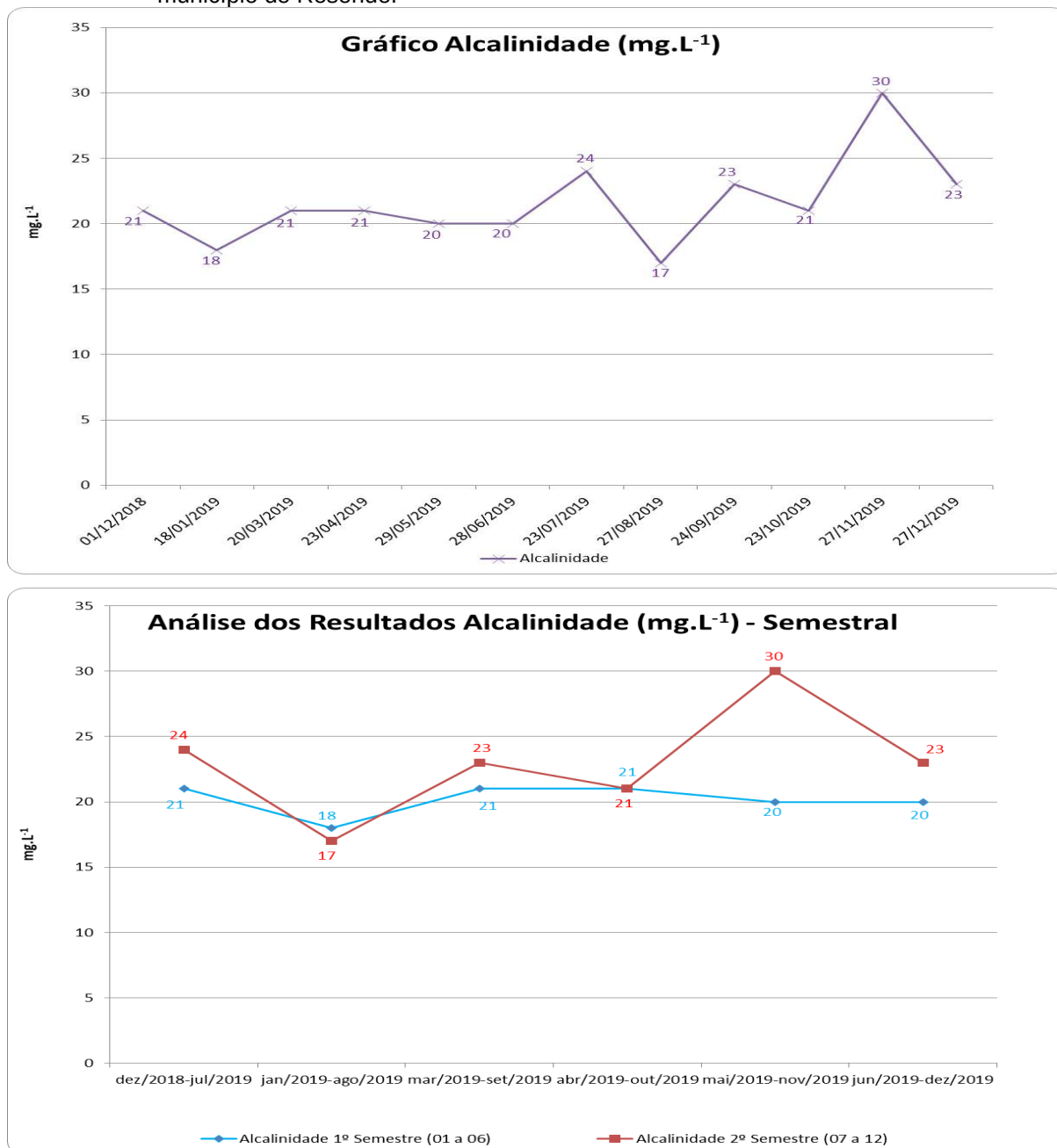
Fonte: O Autor, 2020.

8.1.6 Água Bruta Resende – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

Este parâmetro não tem restrição conforme o CONAMA nº 357/2005 para as águas brutas, sendo assim, o gráfico 57 demonstra que as análises deste parâmetro estão dentro dos padrões. Sua mínima ficou em 17 mg.L⁻¹ e sua máxima 30 mg.L⁻¹.

Os valores encontrados nas análises do segundo semestre (junho/2019 a dezembro/2019), de um modo geral foram superiores as análises do primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019).

Gráfico 57 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

8.1.7 Água Bruta Resende – Cloreto (mg.L^{-1})

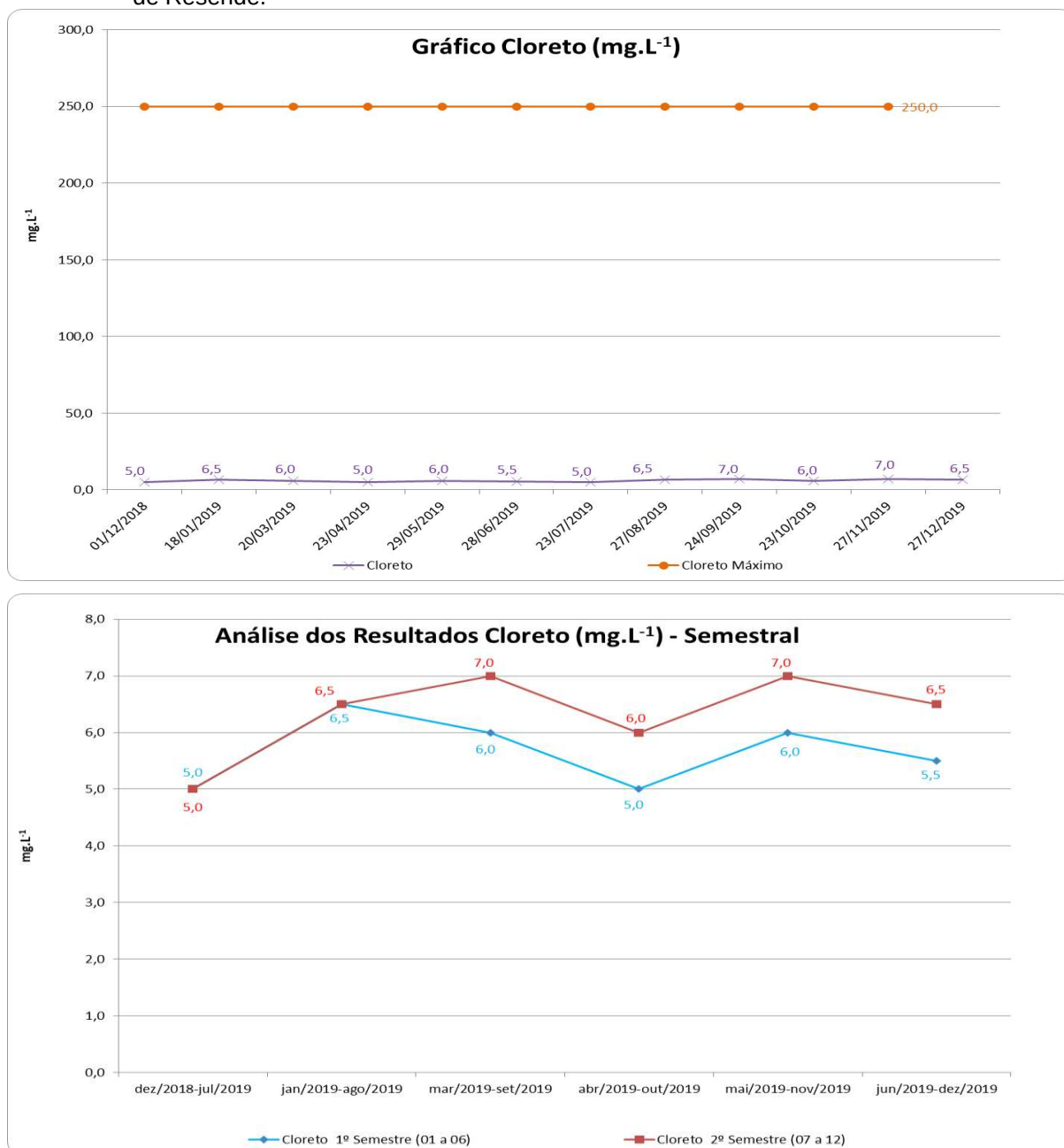
Cloreto pode restringir o uso da água em razão do sabor que ele confere e pelo efeito laxativo que ele pode provocar, este parâmetro possui o valor máximo de $\leq$

250,0 mg.L⁻¹. As águas brutas do município de Resende estão dentro do padrão. Sua mínima ficou em 5,0 mg.L⁻¹ e sua máxima 7,0 mg.L⁻¹.

Analisando o gráfico 58, pode-se observar que no resultado houve uma igualdade de valores entre dezembro/2018 a janeiro/2019 e julho/2019 a agosto/2019.

Depois os valores do segundo semestre (setembro/2019 a dezembro/2019), foram maiores que os valores do primeiro semestre (março/2019 a junho/2019).

Gráfico 58 – Valores do Cloreto (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

8.1.8 Água Bruta Resende – Dureza (mg.L⁻¹)

Mais um parâmetro ao qual o CONAMA nº 357/2005 não aplica restrições em suas faixas de valores para as águas brutas, portanto as análises do município de Resende estão dentro do padrão. Sua mínima ficou em 7 mg.L⁻¹ e sua máxima 32 mg.L⁻¹.

No gráfico 59 pode-se observar que os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019) foram superiores aos resultados encontrados no primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019).

Gráfico 59 – Valores da Dureza (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.(Continua)

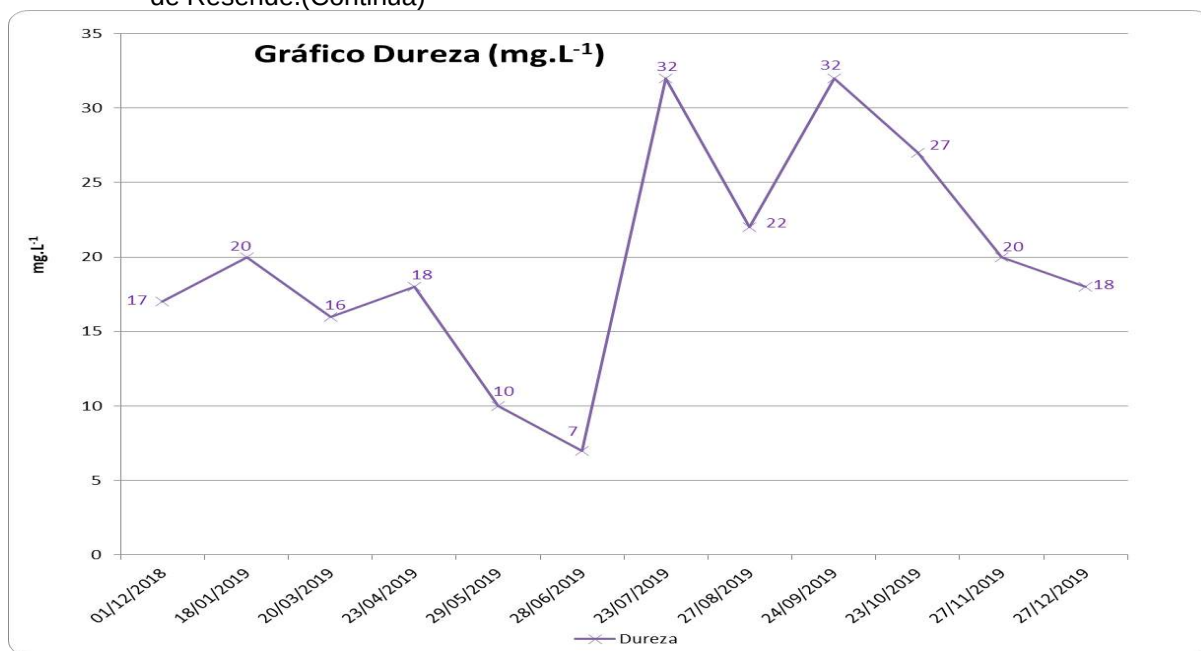
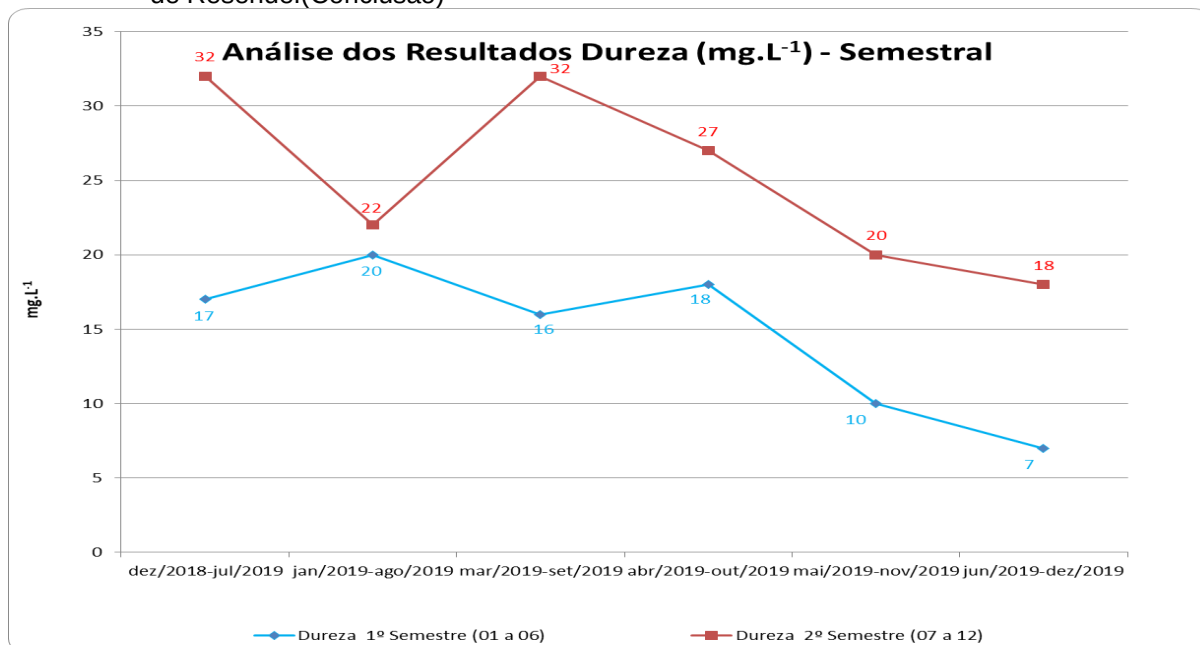


Gráfico 59 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende. (Conclusão)



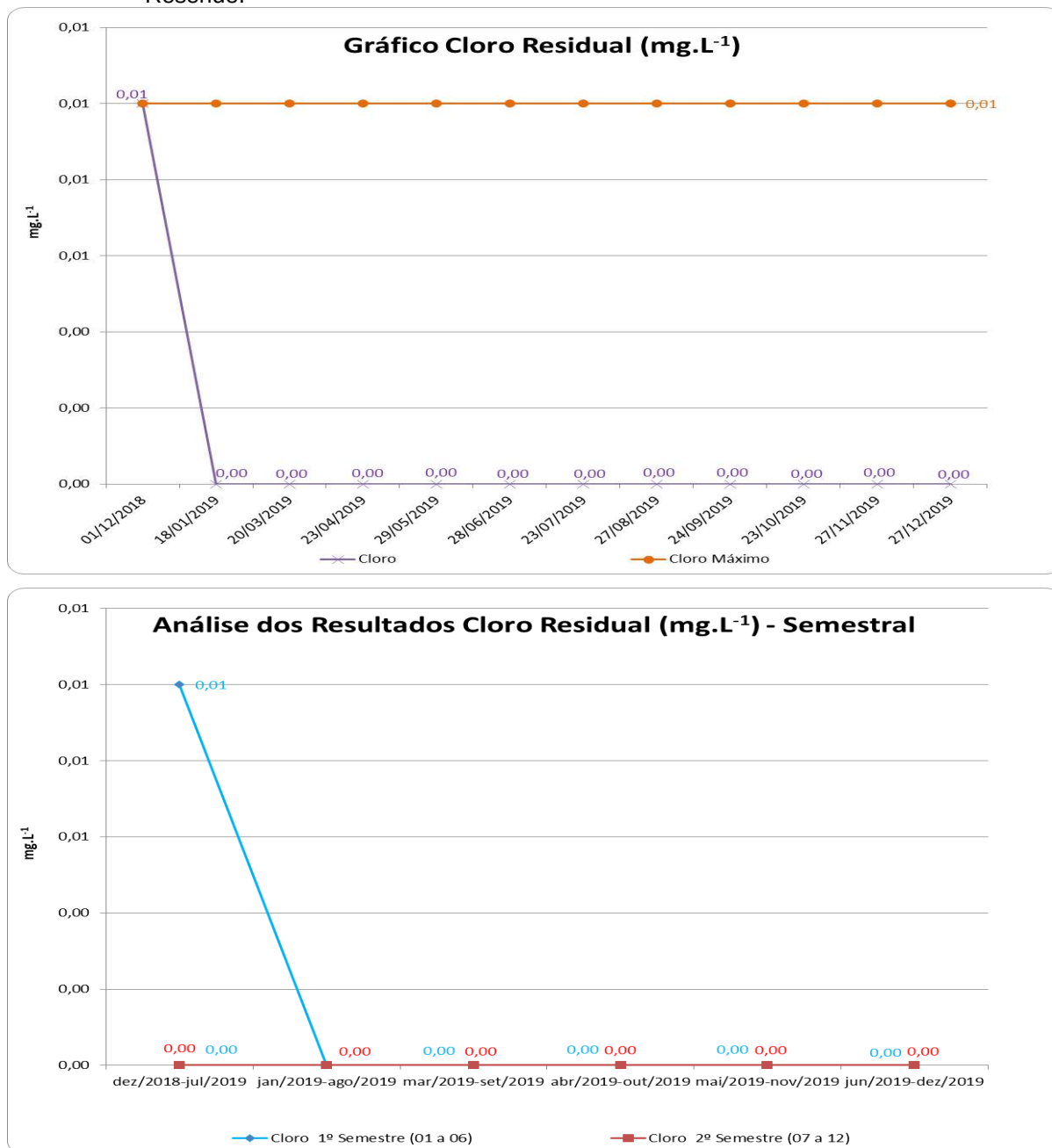
Fonte: O Autor, 2020.

8.1.9 Água Bruta Resende – Cloro (mg.L^{-1})

Este parâmetro possui seu limite máximo de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ para as águas brutas. O município de Resende está dentro do padrão. Sua mínima e sua máxima ficaram em $0,00 \text{ mg.L}^{-1}$, o que pode ser visto no gráfico 60.

O gráfico dos resultados mostra que tanto os resultados do primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019), quanto os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019), foram iguais.

Gráfico 60 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Resende.



Fonte: O Autor, 2020.

8.2 Água Bruta Porto Real – Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

No gráfico 61, podem ser avaliados os valores de suas mínimas e máximas que ficaram entre 18,1 e 29,8 $^{\circ}\text{C}$. Para efeito de comparação, foram usadas as

temperaturas do município de Porto Real de acordo com o *sítio* da Weather Spark, onde sua mínima está estabelecida em 14,0 °C e sua máxima em 32,0 °C (p. 70)

Não houve nenhuma análise da temperatura que ultrapassasse a máxima estabelecida para o município.

As temperaturas das águas brutas encontradas nas análises entre dezembro/2018 a março/2019 foram as maiores, enquanto que, a partir de abril/2019 a novembro/2019, foram as mais baixas; em dezembro/2019, a temperatura voltou a subir; em setembro/2019, foi o mês que teve a temperatura mais baixa 18,1 °C.

Para a criação dos gráficos (61 a 70) do município de Porto Real foi utilizado como referência a tabela 45.

Gráfico 61 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Continua)

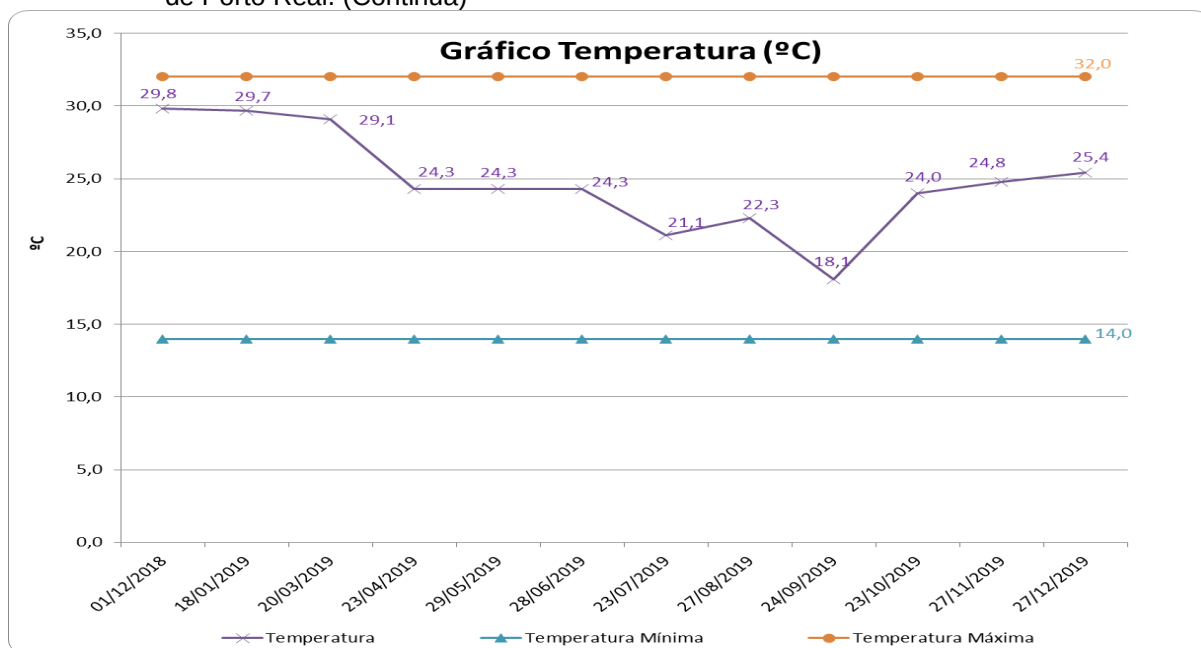
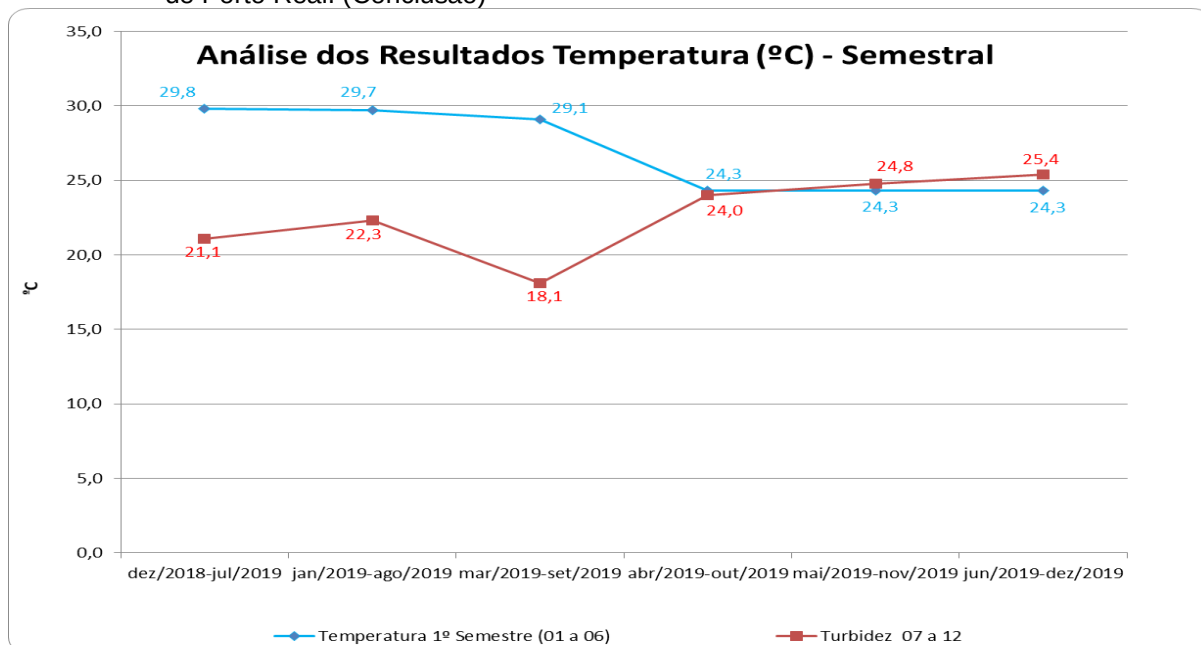


Gráfico 61 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Conclusão)



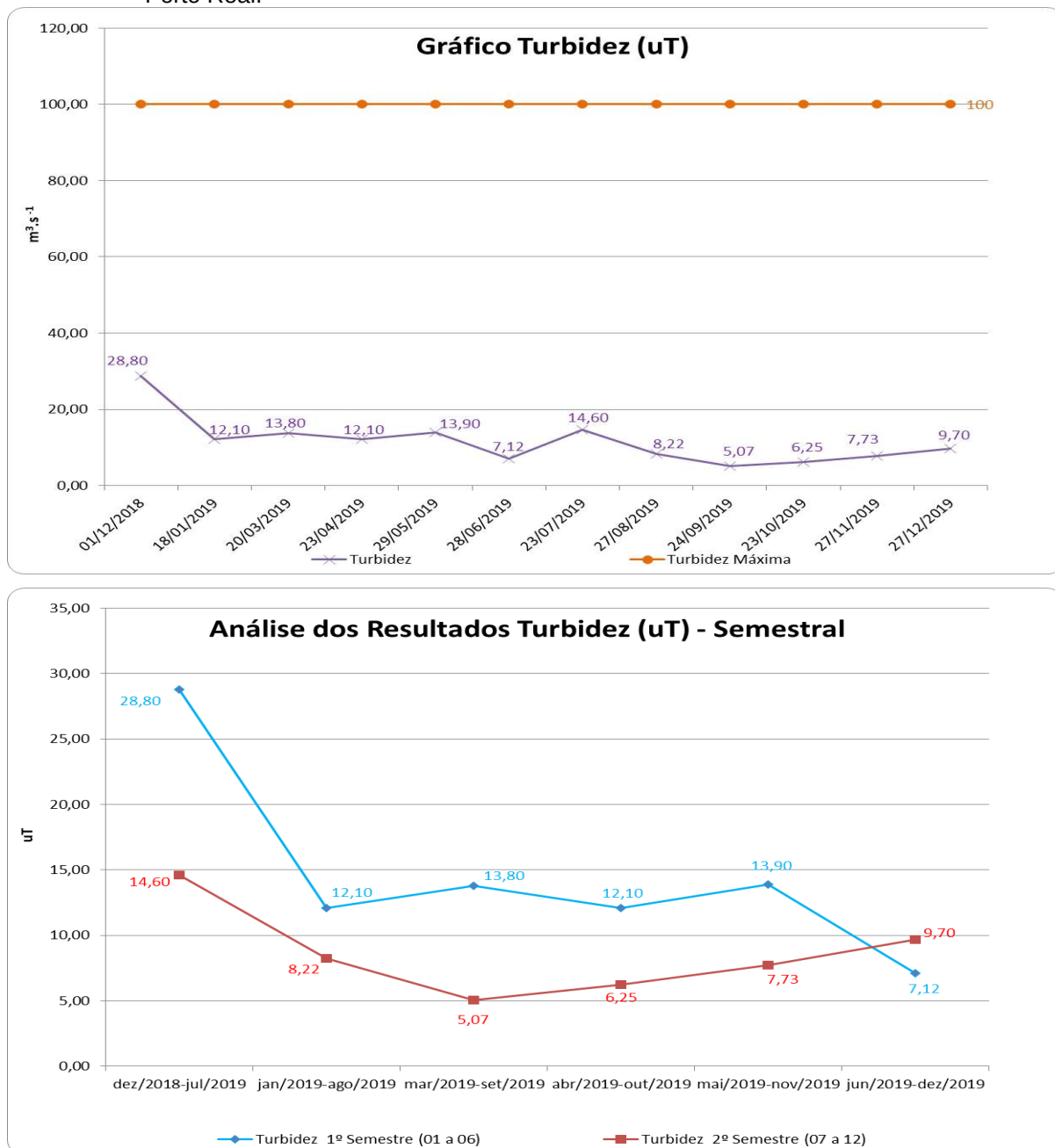
Fonte: O Autor, 2020.

8.2.1 Água Bruta Porto Real – Turbidez (uT)

A faixa de valores para o parâmetro turbidez da água bruta é $\leq 100,00$ uT. Confrontando os valores deste parâmetro (gráfico 62), Porto Real não apresentou anormalidades, sua mínima ficou 5,07 uT e sua máxima 28,80 uT.

Nas análises entre dezembro/2018 a maio/2019 foram as maiores, enquanto que as de junho/2019 a dezembro/2019, foram as mais baixas.

Gráfico 62 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



Fonte: O Autor, 2020.

8.2.2 Água Bruta Porto Real – pH

O CONAMA nº 357/2005 define que o pH tem seus limites máximos e mínimos de 6,00 e 9,00. Analisando as informações deste parâmetro no gráfico 63, o município

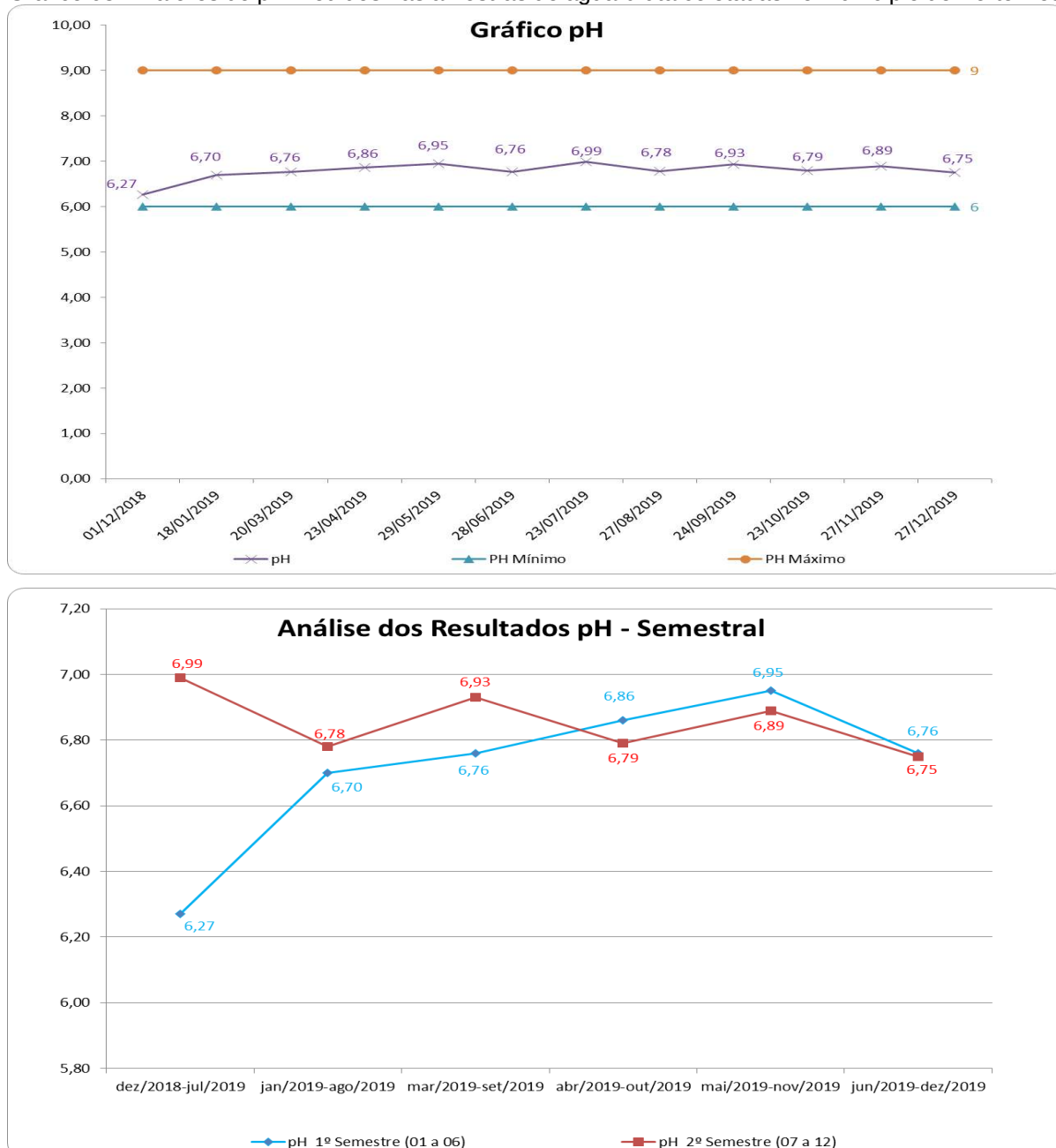
de porto Real não teve anormalidades os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 6,27 e 6,99.

O que se pode notar é que o pH teve uma oscilação de valores durante a pesquisa sendo que no período de dezembro/2018 a março/2019 esteve mais baixo em comparação ao período de julho a setembro/2019. Depois o pH no período de abril a junho ficou mais elevado do que o período de outubro a dezembro/2019.

Análise do dia 23/07/2019 foi considerado o maior valor encontrado 6,99.

Análise do dia 27/12/2019 foi considerado o menor valor encontrado 6,75.

Gráfico 63 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



Fonte: O Autor, 2020.

8.2.3 Água Bruta Porto Real – Cor (uT)

O padrão da água bruta permite que este parâmetro tenha o valor máximo de $\leq 75,00$ uH. Analisando os valores deste parâmetro (gráfico 64), Porto Real apresentou 1 anormalidade para este parâmetro.

A cor das águas brutas encontradas nas análises entre dezembro/2018 a maio/2019 foram as maiores, enquanto que as de junho/2019 a dezembro/2019 foram mais baixas. Segue as mínimas e máximas encontrado para este parâmetro.

Análise do dia 01/12/2018 o valor encontrado foi de 82,10 Un (máxima).

Análise do dia 24/09/2019 o valor encontrado foi de 21,60 Un (mínima).

Gráfico 64 – Valores da Cor encontrada nas análises da Água Bruta de Porto Real. (Continua)

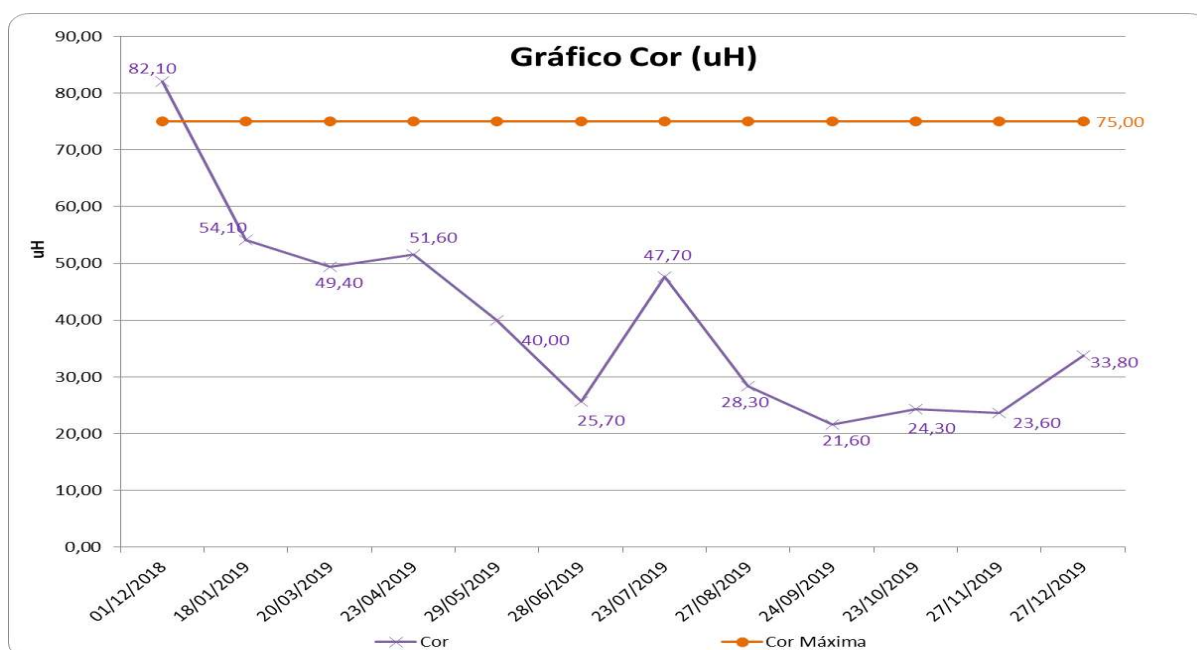
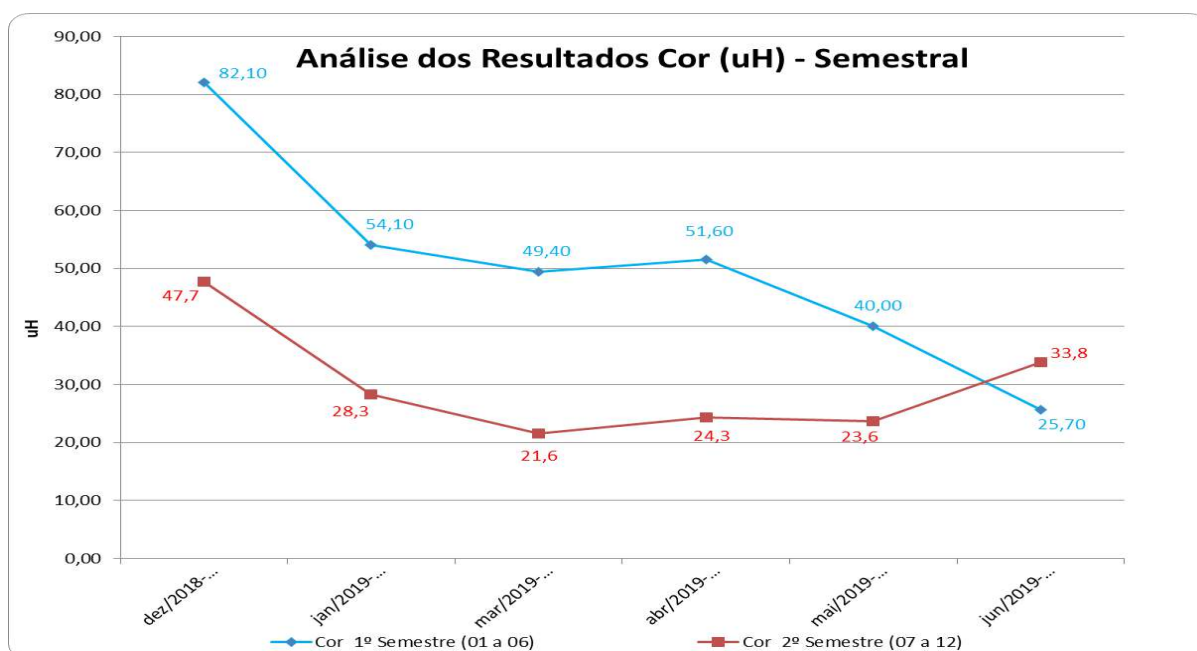


Gráfico 64 – Valores da Cor encontrada nas análises da Água Bruta de Porto Real. (Conclusão)



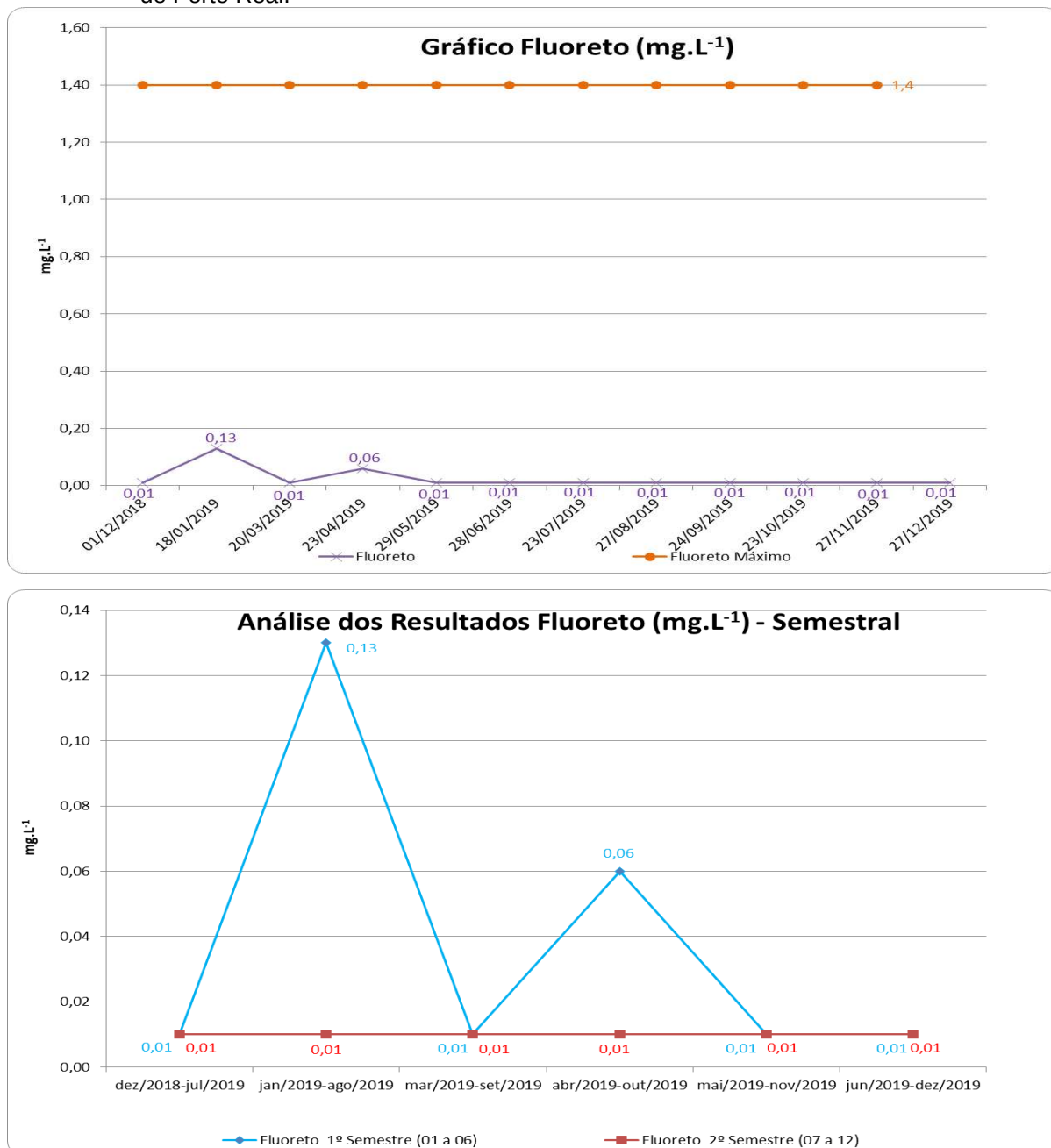
Fonte: O Autor, 2020.

8.2.4 Água Bruta Porto Real – Fluoreto (mg.L^{-1})

De acordo com as análises realizadas para este parâmetro (gráfico 65), sua mínima ficou em $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$. Este parâmetro possui valores de no máximo $\leq 1,40 \text{ mg.L}^{-1}$

O maior valor encontrado no parâmetro fluoreto das águas brutas foi em janeiro/2019, que foi de $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$. Na análise de abril/2019, foi encontrado o valor de $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ e as demais análises, o valor encontrado foi de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 65 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



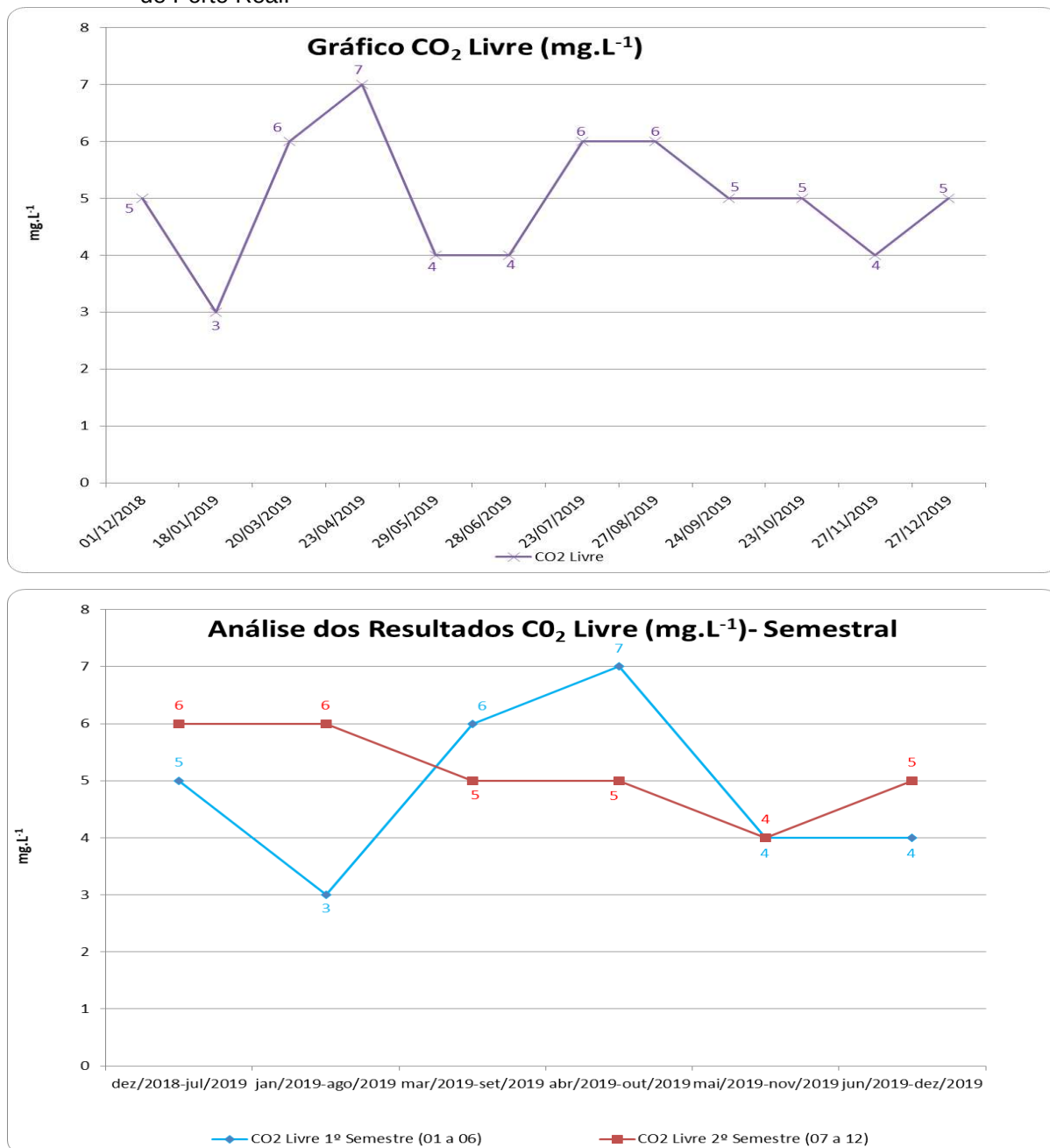
Fonte: O Autor, 2020.

8.2.5 Água Bruta Porto Real – CO_2 Livre (mg.L^{-1})

Este parâmetro não possui restrições para as águas brutas, de acordo com o gráfico 66 sua mínima ficou em 3 mg.L^{-1} e sua máxima 7 mg.L^{-1} .

Analisando o gráfico dos resultados pode-se observar que houve uma oscilação dos resultados comparados nas 6 primeiras análises do CO₂ Livre (primeiro semestre), em comparação com as 6 últimas análises (segundo semestre), por 2 vezes foi menor, (01/12/2018 e 18/01/2019), ora era maior (20/03/2019 e 23/04/2019) depois se igualaram (29/05/2019 e 27/11/2019) e por fim voltou a ser menor novamente (28/06/2019 e 27/12/2019).

Gráfico 66 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



Fonte: O Autor, 2020.

8.2.6 Água Bruta Porto Real – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

No gráfico 67 podemos analisar a evolução deste parâmetro durante o período estudado. Sua mínima ficou em 17 mg.L⁻¹ e sua máxima 30 mg.L⁻¹. Apesar deste parâmetro não ter um valor definido de mínima e máxima, Porto Real está dentro dos padrões.

Os valores encontrados nas análises do segundo semestre (junho/2019 a dezembro/2019), foram superiores as análises do primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019).

Exceções:

Análise do dia 18/01/2019 valor a maior em comparação a agosto/2019.

Análise do dia 28/06/2019 valor a maior em comparação a dezembro/2019.

Gráfico 67 – Valores da Alcalinidade (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Continua)

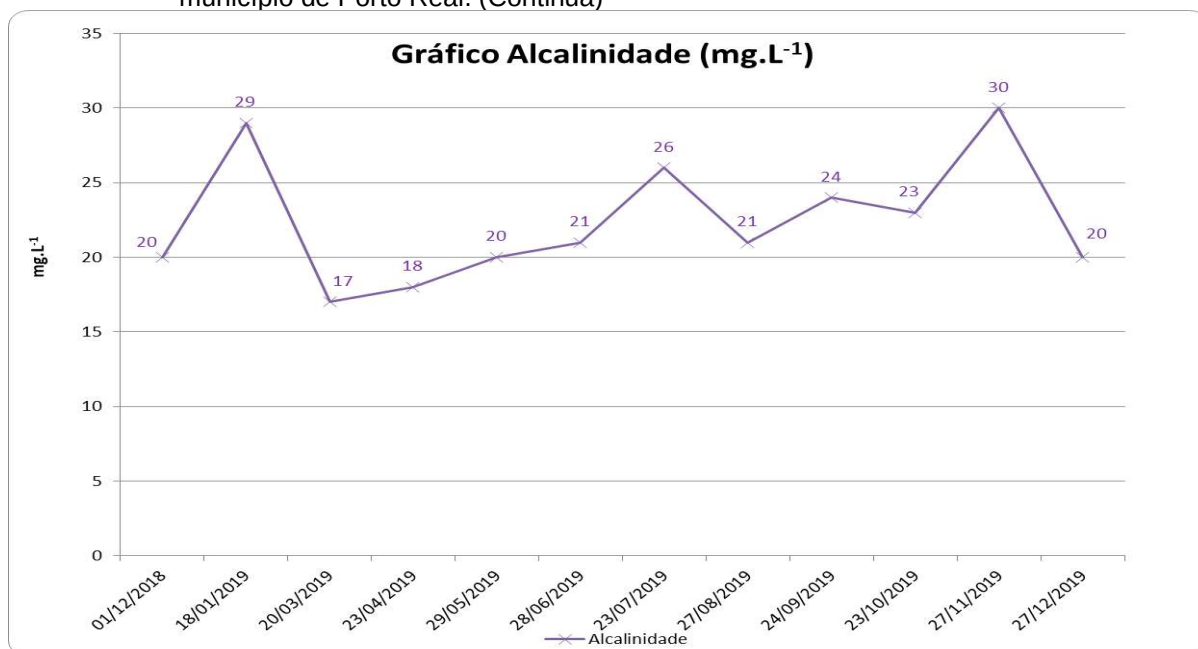
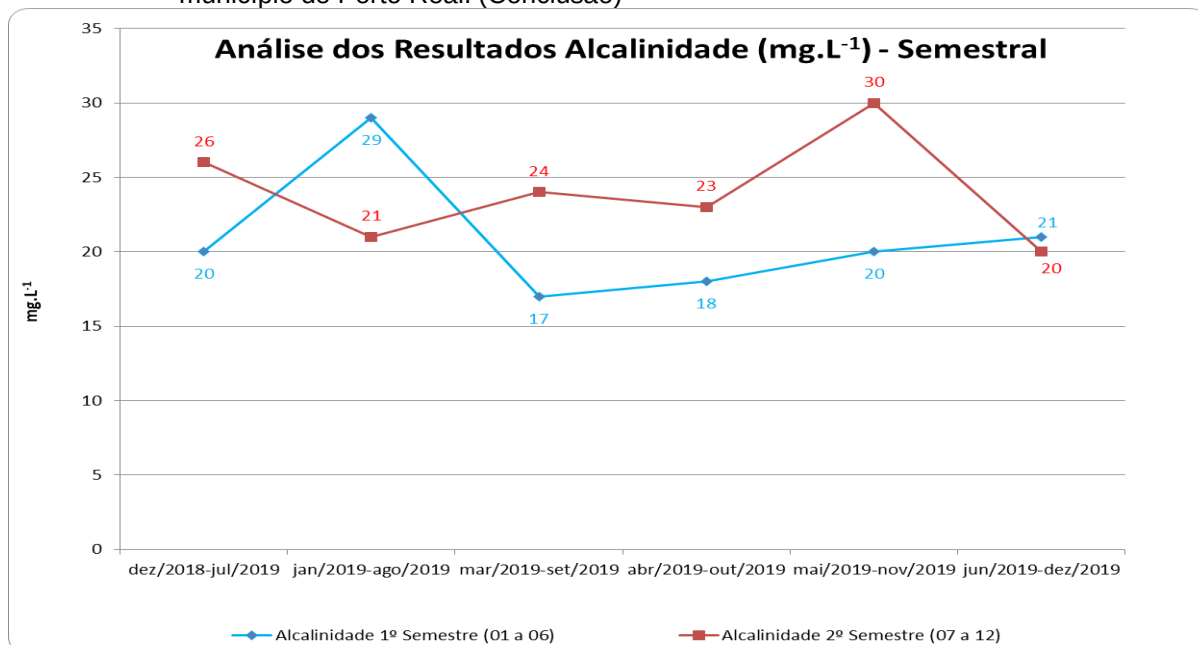


Gráfico 67 – Valores da Alcalinidade (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Conclusão)



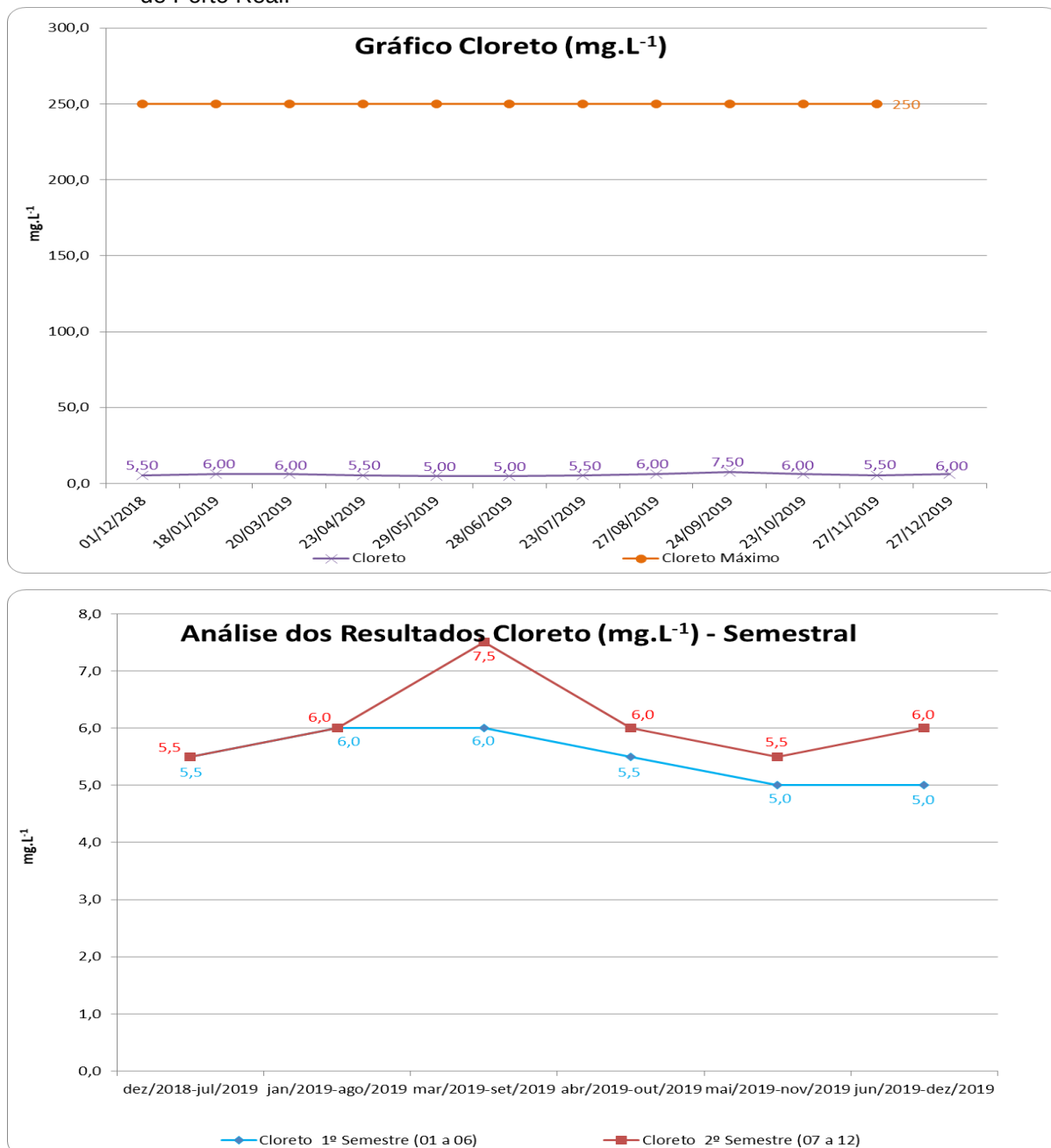
Fonte: O Autor, 2020.

8.2.7 Água Bruta Porto Real – Cloreto (mg.L⁻¹)

De acordo com o padrão, este parâmetro tem como valor máximo permitido de 250,00 mg.L⁻¹. No gráfico 68 podemos ver seu avanço durante o período estudado, sua mínima foi de 5,00 mg.L⁻¹ e sua máxima 7,50 mg.L⁻¹.

Nos resultados pode ser observado que as amostras de dezembro/2018 e janeiro/2019 tiveram seus valores iguais as amostras de julho e agosto/2019, depois os resultados do segundo semestre (setembro a dezembro/2019) foram superiores em comparação com o primeiro semestre (março a junho/2019).

Gráfico 68 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



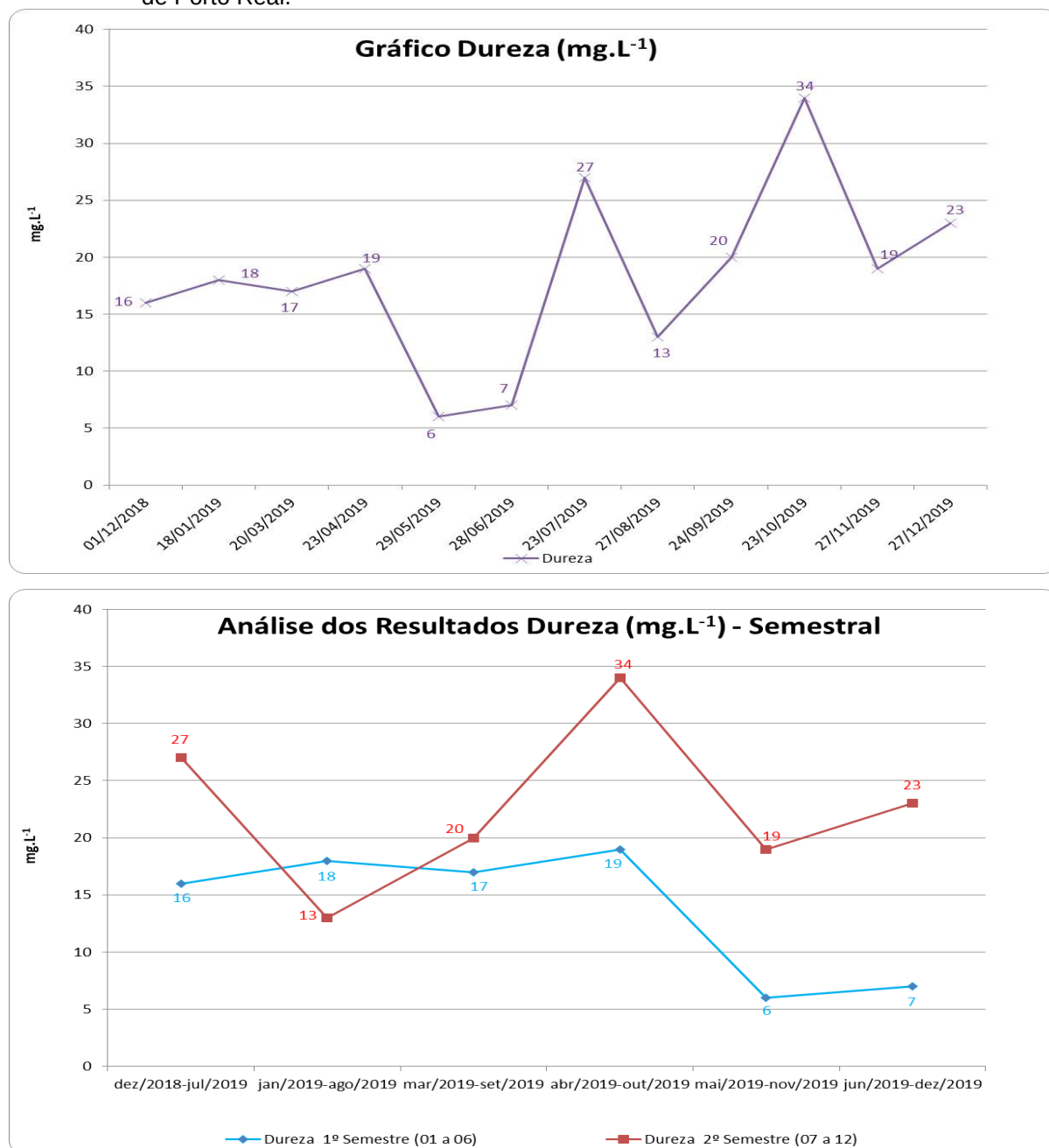
Fonte: O Autor, 2020.

8.2.8 Água Bruta Porto Real – Dureza (mg.L^{-1})

Parâmetro com definição somente do valor máximo 500 mg.L^{-1} . Sua mínima e máxima ficou em 6 mg.L^{-1} e sua máxima encontrada foi de 34 mg.L^{-1} .

No gráfico 69 pode-se observar que os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019) foram superiores aos resultados encontrados no primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019) com exceção ao mês de janeiro/2019.

Gráfico 69 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real.



Fonte: O Autor, 2020.

8.2.9 Água Bruta Porto Real – Cloro (mg.L^{-1})

De acordo com o padrão das águas brutas, este parâmetro tem limite máximo de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Sua mínima e sua máxima ficaram em $0,00 \text{ mg.L}^{-1}$ com exceção de dezembro/2018 que obteve a máxima permitida.

O gráfico 70 demonstra que os resultados foram iguais, tanto no primeiro semestre (janeiro/2019 a junho/2019) quanto os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019).

Gráfico 70 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Continua)

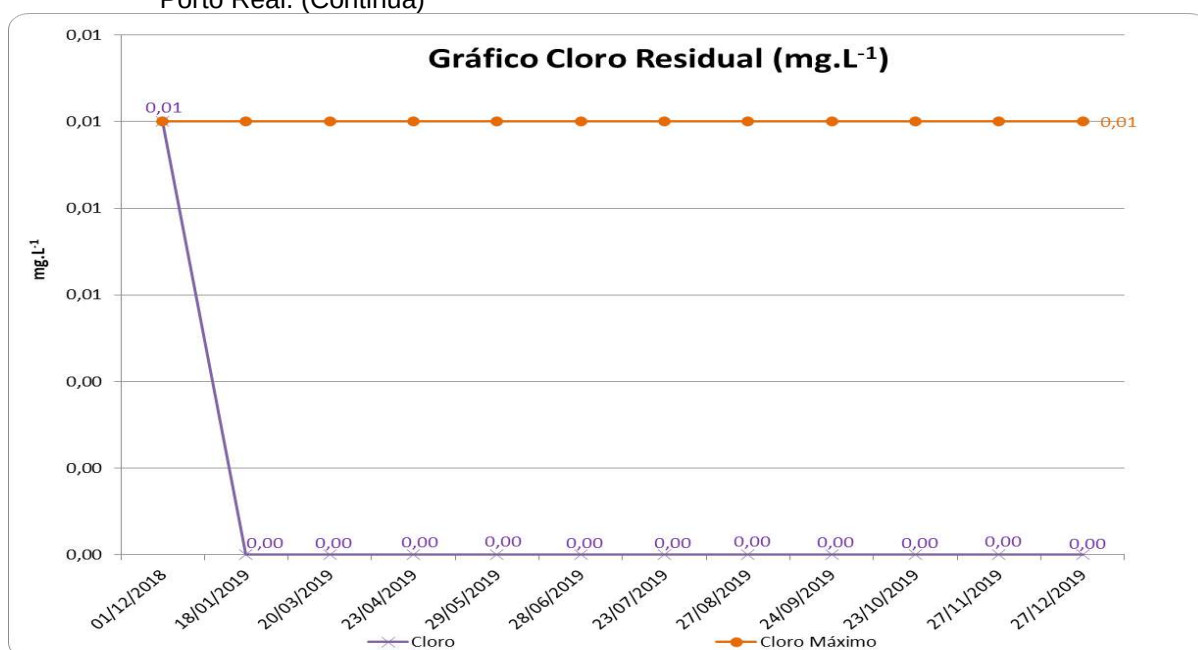
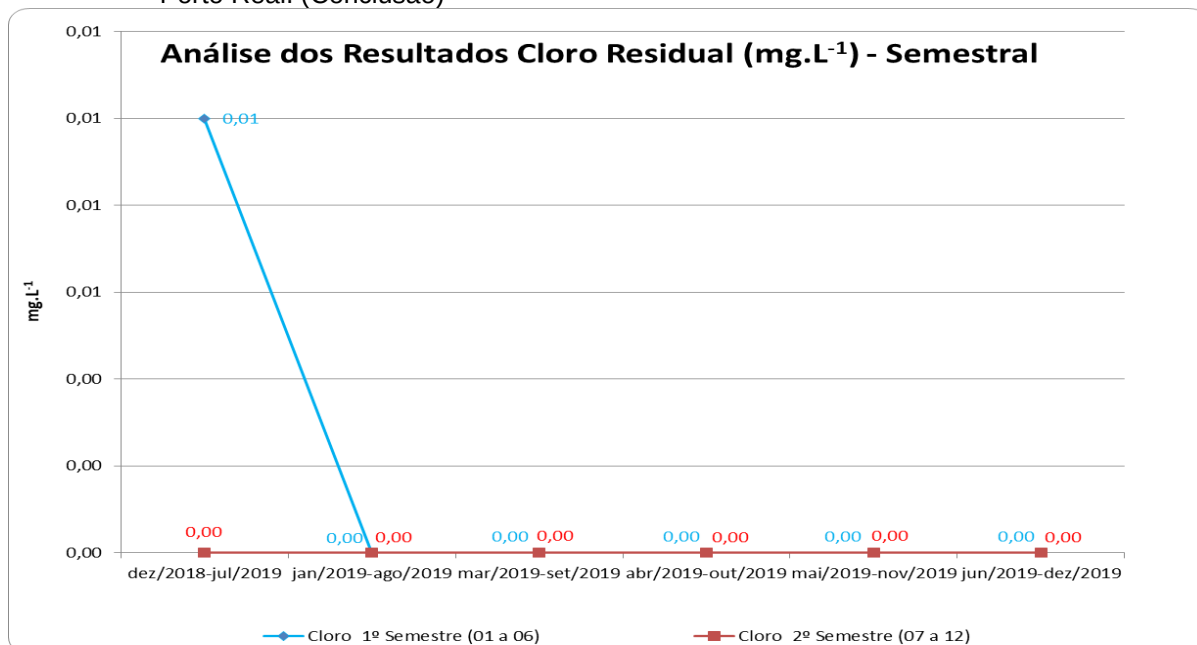


Gráfico 70 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Porto Real. (Conclusão)



Fonte: O Autor, 2020.

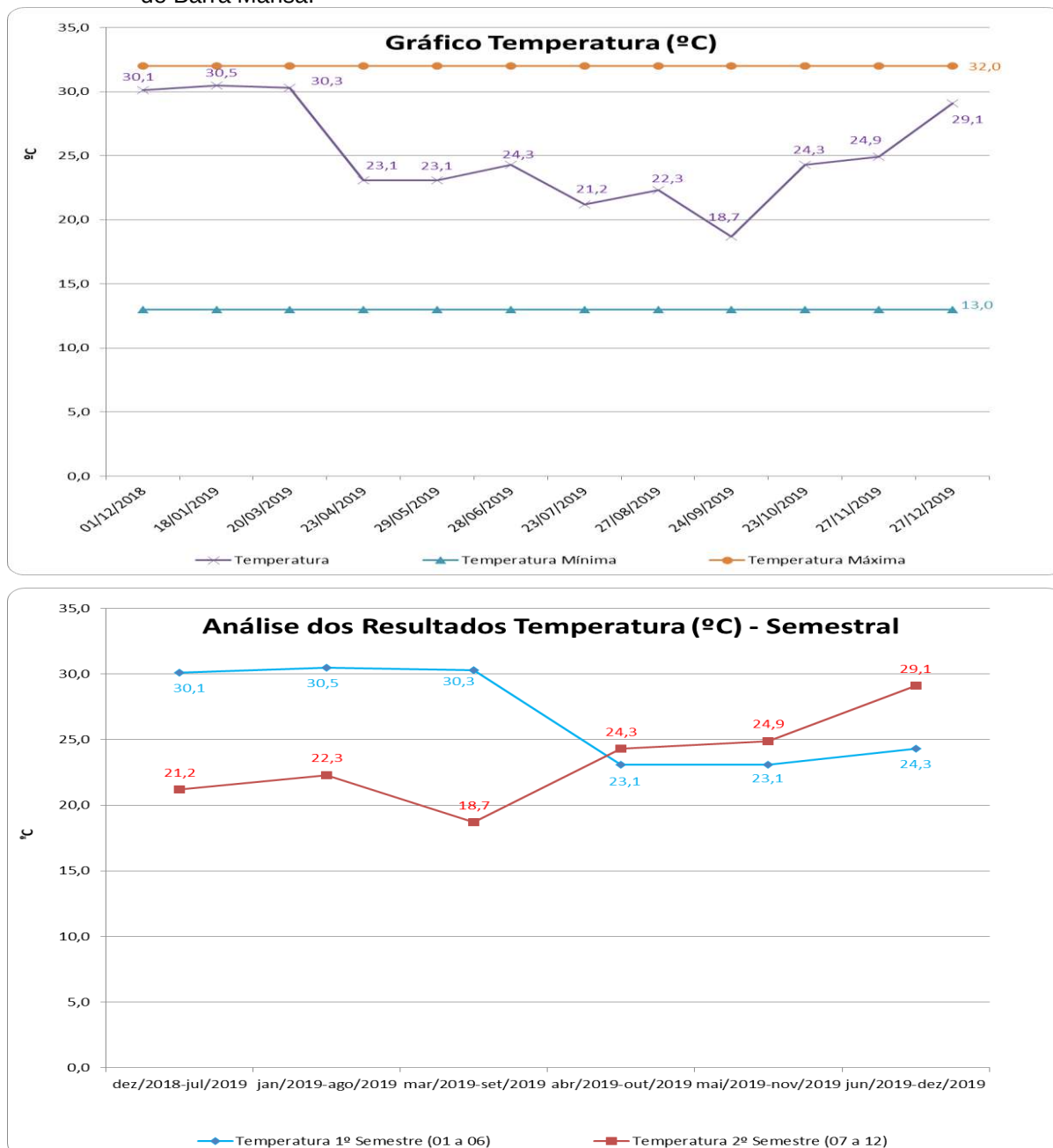
8.3 Água Bruta Barra Mansa – Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

O *sítio* da Weather Spark demonstra que para este parâmetro no município de Barra Mansa, seus valores de mínima é de $13,0^{\circ}\text{C}$ e de máxima em $32,0^{\circ}\text{C}$ (p. 74). Os valores de sua mínima e máxima encontrados por este estudo, são respectivamente $18,7^{\circ}\text{C}$ e $30,5^{\circ}\text{C}$.

No gráfico 71 pode-se observar que as temperaturas mais altas são no verão (dezembro/2018 a março/2019) e que no outono e inverno possui uma temperatura mais baixa (abril/2019 a setembro/2019), na primavera começa a aquecer novamente (outubro/2019 a novembro/2019).

Para a criação dos gráficos (71 a 80) do município de Barra Mansa foi utilizado a como referência a tabela 46.

Gráfico 71 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



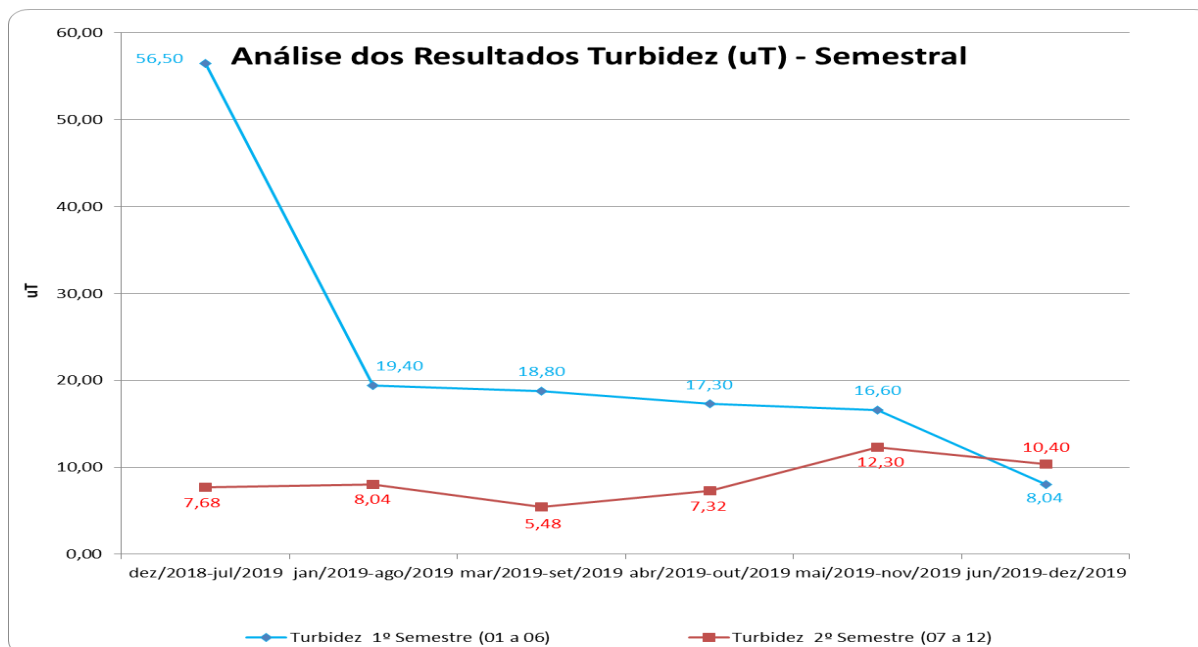
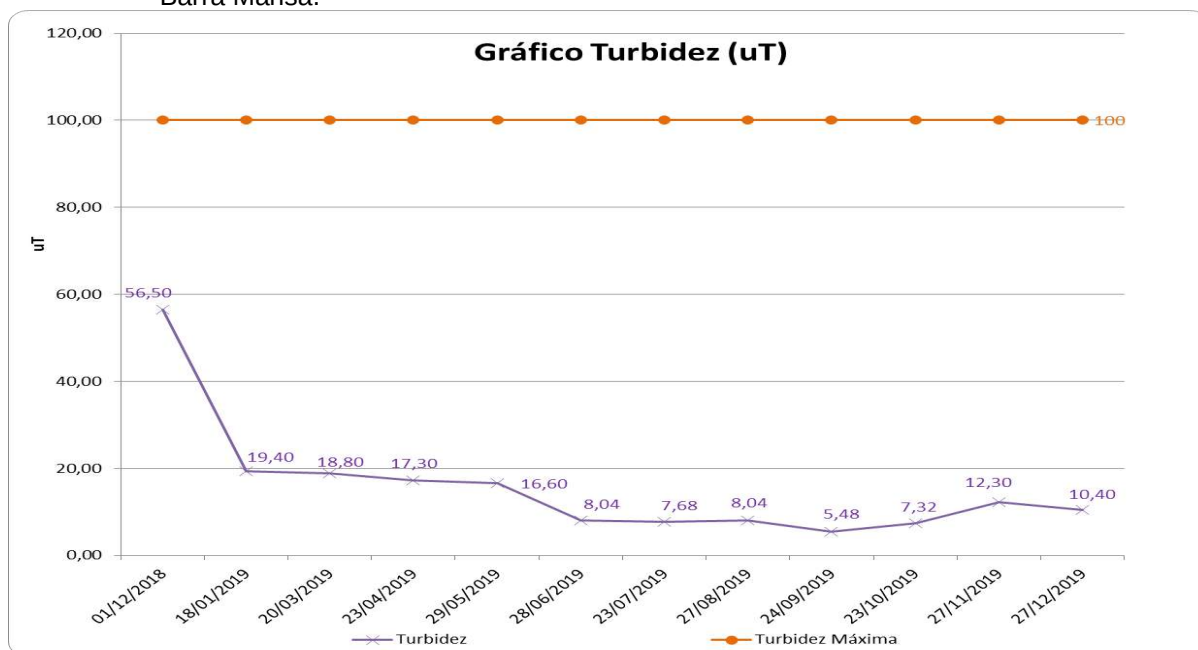
Fonte: O Autor, 2020.

8.3.1 Água Bruta Barra Mansa – Turbidez (uT)

No padrão CONAMA nº 357/2005 estabelece que a turbidez tem faixa máxima de 100,00 uT. O gráfico 72 realiza as comparações entre os valores deste parâmetro os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 5,48 e 56,50 uT.

A turbidez mais elevada está entre dezembro/2018 a maio/2019 e consequentemente as mais baixas estão entre junho/2019 a outubro/2019.

Gráfico 72 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



Fonte: O Autor, 2020.

8.3.2 Água Bruta Barra Mansa – pH

Ao analisar as informações para este parâmetro (gráfico 73), não foi possível ver alguma anormalidade entre os valores encontrados, sua mínima e máxima ficaram entre 6,38 e 7,75.

O que se pode notar é que dezembro/2018 a abril/2019 o pH ficou mais elevado em comparação a julho/2019 a outubro/2019, na comparação entre maio/2019 e novembro/2019 o pH do mês de novembro foi o maior.

Gráfico 73 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa. (Continua)

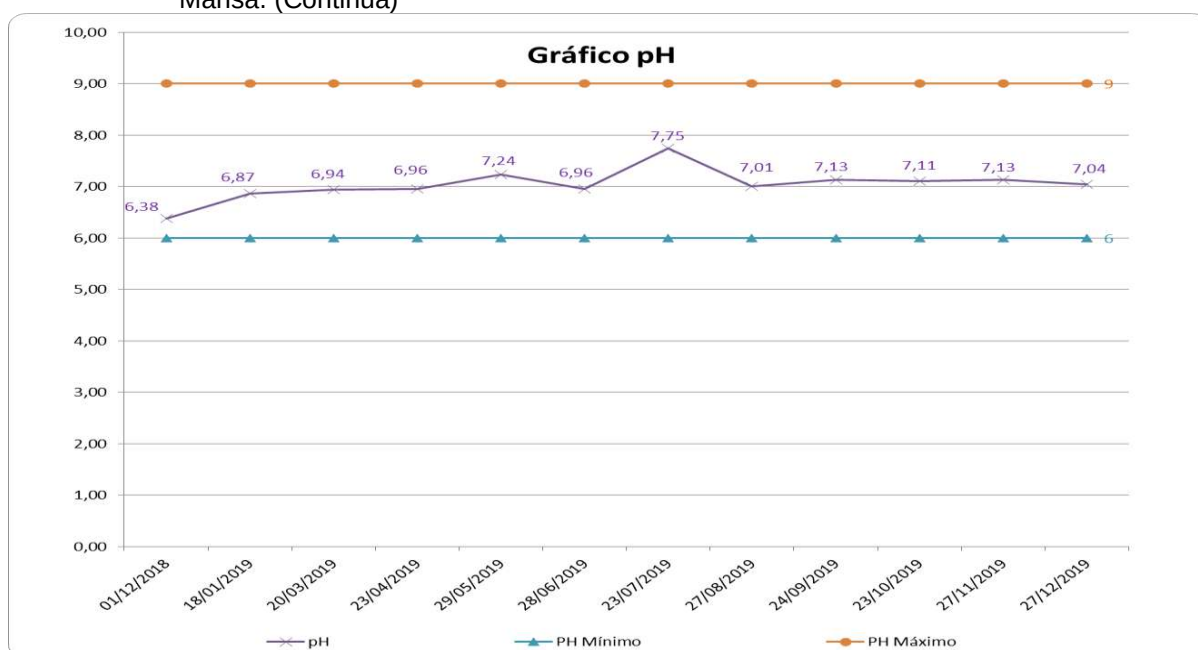
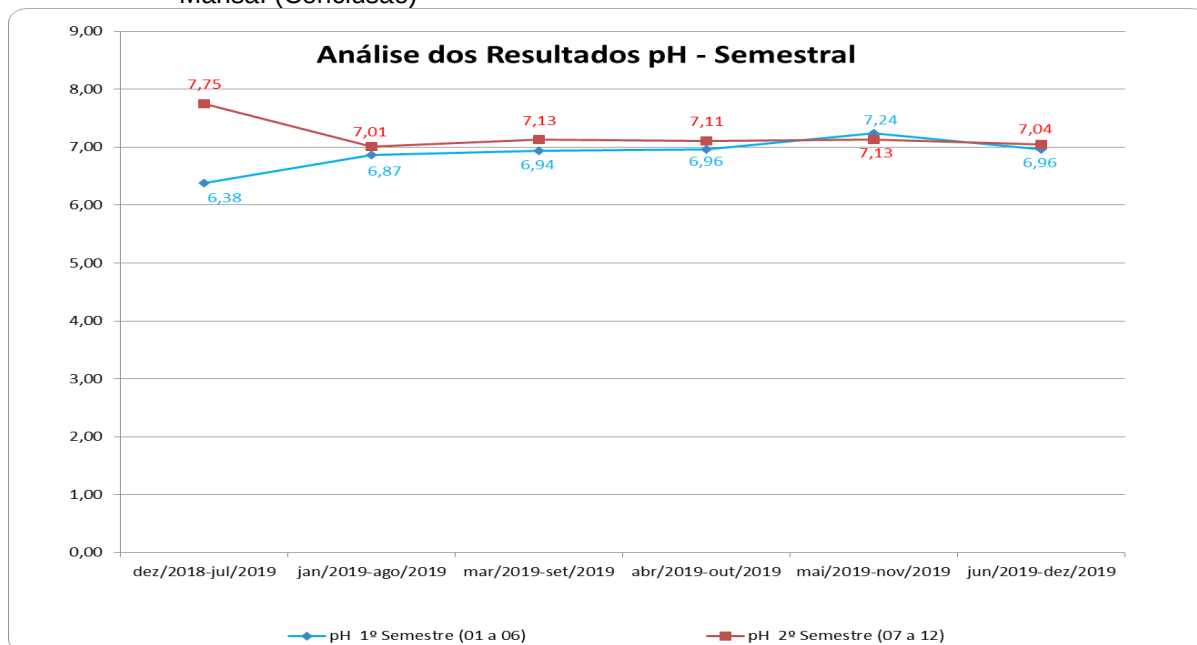


Gráfico 73 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa. (Conclusão)



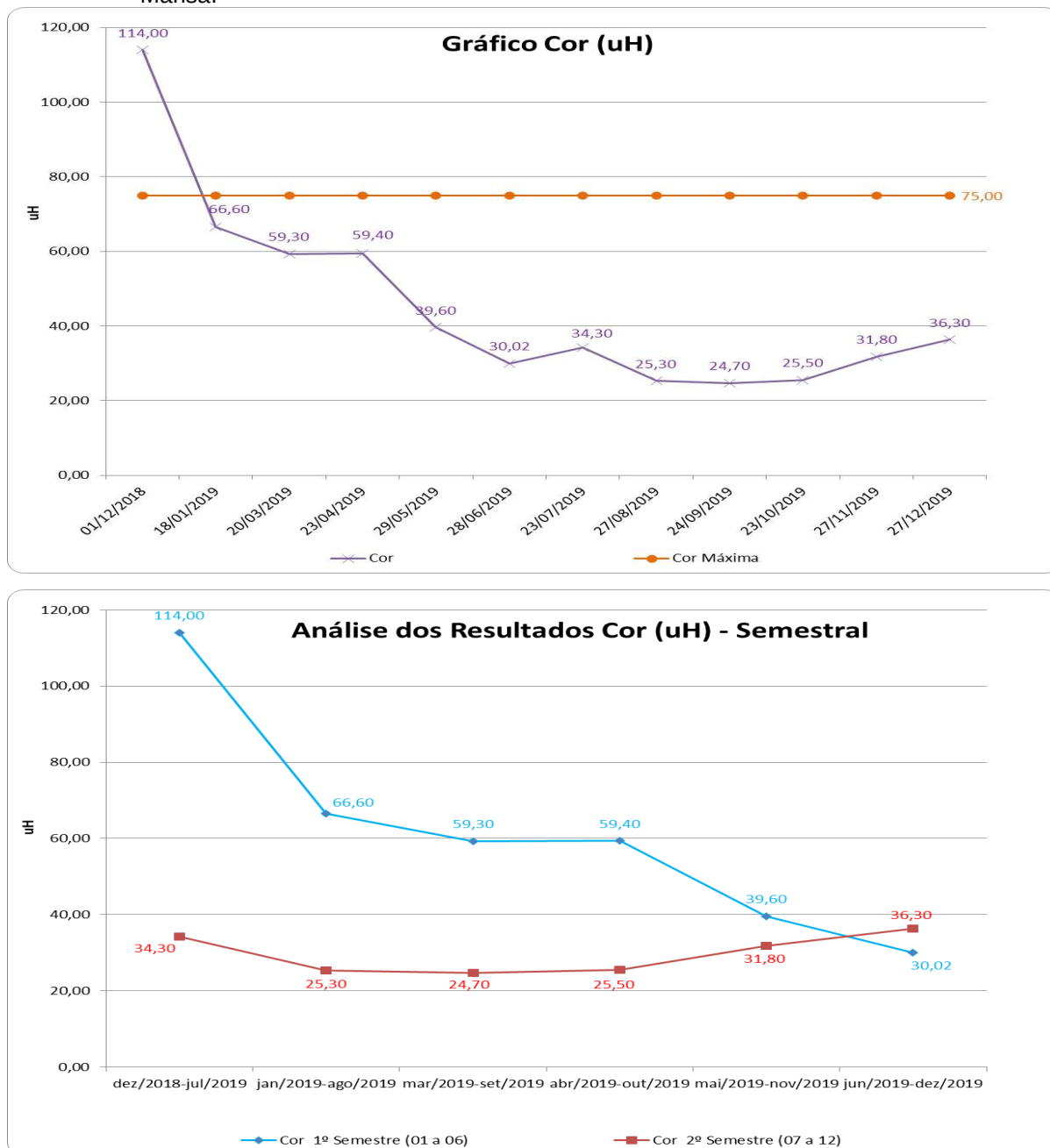
Fonte: O Autor, 2020.

8.3.3 Água Bruta Barra Mansa – Cor (uH)

O parâmetro Cor tem que apresentar seus valores na faixa máxima de 75,00 uH para as águas brutas. O gráfico 74 demonstra os valores encontrados durante o período de pesquisa. Barra Mansa apresentou 1 anormalidade para este parâmetro sua mínima e máxima ficou entre 24,70 e 114,00 uH.

A cor das águas brutas de dezembro/2018 a maio/2019 foi maior em comparação a julho/2019 a novembro/2019, na comparação entre junho/2019 e novembro/2019 a cor do mês de novembro foi a maior.

Gráfico 74 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.

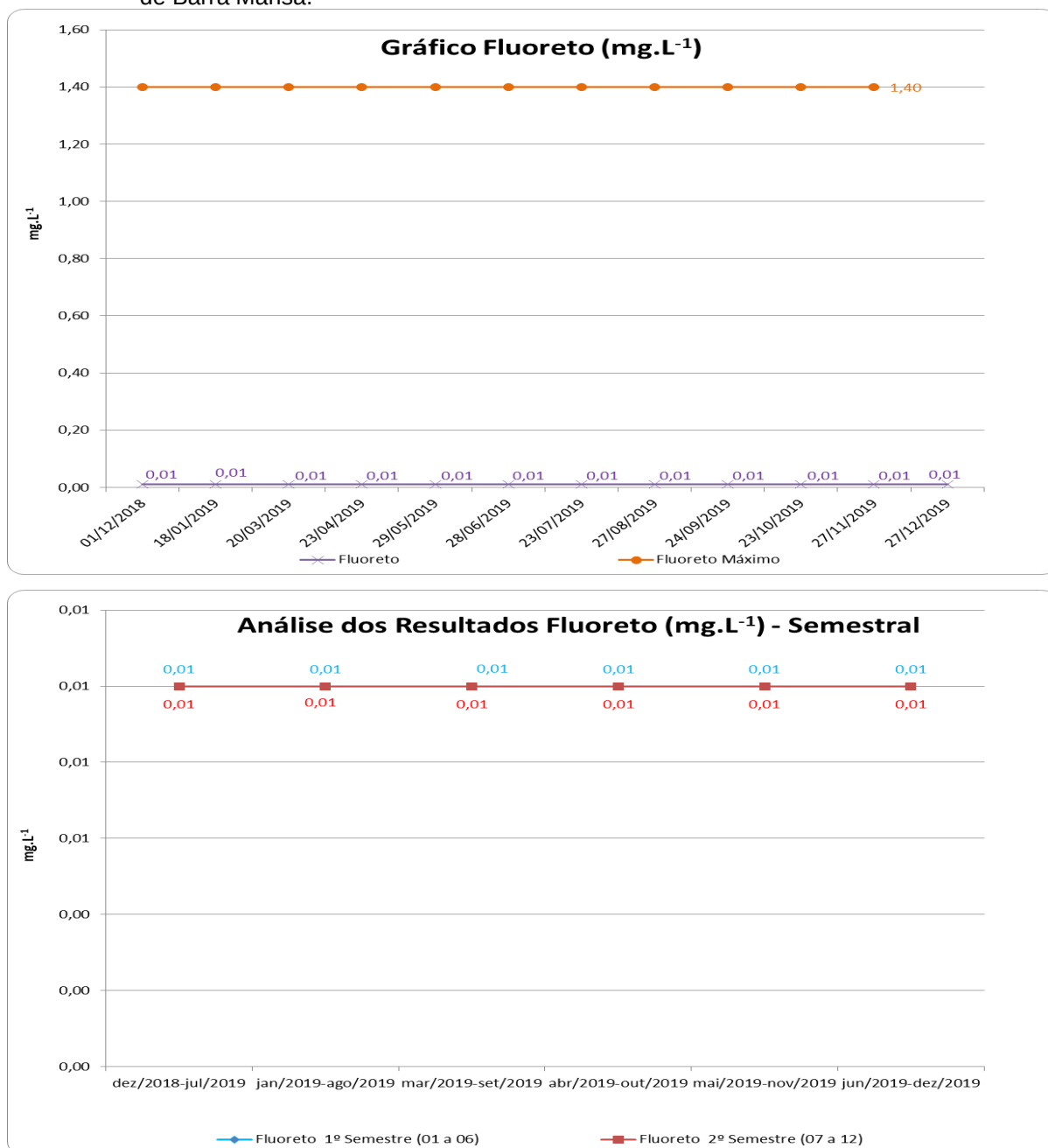


8.3.4 Água Bruta Barra Mansa – Fluoreto (mg.L^{-1})

Segundo a norma, este parâmetro tem como seu limite máximo $1,40 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico 75 pode assim ser interpretado: não houve anormalidades para este

parâmetro; sua mínima e máxima ficou entre 0,01 mg.L⁻¹ e parâmetro se manteve com o mesmo valor de dezembro/2018 a dezembro/2019.

Gráfico 75 – Valores do Fluoreto (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



Fonte: O Autor, 2020.

8.3.5 Água Bruta Barra Mansa – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)

Não se tem um valor definido de máximo e mínimo para o parâmetro CO₂ Livre. Neste parâmetro sua mínima e máxima ficou entre 4 e 6 mg.L⁻¹.

Verificando o gráfico 76 é possível observar que os resultados do primeiro semestre (dezembro/2018 janeiro/2019, março/2019, maio/2019 e junho/2019), foram idênticos aos resultados do segundo semestre (julho/2019, agosto/2019, setembro/2019, novembro/2019 e dezembro/2019). Somente o mês abril/2019 apresentou um resultado a maior em comparação ao mês de outubro/2019.

Gráfico 76 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa. (Continua)

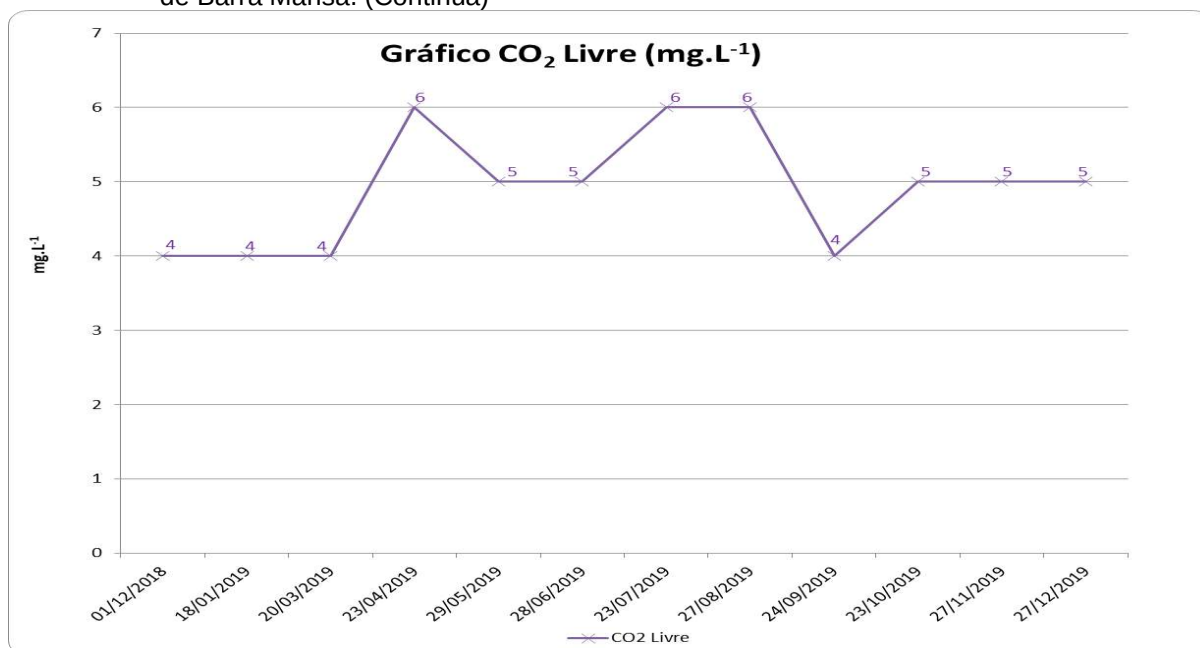
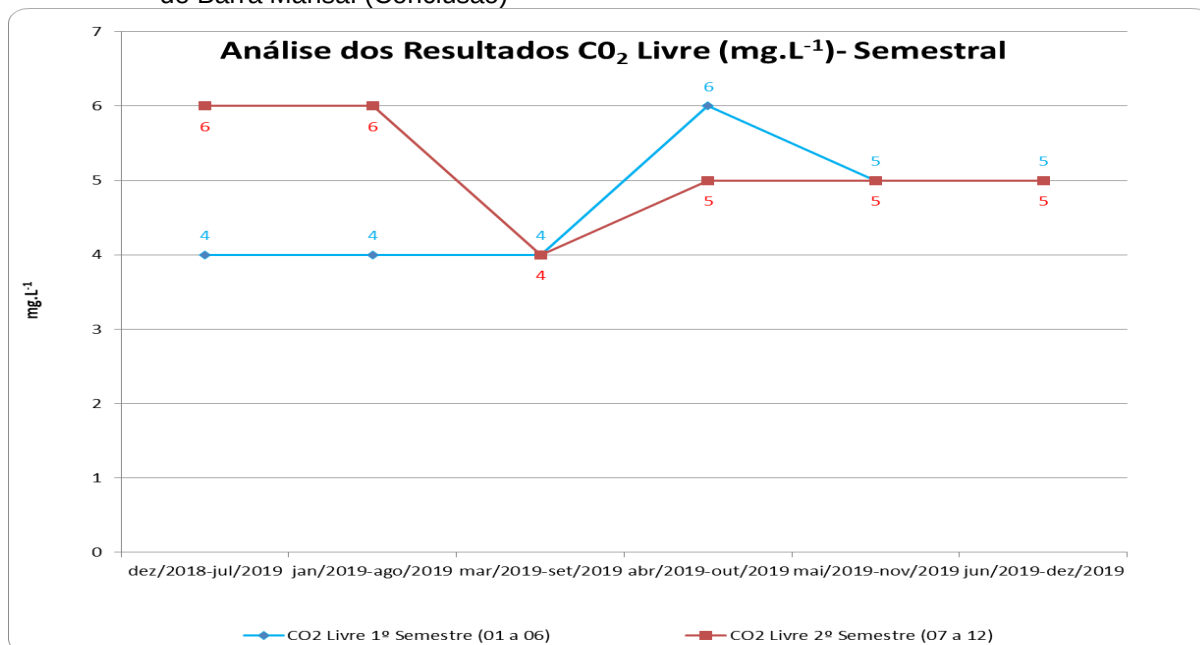


Gráfico 76 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa. (Conclusão)



Fonte: O Autor, 2020.

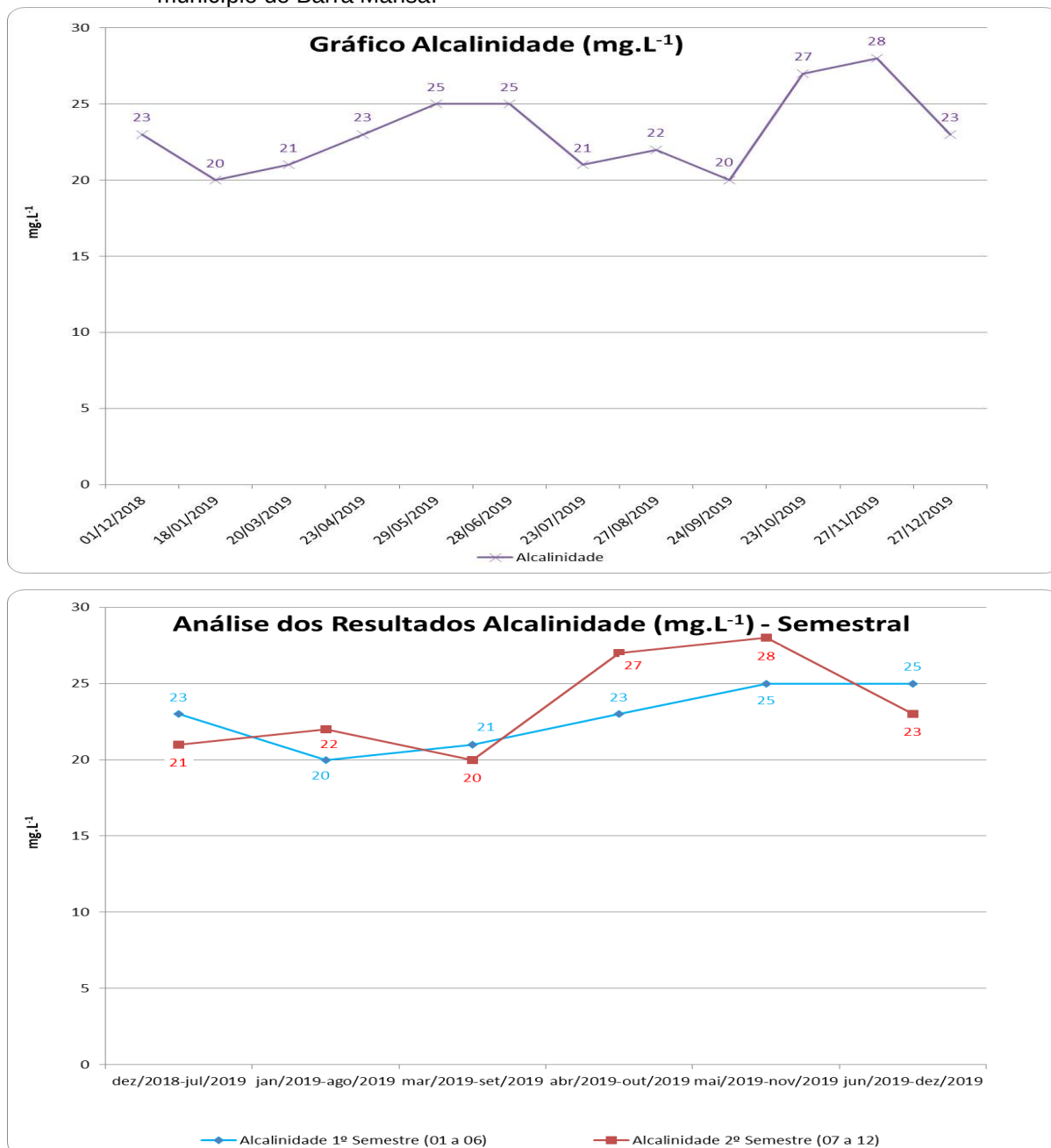
8.3.6 Água Bruta Barra Mansa – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

Outro parâmetro que não se tem valores definidos de sua máxima e mínima para a água bruta. Neste parâmetro sua mínima e máxima ficou entre 20 e 28 mg.L⁻¹. Seus valores oscilarão durante o período pesquisado por 3 (três) vezes (gráfico 77), o primeiro semestre apresentou valores a maior em relação ao segundo semestre e por 3 (três) vezes o segundo semestre foi maior em relação ao primeiro semestre, vejamos;

Primeiro semestre a maior (dezembro/2018, março/2019 e junho/2019) em comparação com os valores do segundo semestre (julho/2019, agosto/2019 e dezembro/2019);

Segundo semestre a maior (agosto/2019, outubro/2019 e novembro/2019) em comparação com os valores do primeiro semestre (janeiro/2019, abril/2019 e maio/2019).

Gráfico 77 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



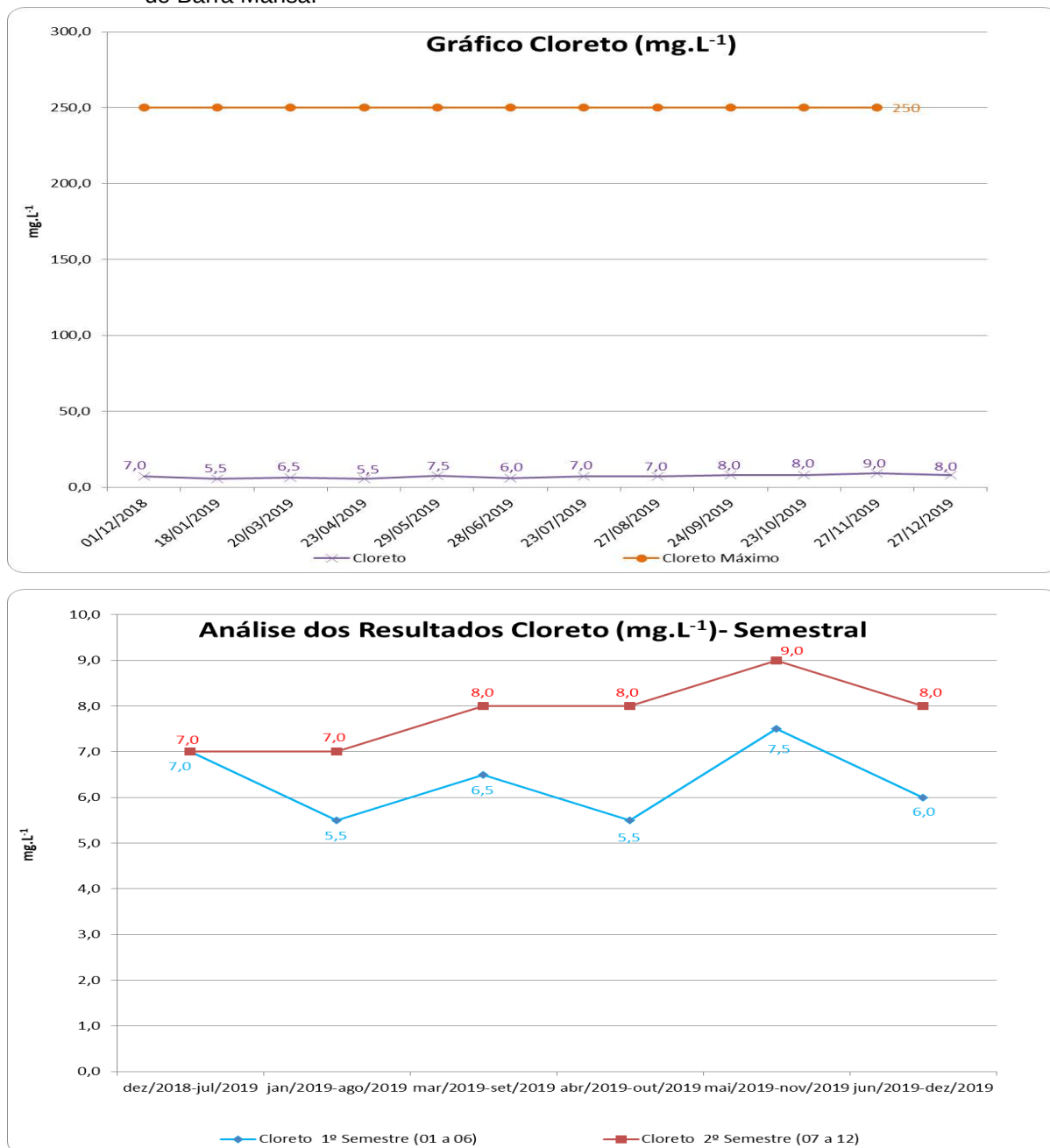
Fonte: O Autor, 2020.

8.3.7 Água Bruta Barra Mansa – Cloreto (mg.L^{-1})

Parâmetro definido com o máximo de $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de acordo com o CONAMA nº 357/2005. No gráfico 78 poderá ser observado os valores deste parâmetro, sua mínima ficou em $5,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $9,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019) foram superiores aos resultados do primeiro semestre (janeiro/2019 a junho/2019) em termos de valores, já a comparação dos valores de dezembro/2018 em relação ao valor de junho/2019 foi igual.

Gráfico 78 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



Fonte: O Autor, 2020.

8.3.8 Água Bruta Barra Mansa – Dureza (mg.L⁻¹)

O gráfico 79 apresenta os valores de mínima e de máxima deste parâmetro que é 8 mg.L⁻¹ e 37 mg.L⁻¹, este parâmetro possui uma máxima de 500 mg.L⁻¹.

Os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019), foram superiores aos resultados encontrados no primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019).

Gráfico 79 – Valores da Dureza (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



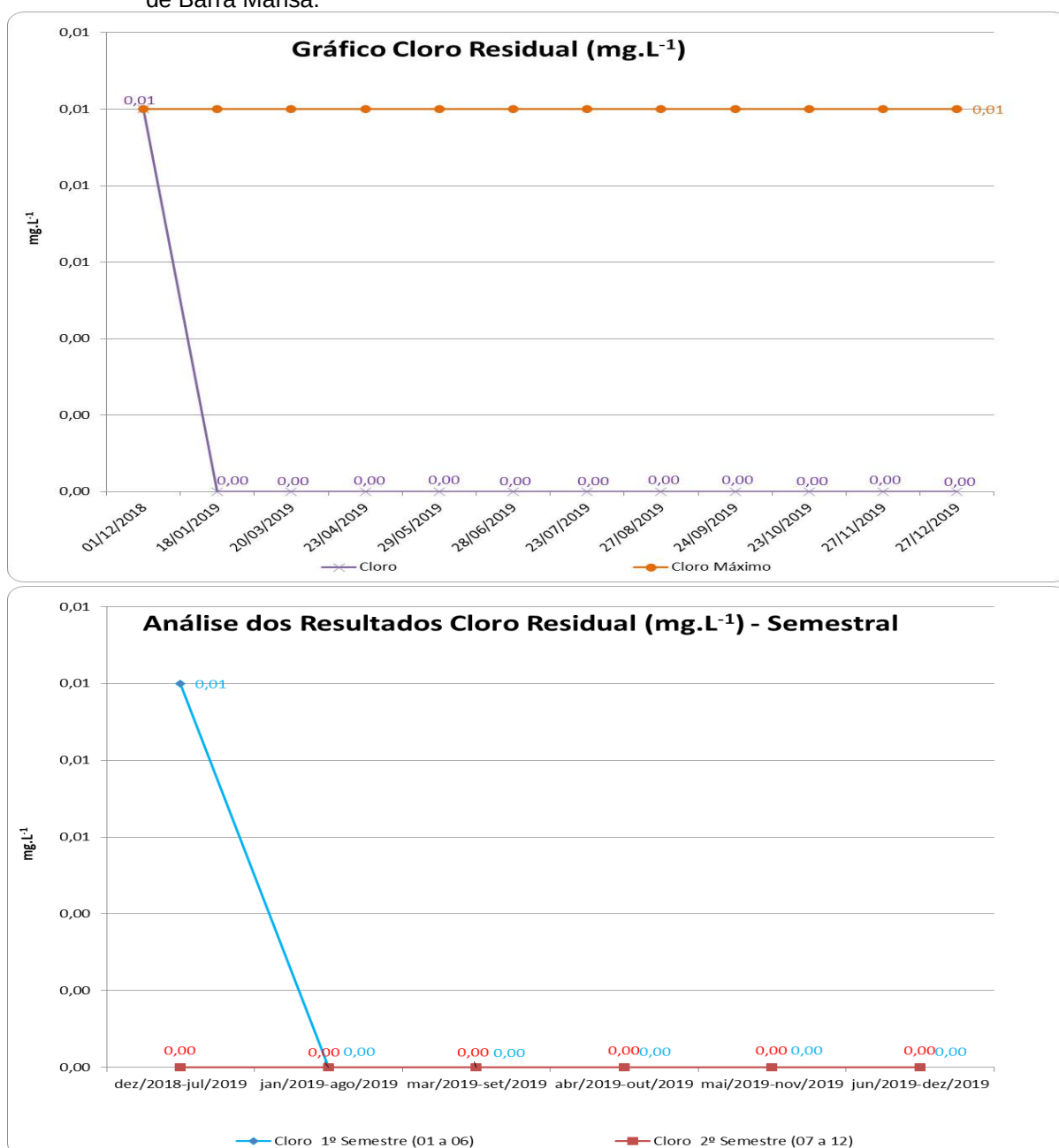
Fonte: O Autor, 2020.

8.3.9 Água Bruta Barra Mansa – Cloro (mg.L^{-1})

Barra Mansa não apresentou anormalidades para este parâmetro; sua mínima e máxima ficou entre 0,00 e 0,01 mg.L^{-1} .

O gráfico 80 demonstra que os resultados do primeiro e segundo semestre, foram iguais de janeiro/2019 a dezembro/2019, com exceção ao dezembro/2018 que obteve o valor de 0,01 mg.L^{-1} .

Gráfico 80 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Barra Mansa.



Fonte: O Autor, 2020.

8.4 Água Bruta Volta Redonda – Temperatura (°C)

Por padrão, o município de Volta Redonda tem temperaturas em torno de 13,0 °C de mínima e 32,0 °C de máxima (p. 80). Os valores de sua mínima e máxima (gráfico 81) encontrados nas análises desta pesquisa, são 19,2 °C e 30,3 °C. As temperaturas do primeiro semestre foram as maiores em relação ao segundo semestre, com exceção ao mês de dezembro/2019 que foi superior a junho/2019.

Para a criação dos gráficos 81 a 90 para o município de Volta Redonda, foi utilizado a tabela 47 como referencial.

Gráfico 81 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Continua)

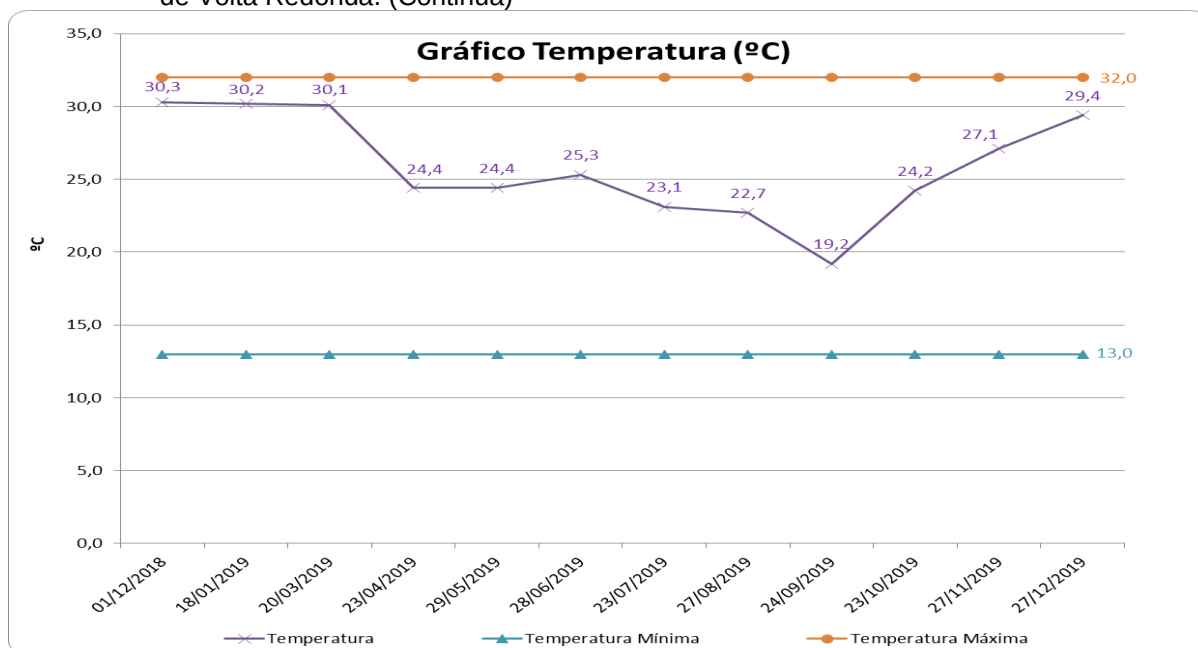
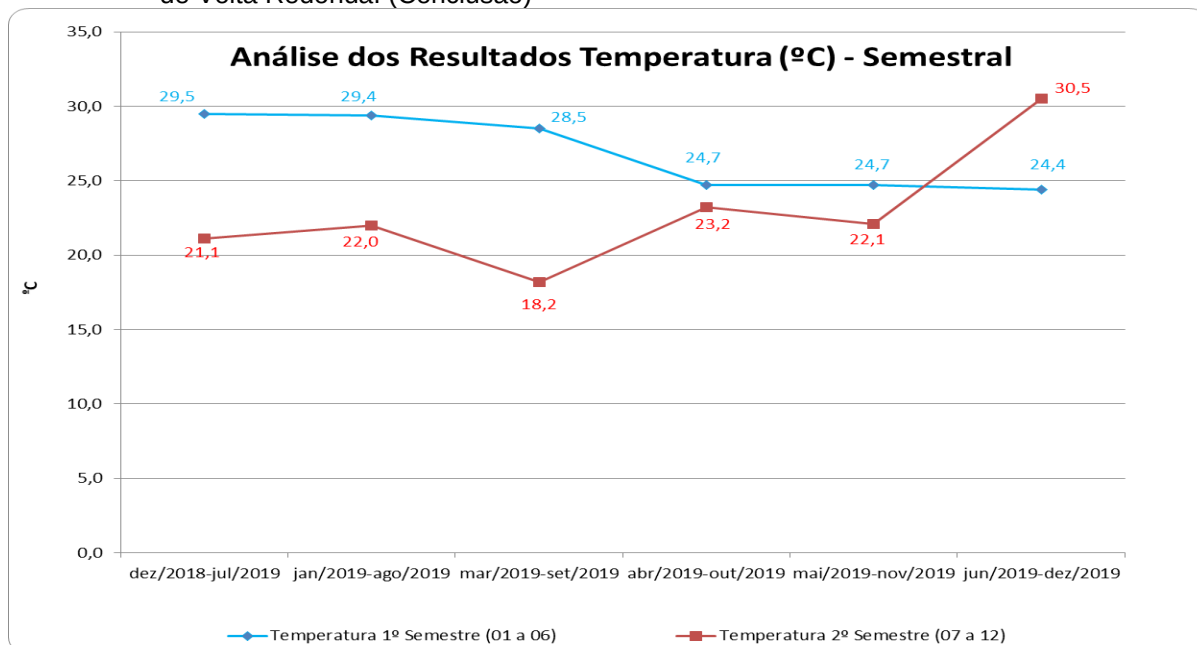


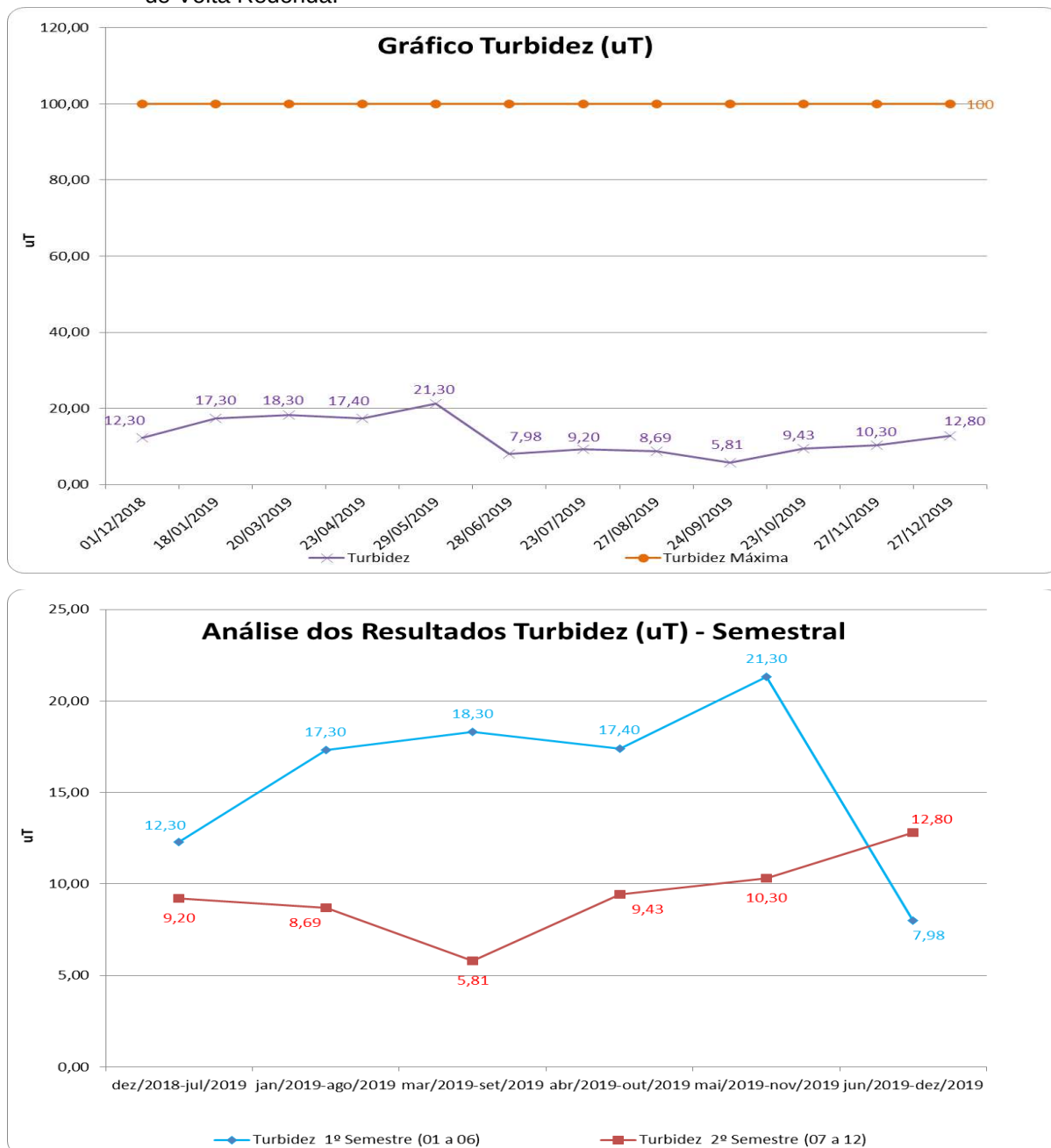
Gráfico 81 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Conclusão)



8.4.1 Água Bruta Volta Redonda – Turbidez (uT)

De acordo com o gráfico 82, as águas brutas de Volta Redonda não apresentaram anormalidade, os valores de sua mínima e máxima ficaram entre 5,81 e 21,30 uT. O limite mínimo e máximo para este parâmetro é de 75,00 uT. A turbidez do primeiro semestre foram as maiores em relação ao segundo semestre, com exceção ao mês de dezembro/2019 que foi superior a junho/2019.

Gráfico 82 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



Fonte: O Autor, 2020.

8.4.2 Água Bruta Volta Redonda – pH

O parâmetro pH tem a seguinte faixa de valores: mínimo 6,0 e máximo 9,0. O município de Volta Redonda não apresentou anormalidades para este parâmetro, gráfico 83; os valores de sua mínima e máxima são respectivamente 6,92 e 7,67.

O que se pode notar é que houve uma oscilação do pH dentro do período estudado, vejamos as comparações:

- a) Análise do dia 01/12/2018 com a análise do dia 23/07/2019 valor a maior para julho/2019 de 7,67;
- b) Análise do dia 18/01/2019 com a análise do dia 27/08/2019 valor a maior para janeiro/2019 de 6,95;
- c) Análise do dia 20/03/2019 com a análise do dia 24/09/2019 valor a maior para março/2019 de 7,10;
- d) Análise do dia 23/04/2019 com a análise do dia 23/10/2019 valor a maior para outubro/2019 de 7,09;
- e) Análise do dia 29/05/2019 com a análise do dia 27/11/2019 valor a maior para novembro/2019 de 7,49;
- f) Análise do dia 28/06/2019 com a análise do dia 27/12/2019 valor a maior para dezembro/2019 de 7,52.

Gráfico 83 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Continua)

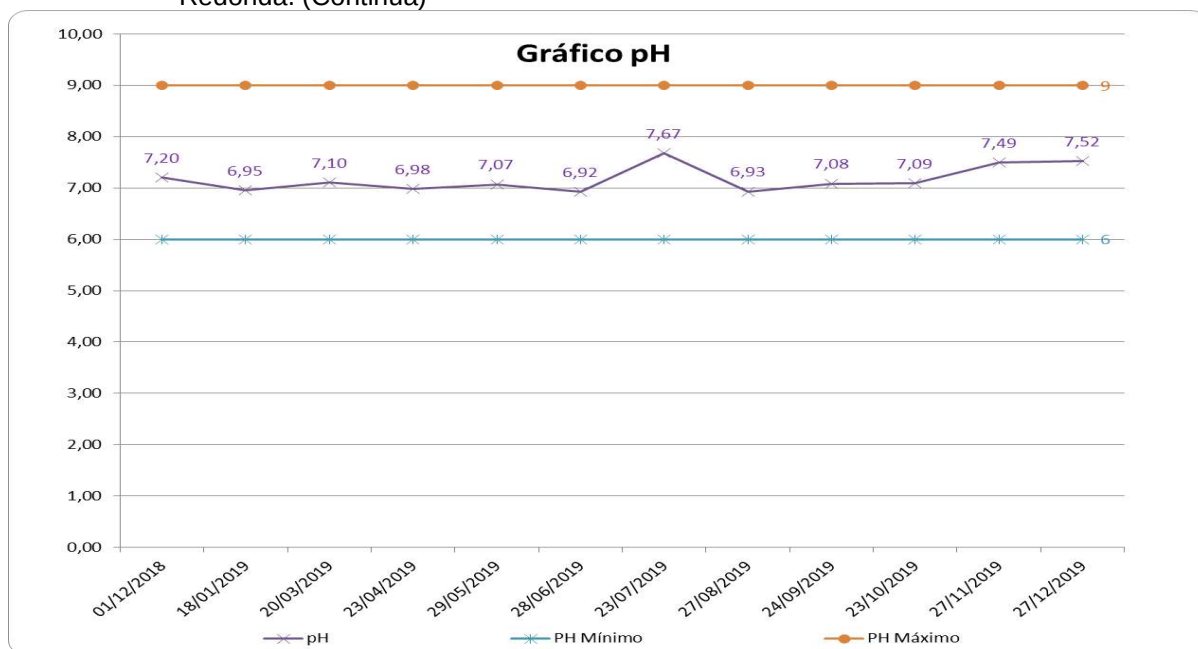
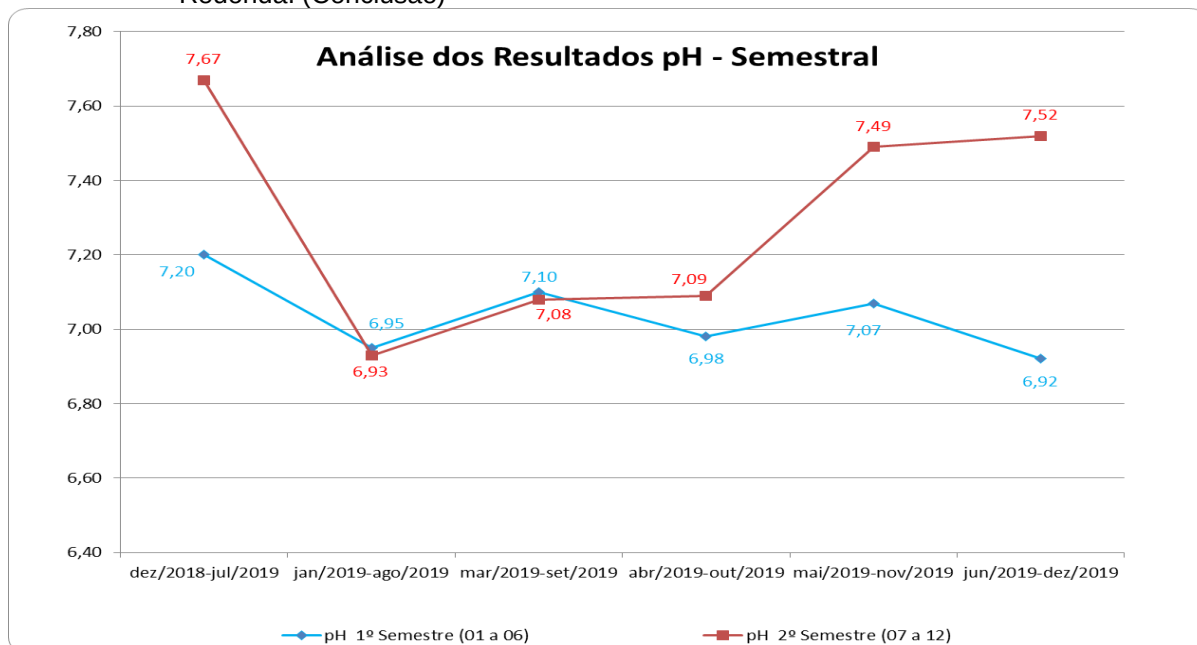


Gráfico 83 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Conclusão)

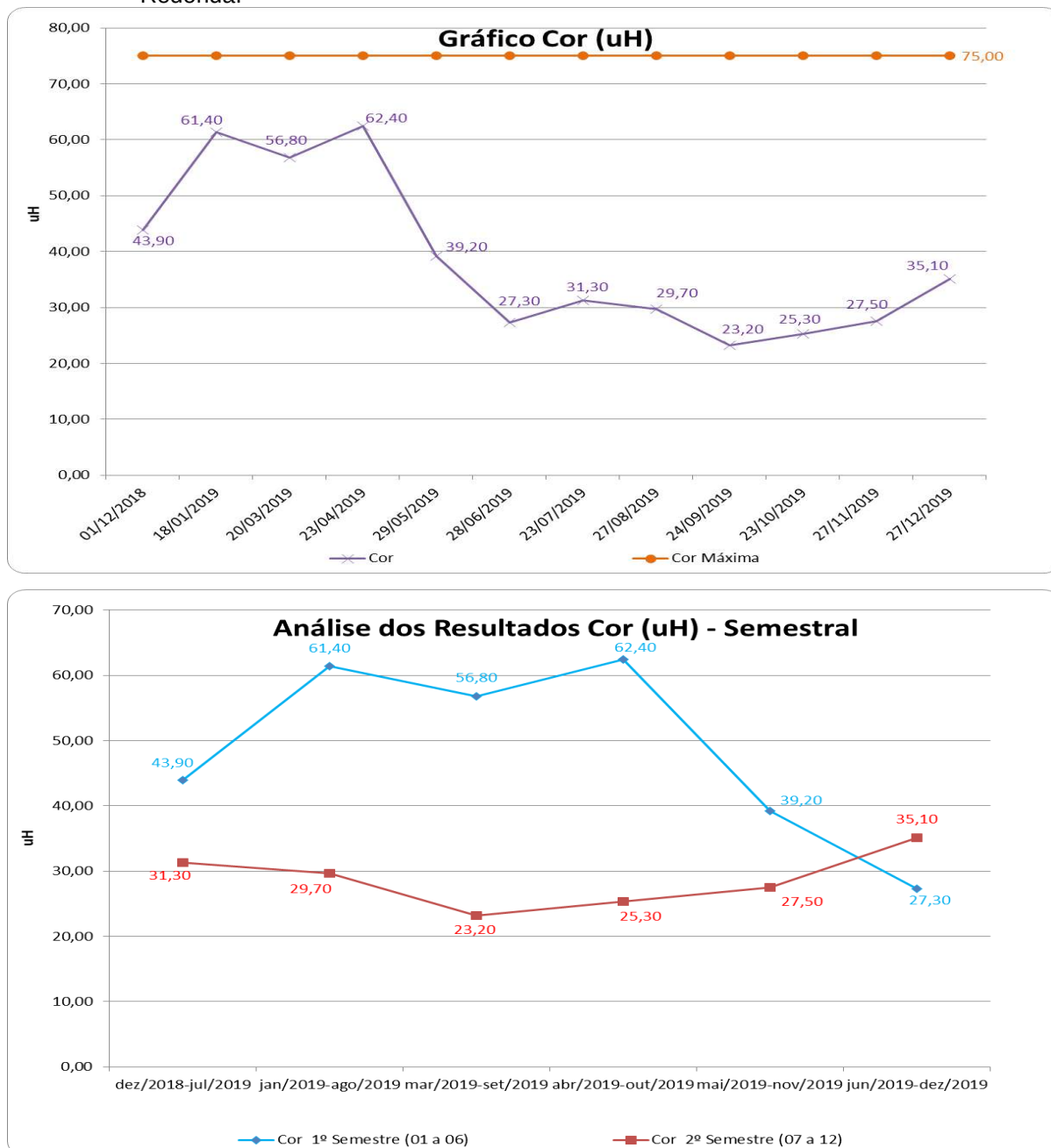


Fonte: O Autor, 2020.

8.4.3 Água Bruta Volta Redonda – Cor (uH)

O município de Volta Redonda não apresentou anomalias para este parâmetro. Sua mínima e máxima foram 23,20 e 62,40 uH. O parâmetro Cor tem como seu limite máximo de 75,00 uH. O gráfico 84 demonstra que os valores do primeiro semestre foram superiores em relação aos valores do segundo semestre com exceção ao mês de dezembro/2019 que foi superior a junho/2019.

Gráfico 84 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



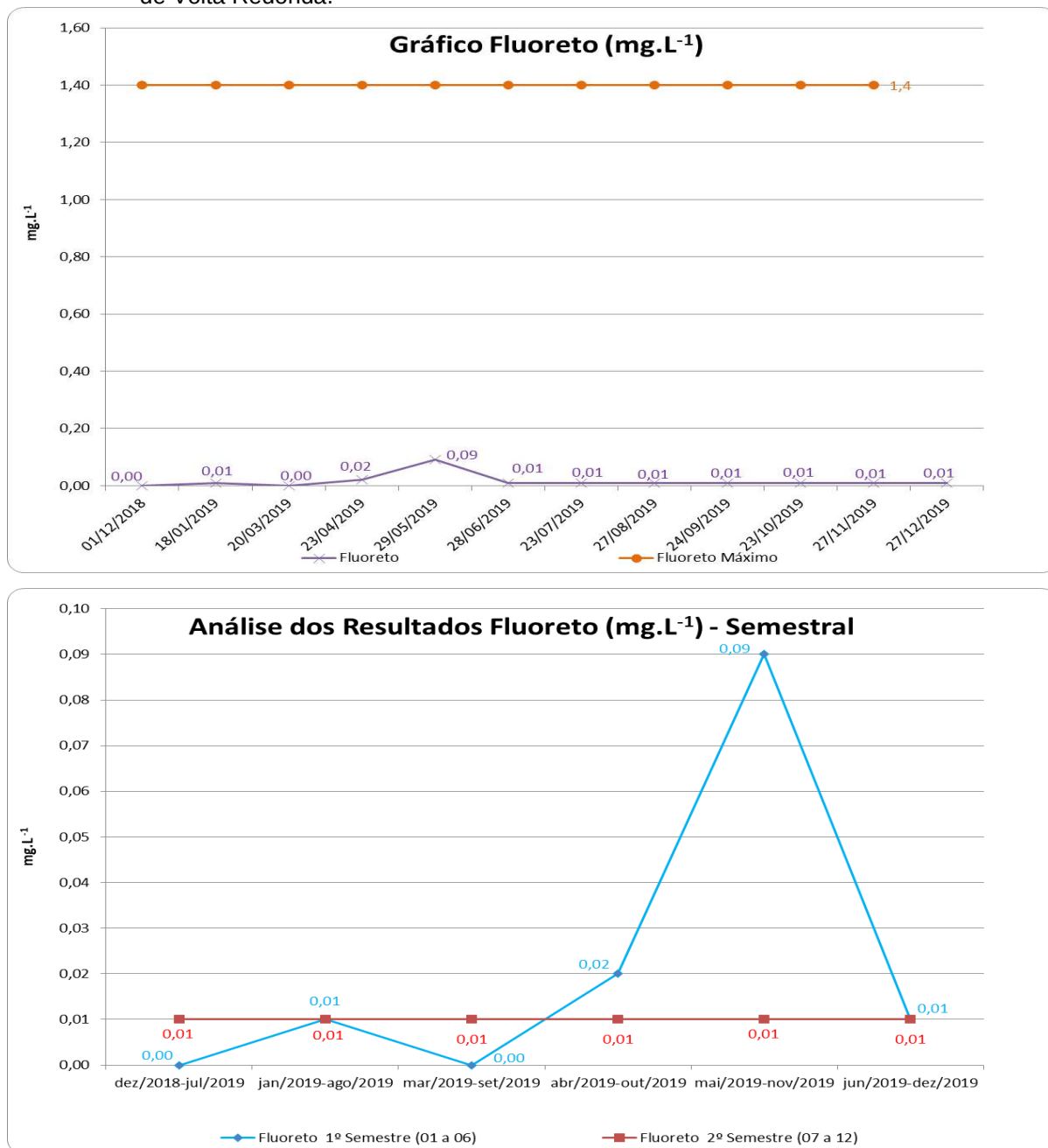
Fonte: O Autor, 2020.

8.4.4 Água Bruta Volta Redonda – Fluoreto (mg.L^{-1})

De acordo com o CONAMA nº 357/2005, o parâmetro fluoreto possui limite máximo de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ para a água bruta. Neste parâmetro, o município apresentou 2 anormalidades, gráfico 85, sua mínima é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ e sua máxima $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$.

O maior valor encontrado no parâmetro fluoreto das águas brutas foi em maio/2019 que foi de 0,09 mg.L⁻¹; na análise de abril/2019, foi encontrado o valor de 0,02 mg.L⁻¹ e as demais análises, o valor encontrado foi de 0,01 mg.L⁻¹ e 0,00 mg.L⁻¹.

Gráfico 85 – Valores do Fluoreto (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



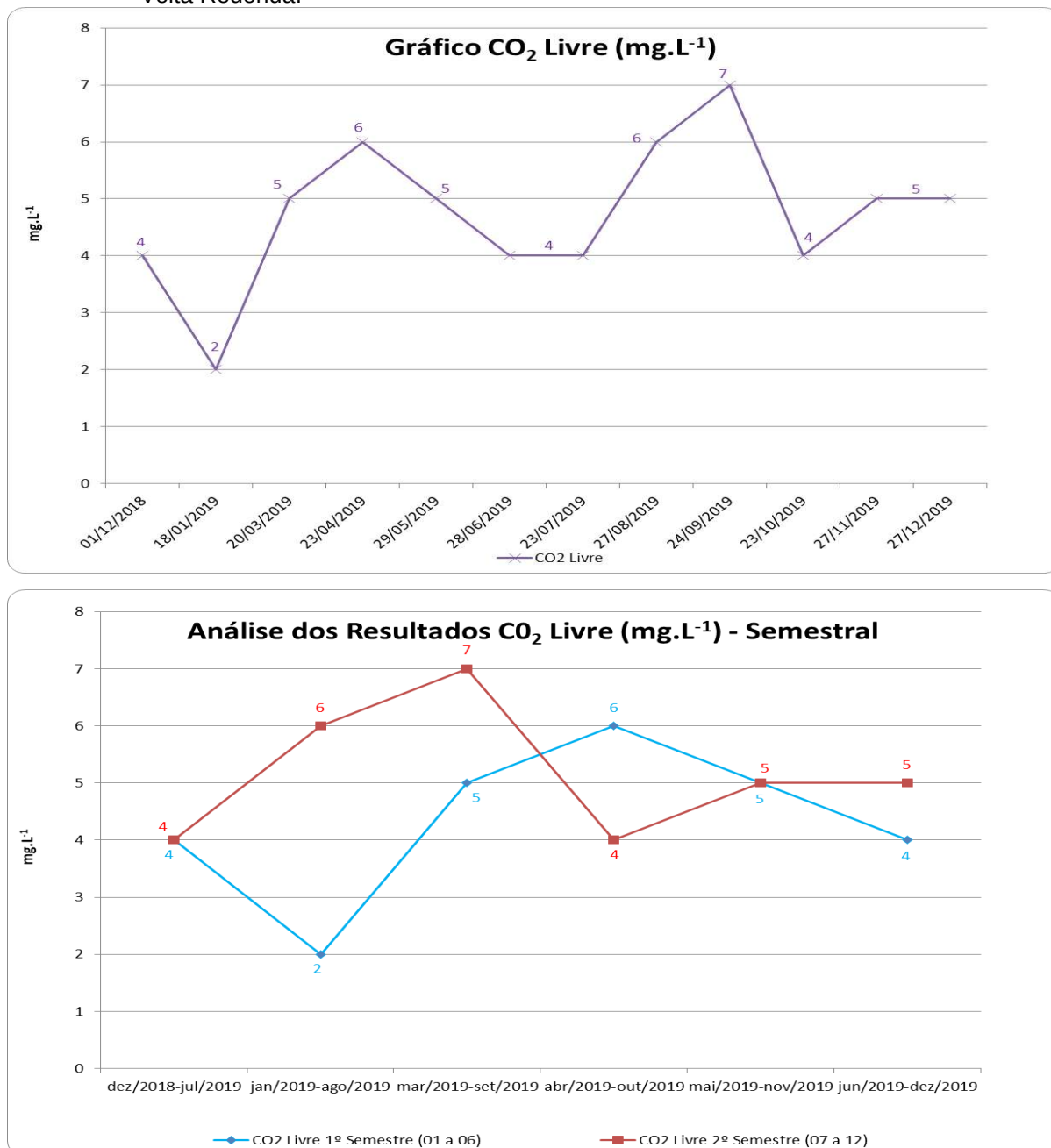
Fonte: O Autor, 2020.

8.4.5 Água Bruta Volta Redonda – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)

Apesar de não ter um valor definido de mínimo e máximo para este parâmetro, no município de Volta Redonda foi encontrado, conforme gráfico 86, os valores de 2 mg.L⁻¹ de mínima e 7 mg.L⁻¹ de máxima, e uma oscilação deste parâmetro dentro do período em estudo, vejamos as comparações:

- a) Análise do dia 01/12/2018 com a análise do dia 23/07/2019 valor igual de 4 mg.L⁻¹;
- b) Análise do dia 18/01/2019 com a análise do dia 27/08/2019 valor a maior para agosto/2019 de 6 mg.L⁻¹;
- c) Análise do dia 20/03/2019 com a análise do dia 24/09/2019 valor a maior para setembro/2019 de 7 mg.L⁻¹;
- d) Análise do dia 23/04/2019 com a análise do dia 23/10/2019 valor a maior para abril/2019 de 6 mg.L⁻¹;
- e) Análise do dia 29/05/2019 com a análise do dia 27/11/2019 valor igual de 5 mg.L⁻¹;
- f) Análise do dia 28/06/2019 com a análise do dia 27/12/2019 valor a maior para dezembro/2019 de 5 mg.L⁻¹.

Gráfico 86 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município Volta Redonda.



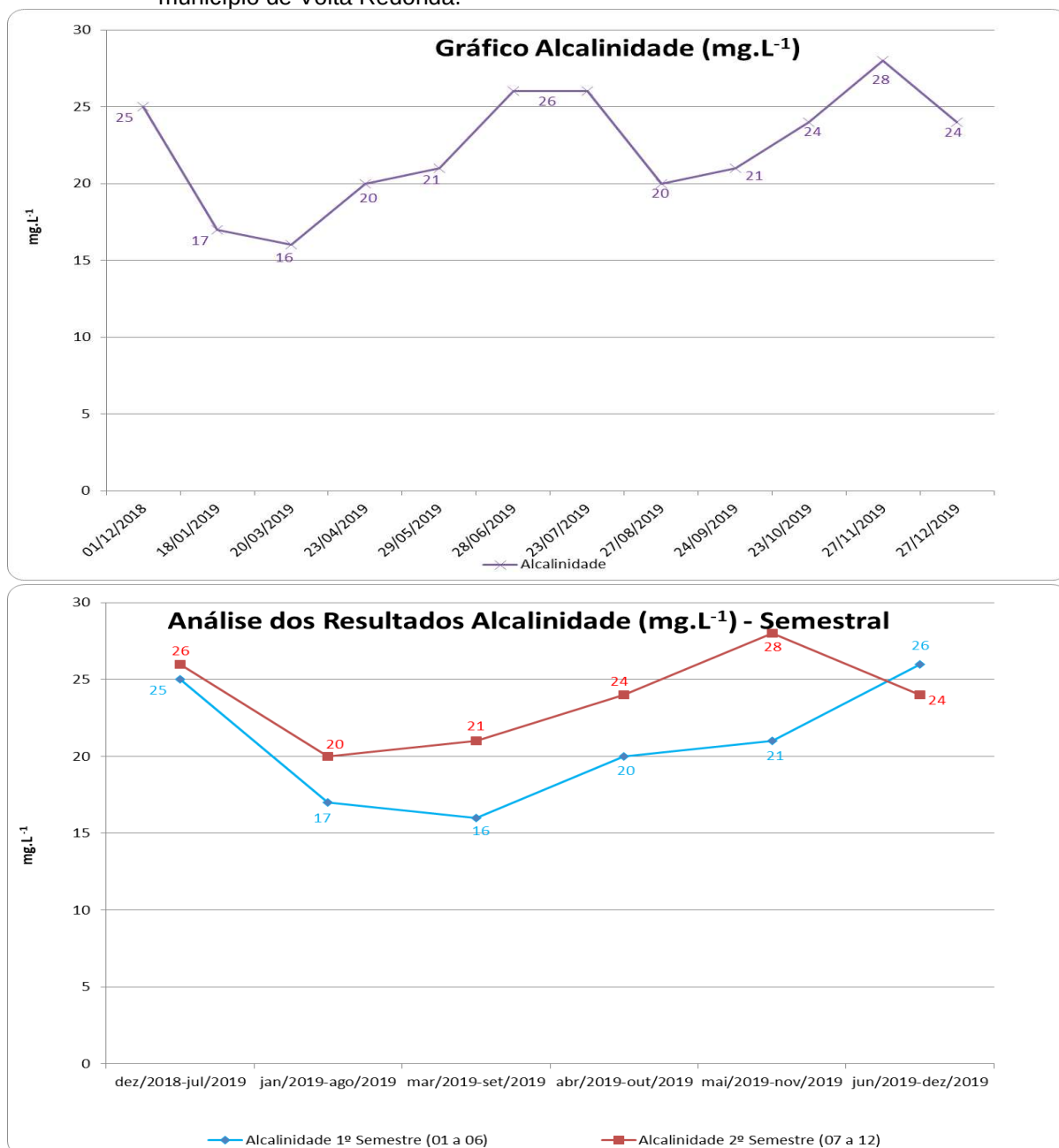
Fonte: O Autor, 2020.

8.4.6 Água Bruta Volta Redonda – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

Este parâmetro encontra-se sem restrições de acordo com o padrão, não se tem um valor definido de mínimo e máximo. No gráfico 87 estão os dados obtidos pelo estudo, sua mínima ficou em 16 mg.L⁻¹ e sua máxima de 28 mg.L⁻¹. A Alcalinidade do

primeiro semestre foi a menor em relação ao segundo semestre, com exceção do mês de dezembro/2019, que foi superior a junho/2019.

Gráfico 87 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



Fonte: O Autor, 2020.

8.4.7 Água Bruta Volta Redonda – Cloreto (mg.L⁻¹)

Neste parâmetro, o município de Pinheiral, ficou com mínima de 5,5 mg.L⁻¹ e máxima 8,5 mg.L⁻¹. O parâmetro Cloreto tem valor definido de máximo 250,0 mg.L⁻¹. Portanto, o parâmetro está de acordo com o CONAMA nº 357/2005.

Conforme o gráfico 88, de um modo geral, o segundo semestre julho/2019 a dezembro/2019, obteve os valores maiores que o primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019). Na comparação entre janeiro e agosto/2019 o resultado é igual e na comparação de maio e novembro/2019, o mês de maio/2019 obteve resultado a maior.

Gráfico 88 – Valores do Cloreto (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Continua)

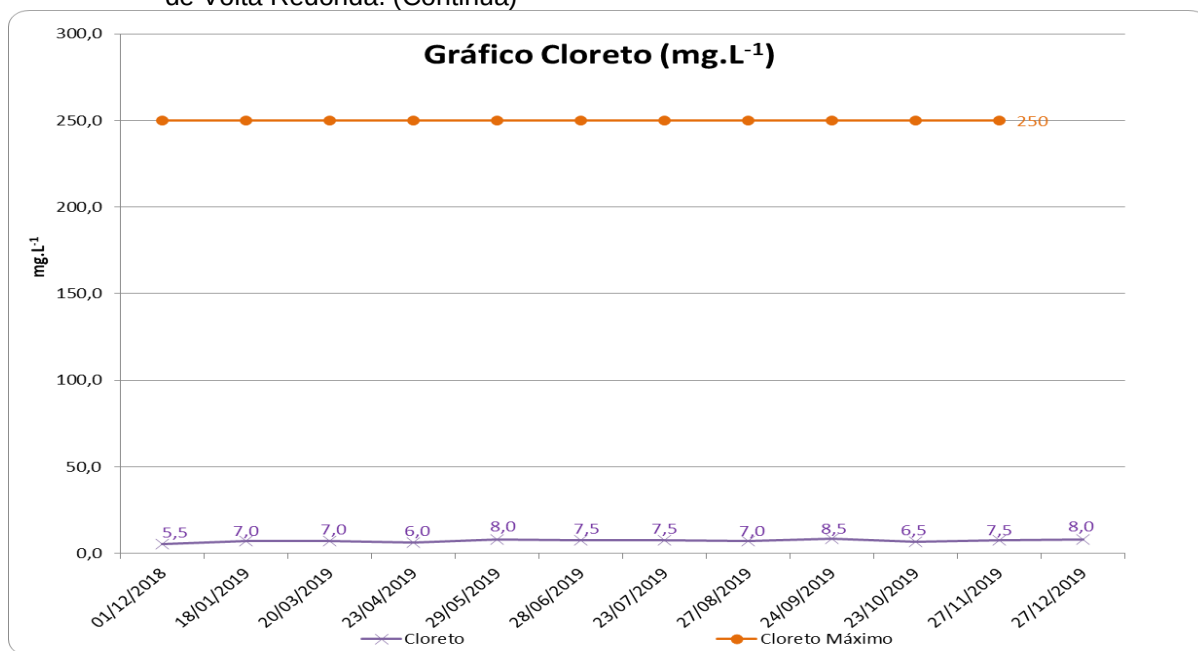
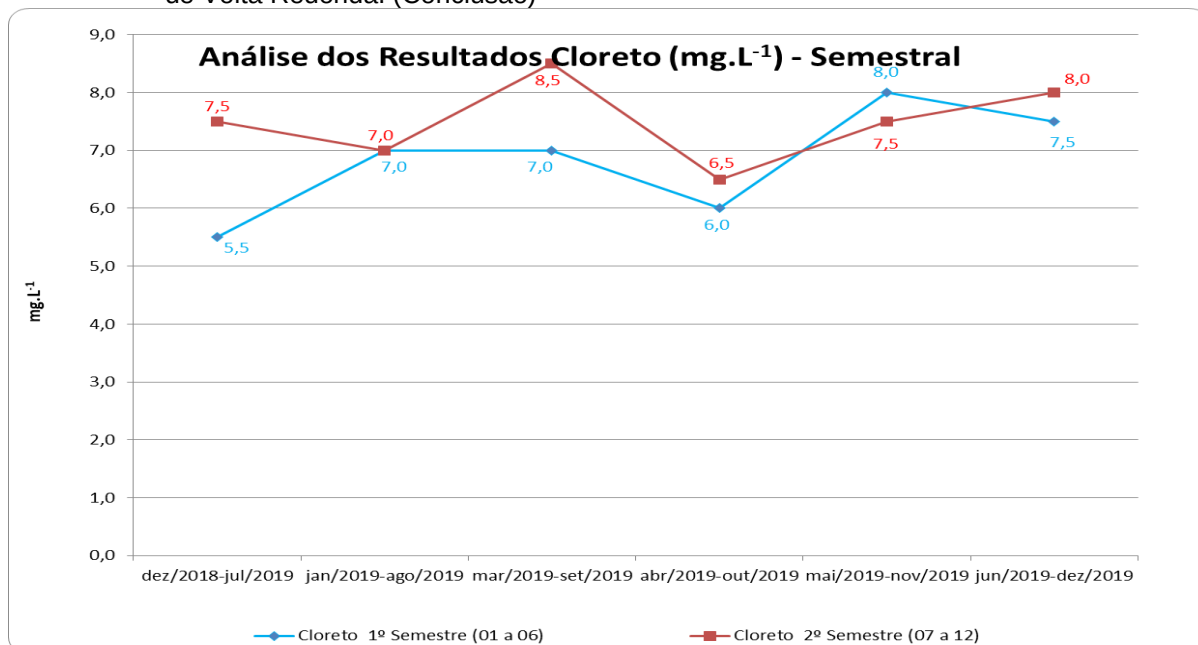


Gráfico 88 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda. (Conclusão)

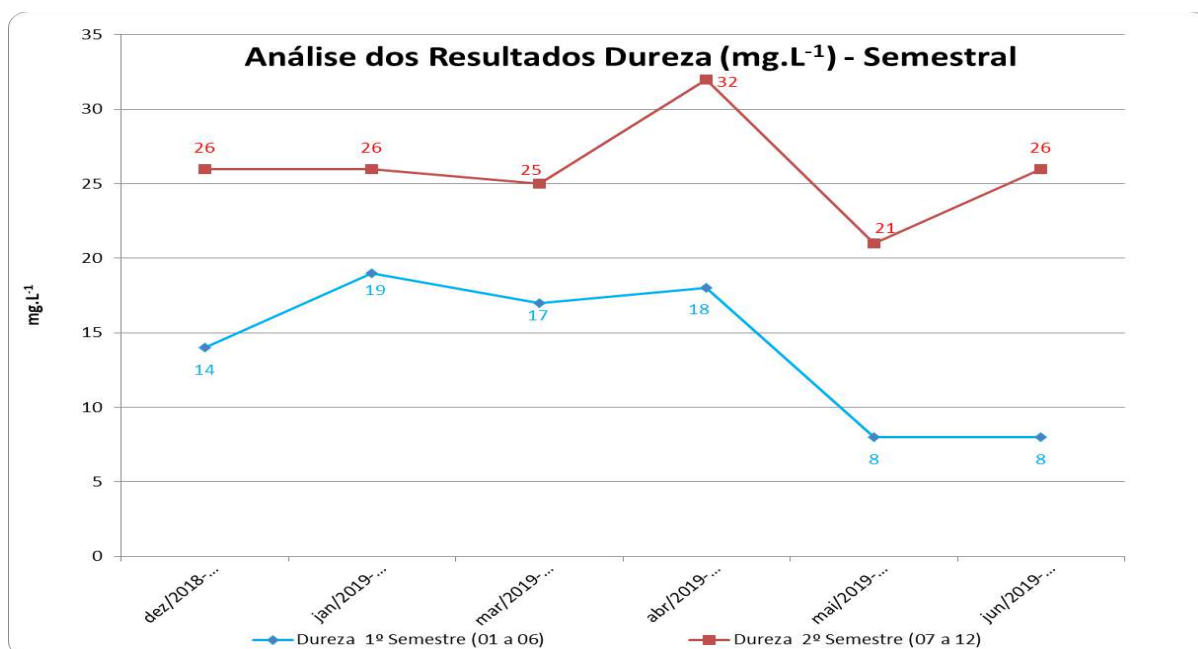
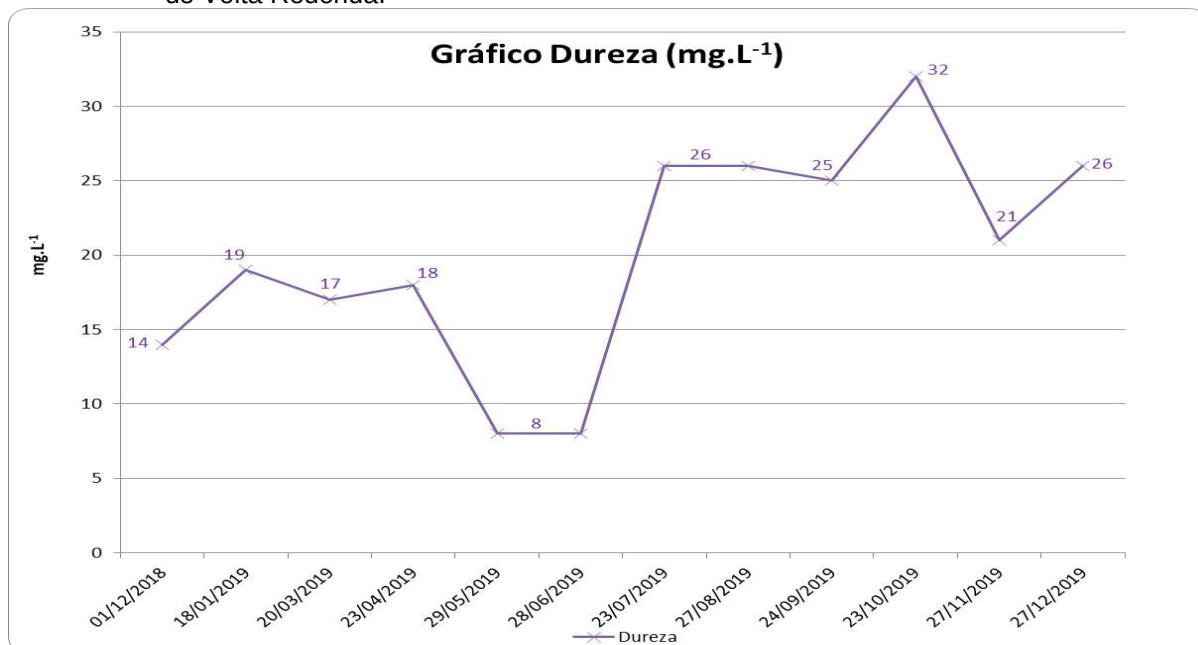


Fonte: O Autor, 2020.

8.4.8 Água Bruta Volta Redonda – Dureza (mg.L^{-1})

Parâmetro com definição de valor máximo de $500,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico 89 representa os valores encontrados nas análises, sua mínima e máxima são 8 e 32 mg.L^{-1} . No gráfico pode-se notar que os resultados do segundo semestre (julho/2019 a dezembro/2019), foram superiores aos resultados encontrados no primeiro semestre (dezembro/2018 a junho/2019).

Gráfico 89 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



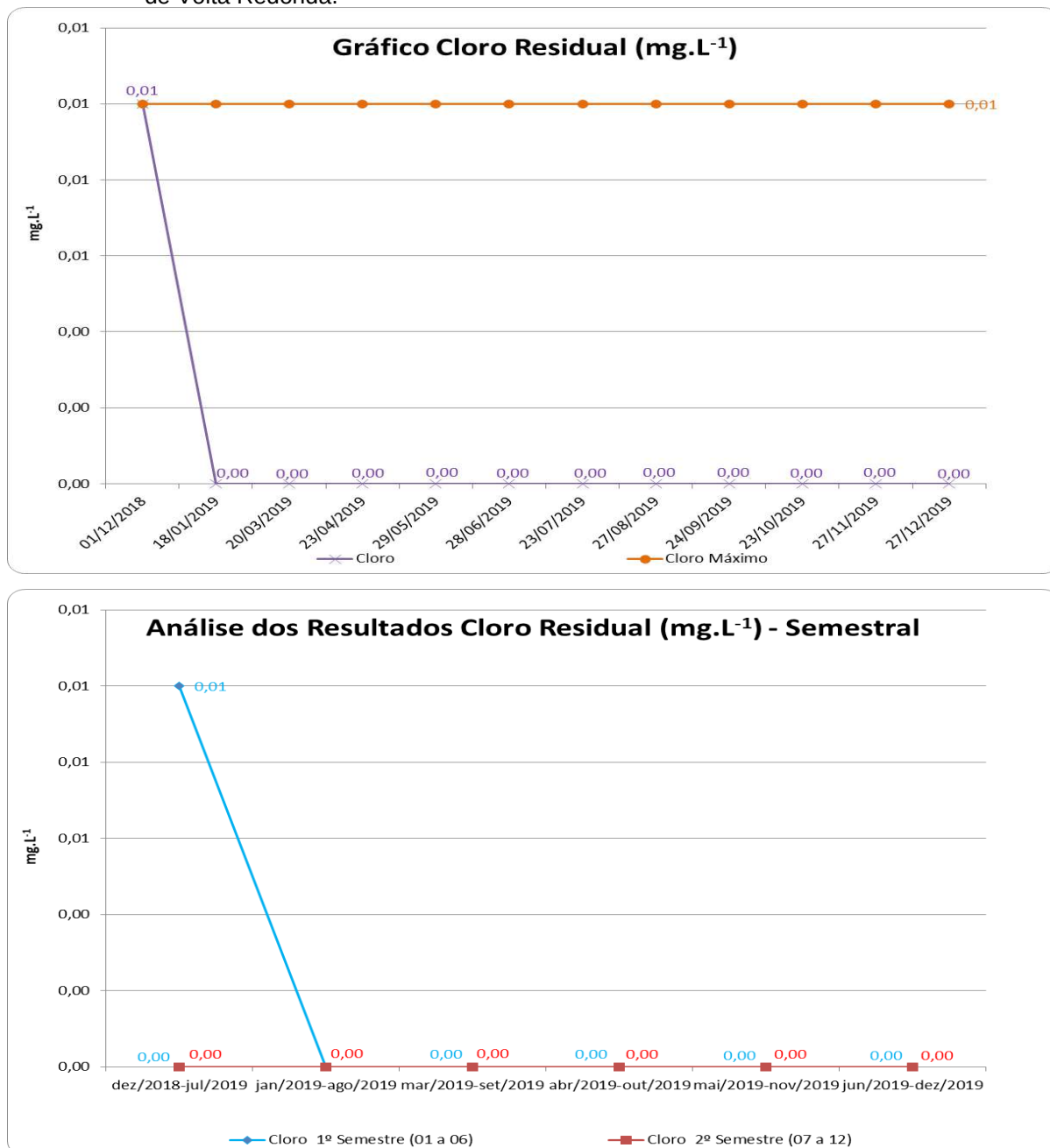
Fonte: O Autor, 2020.

8.4.9 Água Bruta Volta Redonda – Cloro (mg.L^{-1})

O gráfico 90 avalia as informações para este parâmetro. Volta Redonda não apresentou nenhuma anormalidade para este parâmetro; sua mínima e máxima ficaram em ou entre 0,00 e 0,01 mg.L^{-1} . De acordo com o padrão, o máximo do Cloro

permitido na água bruta é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico mostra que tanto os resultados do primeiro e segundo semestre, foram iguais de janeiro/2019 a dezembro/2019, com exceção ao dezembro/2018 que obteve o valor de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 90 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Volta Redonda.



Fonte: O Autor, 2020.

8.5 Água Bruta Pinheiral – Temperatura (°C)

O referencial utilizado para este parâmetro é o *sítio* da Weather Spark, onde o parâmetro possui seu limite mínimo de 13,0 °C e no máximo 32,0 °C para o município de Pinheiral (p. 85). Para criação do gráfico 91, foi levando em conta os valores da temperatura ao longo do estudo, sua mínima e máxima são 20,1 °C e 30,2 °C. A temperatura do primeiro semestre foi a mais alta em relação ao segundo semestre, com exceção a temperatura de novembro/2019 em relação a abril/2019.

Para a criação dos gráficos (91 a 100) do município de Pinheiral, foi utilizado como referência a tabela 48.

Gráfico 91 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral. (Continua)

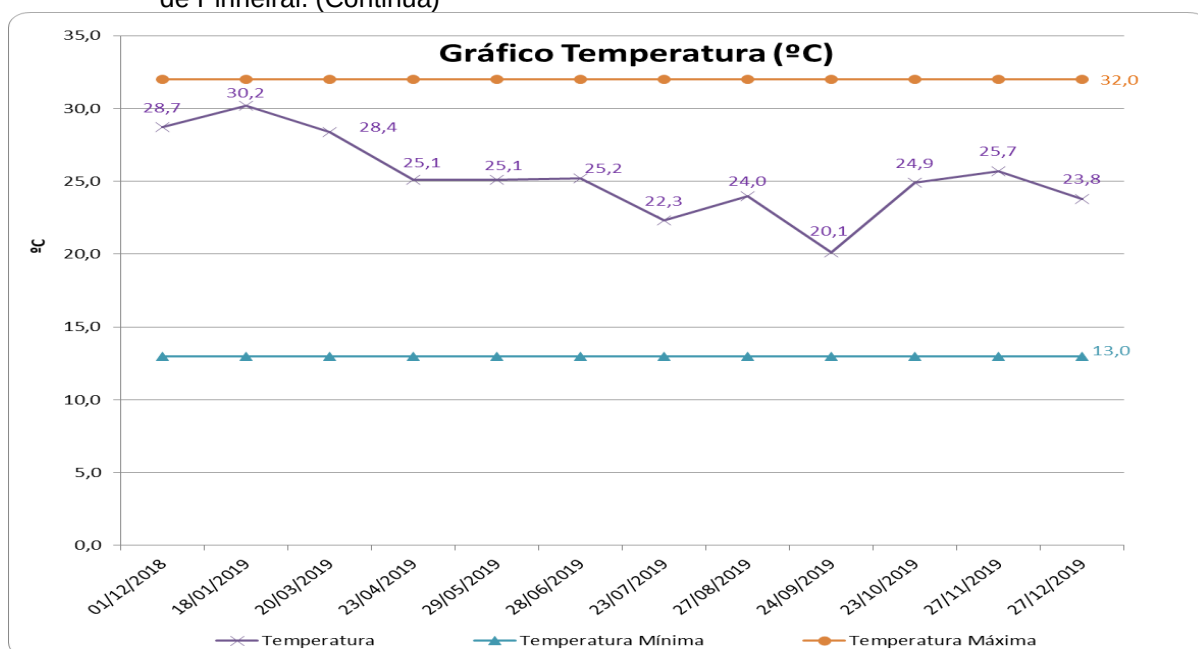
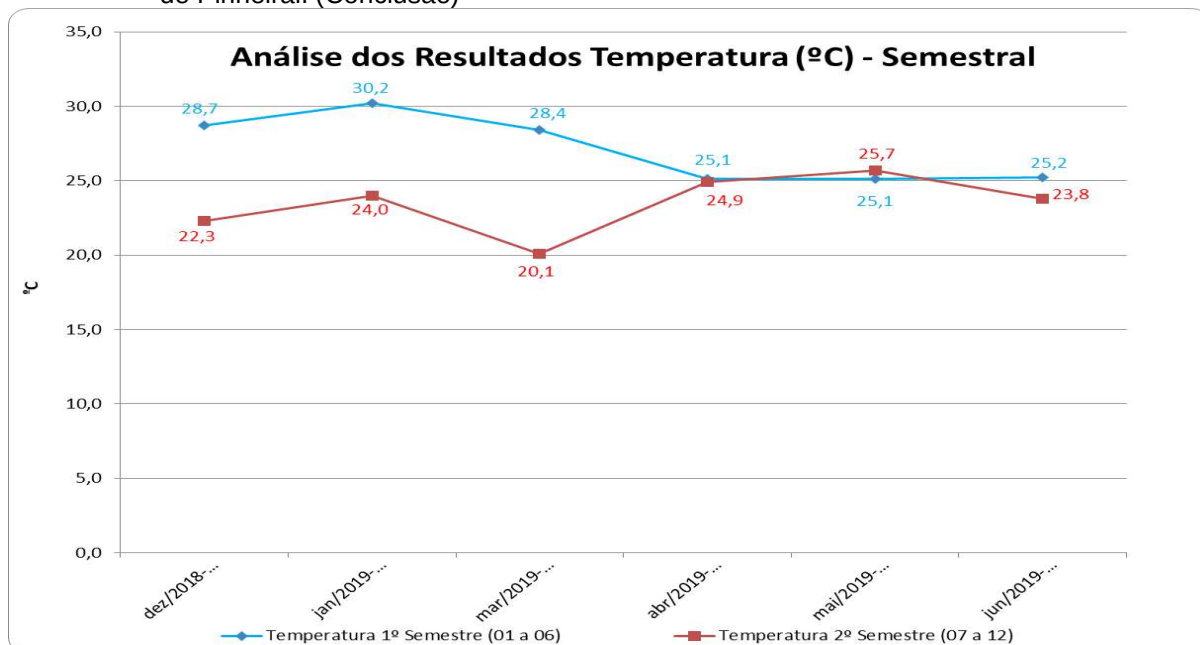


Gráfico 91 – Valores da Temperatura (°C) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral. (Conclusão)



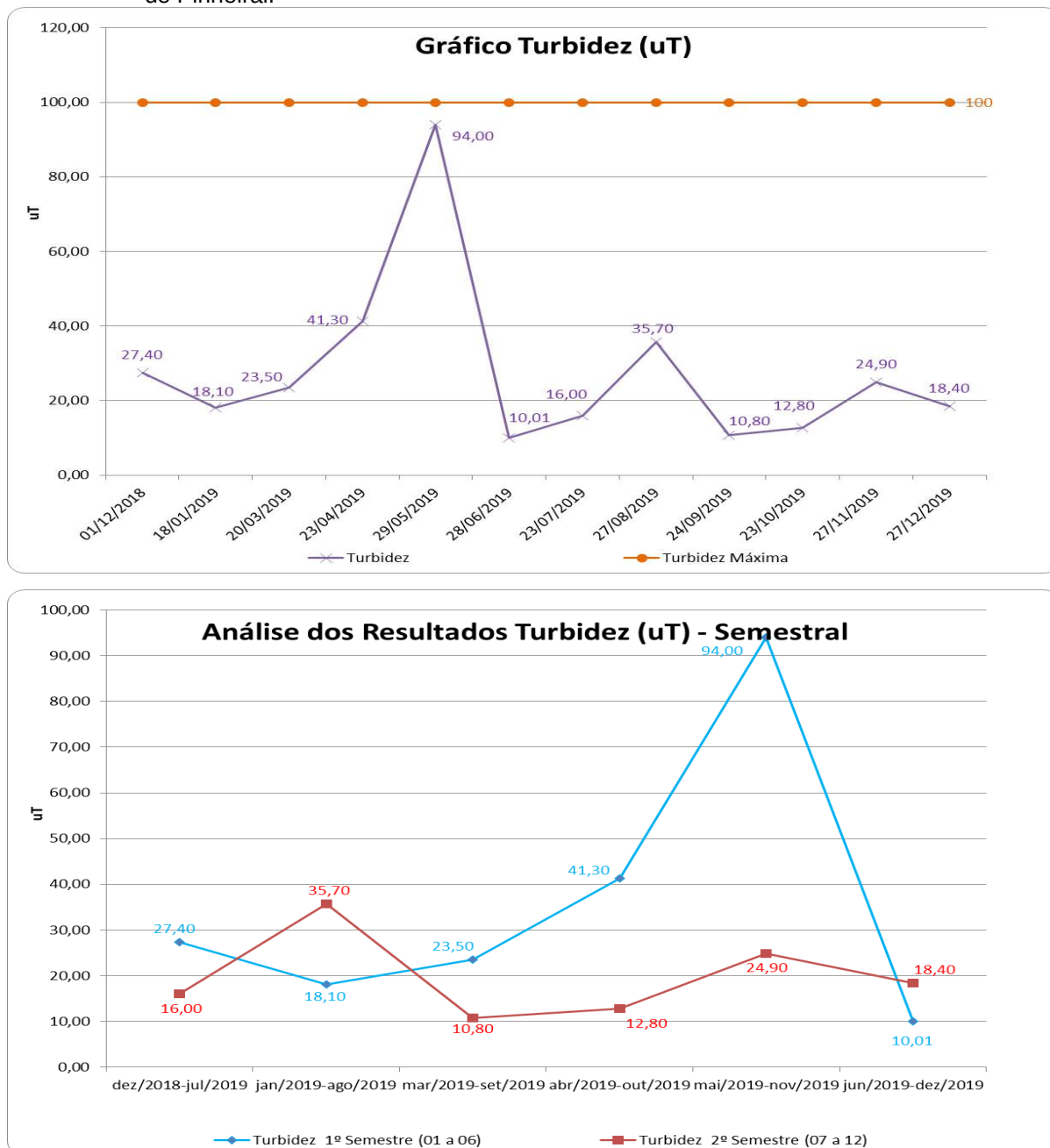
Fonte: O Autor, 2020.

8.5.1 Água Bruta Pinheiral – Turbidez (uT)

Segundo o CONAMA nº 357/2005, o parâmetro Turbidez, possui valores de limites de no máximo de 100,00 uT. Pinheiral não apresentou anormalidade, sua mínima e máxima ficou em 10,01 e 94,00 uT.

O que se deve ser visto no gráfico 92 é que a turbidez do segundo semestre foi menor em comparação com os valores do primeiro semestre com exceção a: janeiro/2019 em relação a agosto/2019 e junho/2019 em relação a dezembro/2019.

Gráfico 92 – Valores da Turbidez (uT) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.



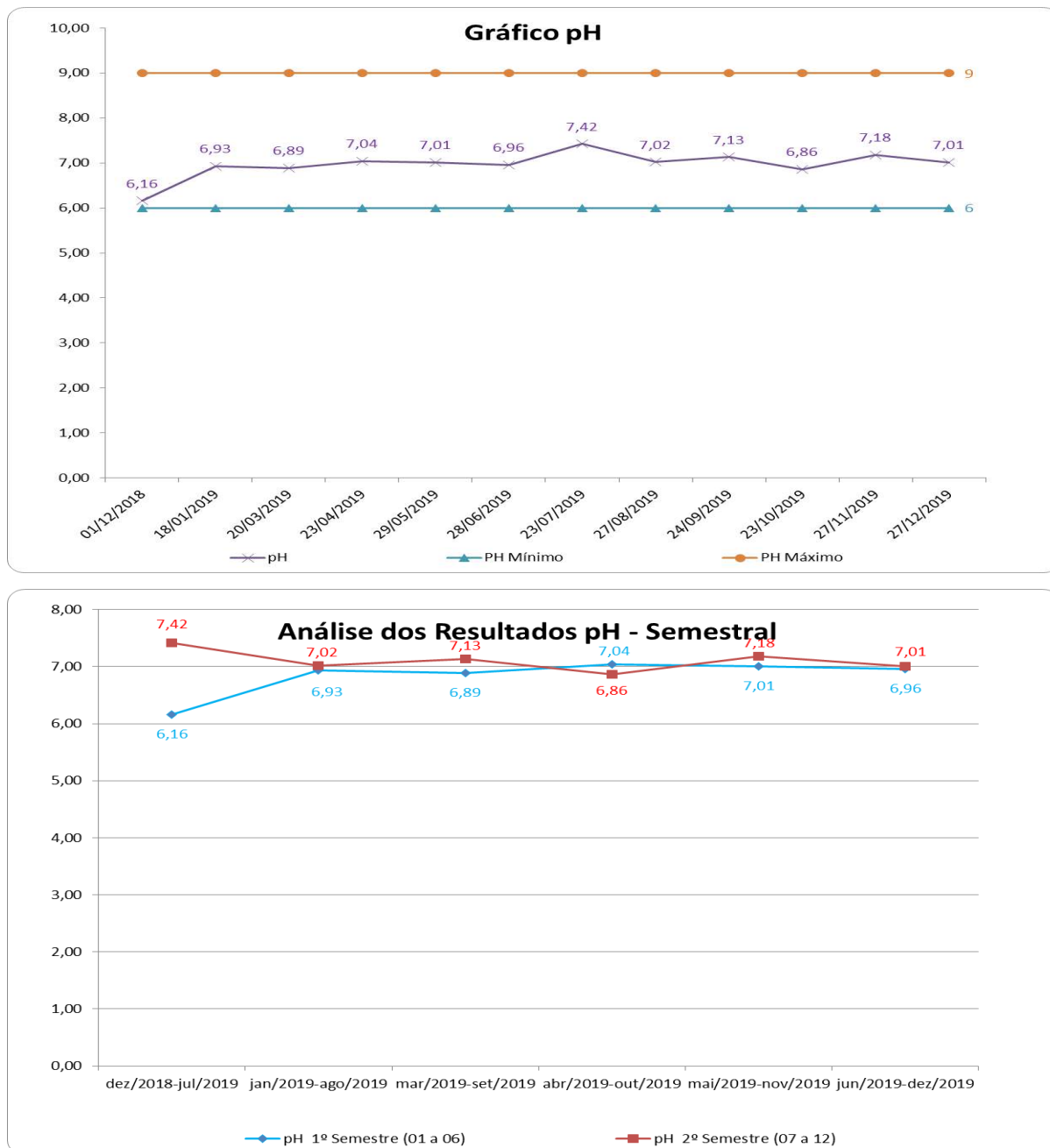
Fonte: O Autor, 2020.

8.5.2 Água Bruta Pinheiral – pH

Para as águas brutas, o parâmetro pH tem como seu limite mínimo de 6,00, e no máximo 9,00. Pinheiral não apresentou anormalidades. Os valores de sua mínima e máxima são 6,16 e 7,42. O gráfico 93 destaca que de modo geral, os maiores valores

do pH foram no segundo semestre com exceção a comparação de abril e outubro/2019.

Gráfico 93 – Valores do pH medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.

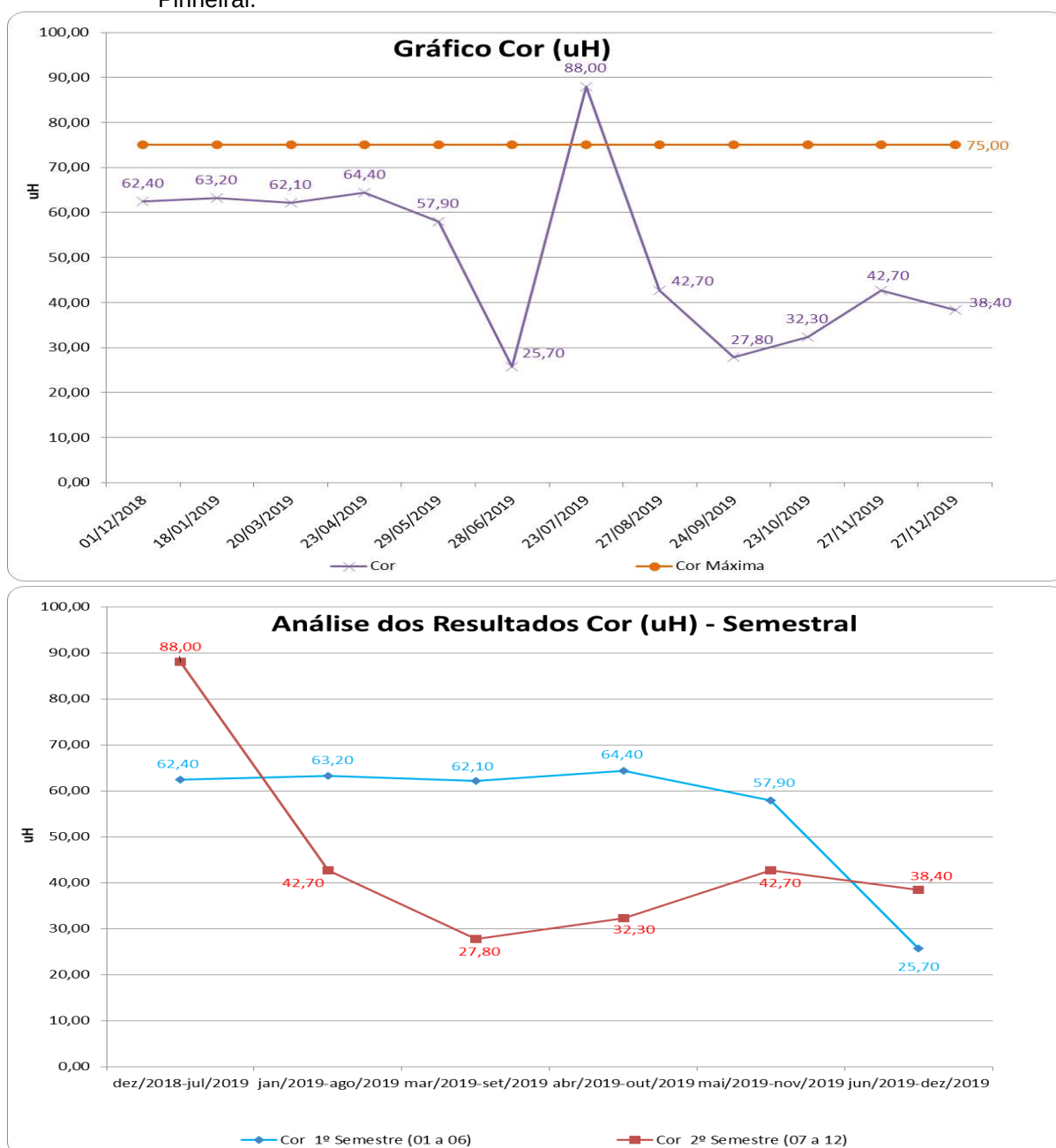


Fonte: O Autor, 2020.

8.5.3 Água Bruta Pinheiral – Cor (uH)

Este parâmetro possui limites máximo de 75,00 uH. O gráfico 94 demonstra que Pinheiral apresentou 1 anormalidade sua mínima e máxima são 25,70 e 88,00 uH. Com exceção da análise de dezembro/2018, que foi maior em comparação com a de julho/2019, as demais (março/2019 a junho/2019) foram maiores que (agosto/2019 a dezembro/2019).

Gráfico 94 – Valores da Cor (uH) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.

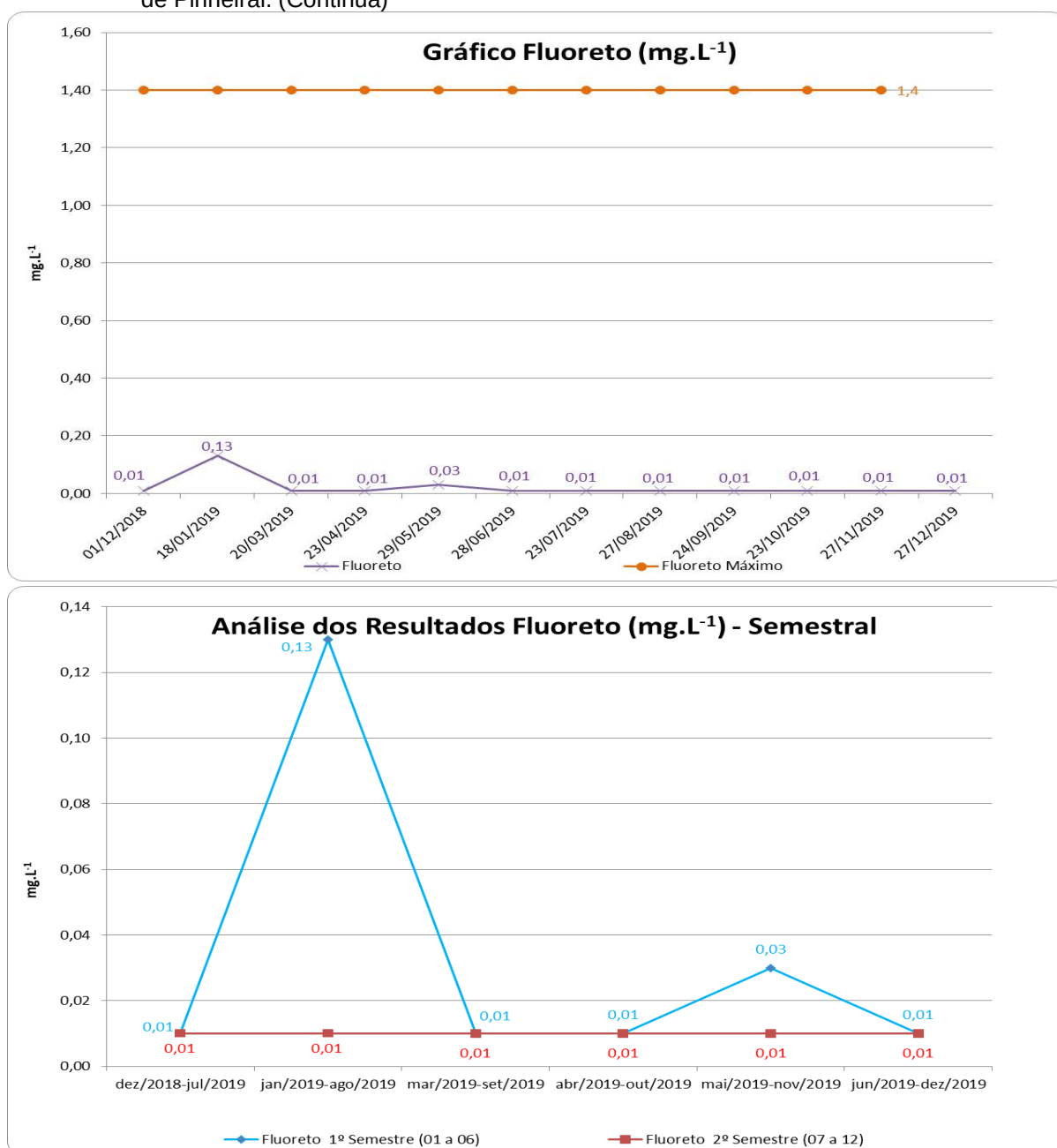


Fonte: O Autor, 2020.

8.5.4 Água Bruta Pinheiral – Fluoreto (mg.L^{-1})

Este parâmetro tem limite máximo de $1,40 \text{ mg.L}^{-1}$. Pinheiral apresentou 2 vezes anormalidades (gráfico 95) para este parâmetro. Sua mínima e máxima são $0,01$ e $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$. O maior valor encontrado no parâmetro fluoreto das águas brutas, foi em janeiro/2019 que foi de $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$; depois em maio/2019, tendo como referência $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ e por fim as demais análises ficou em $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 95 – Valores do Fluoreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral. (Continua)



Fonte: O Autor, 2020.

8.5.5 Água Bruta Pinheiral – CO₂ Livre (mg.L⁻¹)

No CONAMA nº 357/2005 está escrito que este parâmetro não possui faixa de valores definidos. De acordo com o gráfico 96, sua mínima é 4 mg.L⁻¹ e sua máxima 6 mg.L⁻¹. Este parâmetro é de pouca variância. Por duas vezes o segundo semestre obteve valores a maior (setembro/2019 em relação a março/2019 e dezembro/2019 em relação a julho/2019) que o primeiro semestre, e uma vez o primeiro semestre (maio/2019 a novembro/2019) teve valor a maior; as outras 3 análises tiveram valores iguais (dezembro/2018 e janeiro/2019 com julho/2019 e agosto/2019 e abril/2019 com outubro/2019).

Gráfico 96 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral. (Continua)

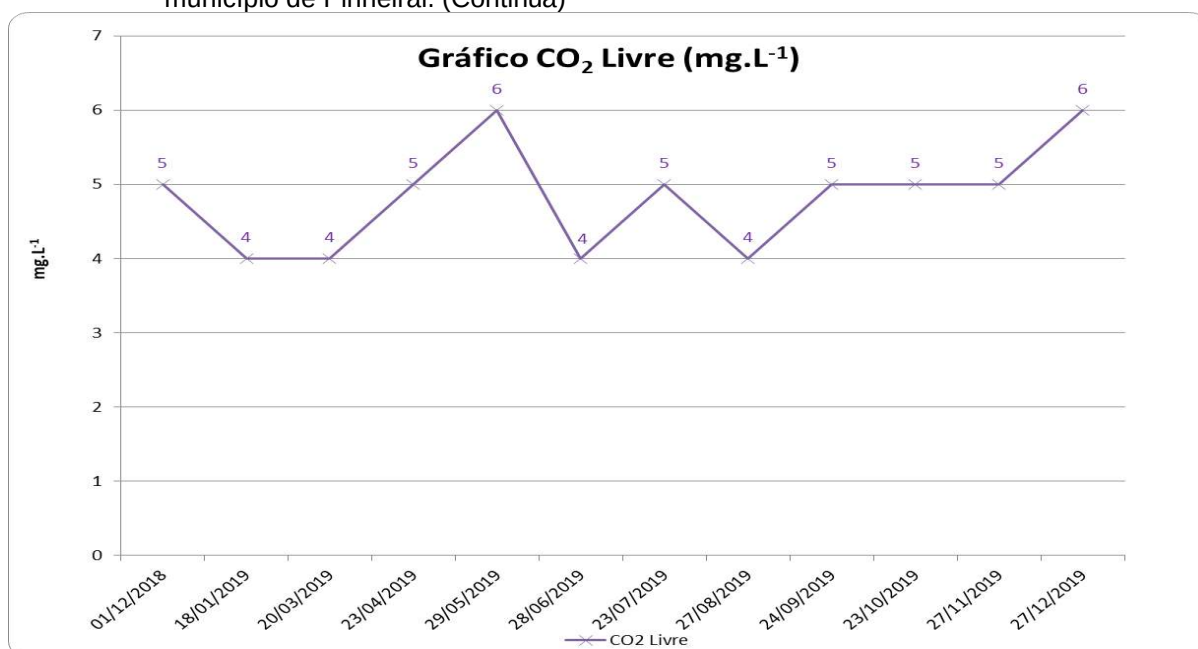
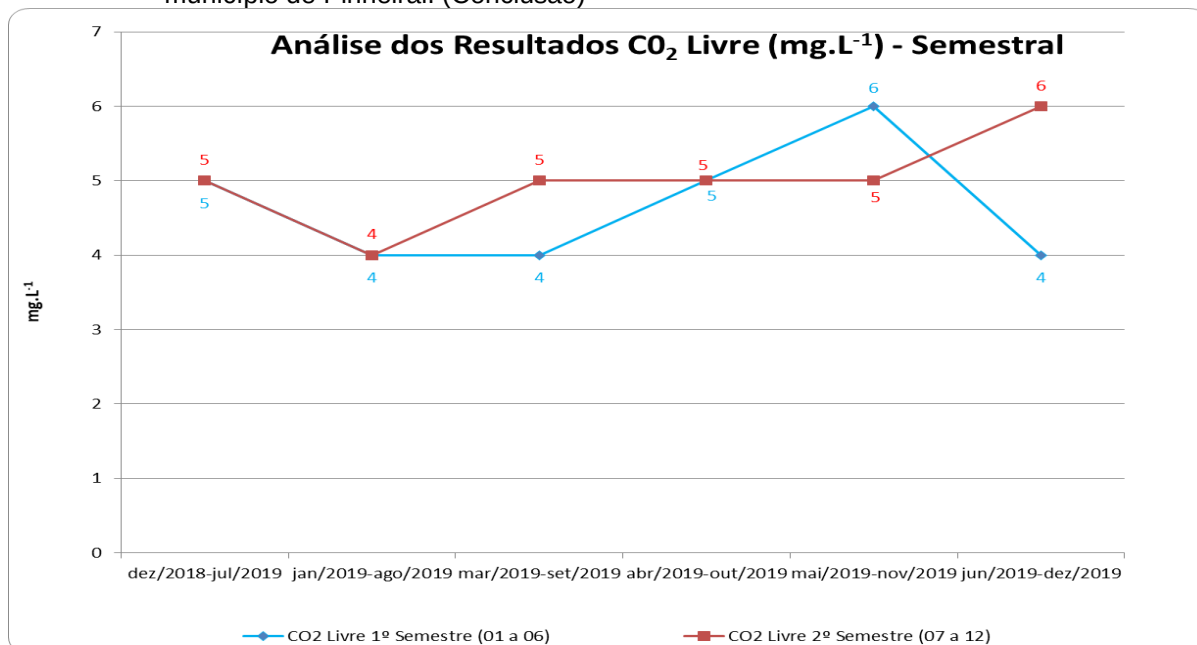


Gráfico 96 – Valores de CO₂ Livre (mg.L⁻¹) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral. (Conclusão)

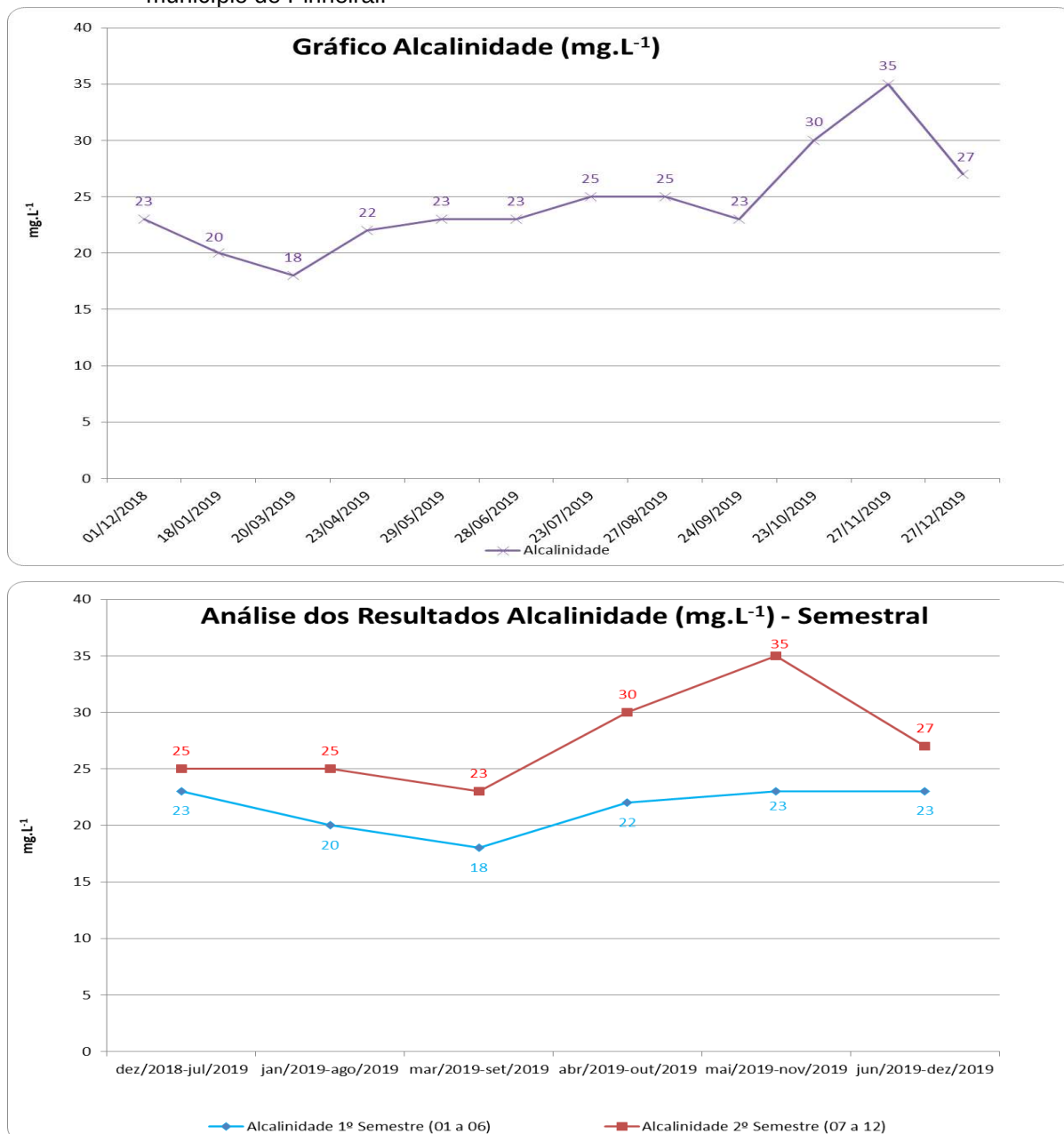


Fonte: O Autor, 2020.

8.5.6 Água Bruta Pinheiral – Alcalinidade (mg.L⁻¹)

O padrão da água bruta não estabelece faixa de valores para máximo e nem para mínimo deste parâmetro. Conforme o gráfico 97 sua mínima é 18 mg.L⁻¹ e sua máxima 35 mg.L⁻¹. O segundo semestre obteve valores a maior em comparação com os valores do primeiro semestre.

Gráfico 97 – Valores da Alcalinidade (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.



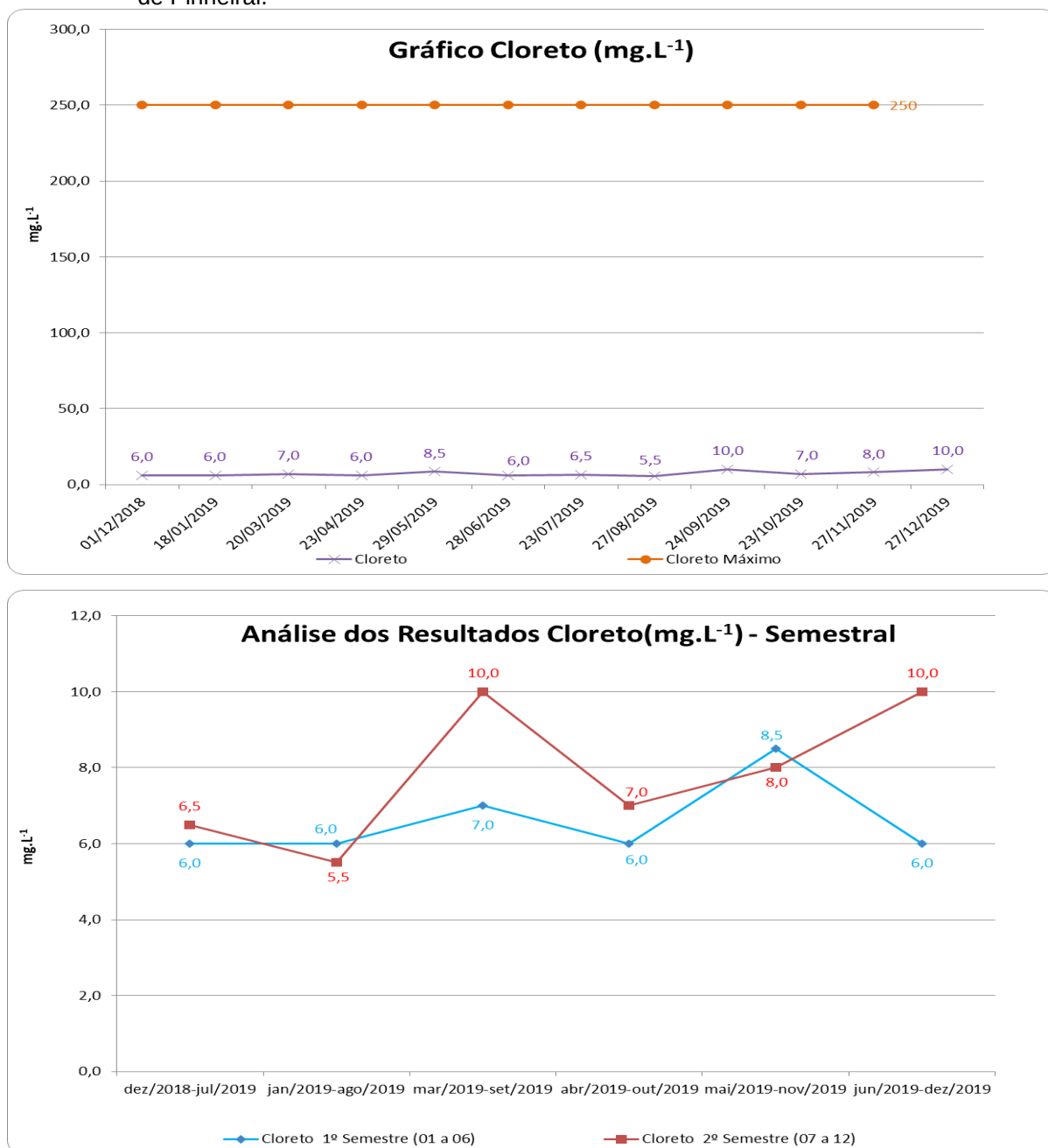
Fonte: O Autor, 2020.

8.5.7 Água Bruta Pinheiral – Cloreto (mg.L^{-1})

Parâmetro definido com o valor máximo que é de $250,0 \text{ mg.L}^{-1}$. No gráfico 98 são analisados os dados deste parâmetro sua mínima e máxima são respectivamente $5,5$ e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Comparando os valores do primeiro semestre com os valores do segundo semestre, pode-se observar que por 4 vezes o primeiro semestre teve seus

resultados comparados a menor, e por 2 vezes seus resultados comparados foram a maior que o segundo semestre. Resultados a menor no primeiro semestre: dezembro/2018 em relação a julho/2019, março/2019 em relação a setembro/2019, abril/2019 em relação a outubro/2019 e dezembro/2019 em relação a junho/2019. Resultados a maior do primeiro semestre: janeiro/2019 em relação a agosto/2019 e maio/2019 em relação a novembro/2019.

Gráfico 98 – Valores do Cloreto (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.



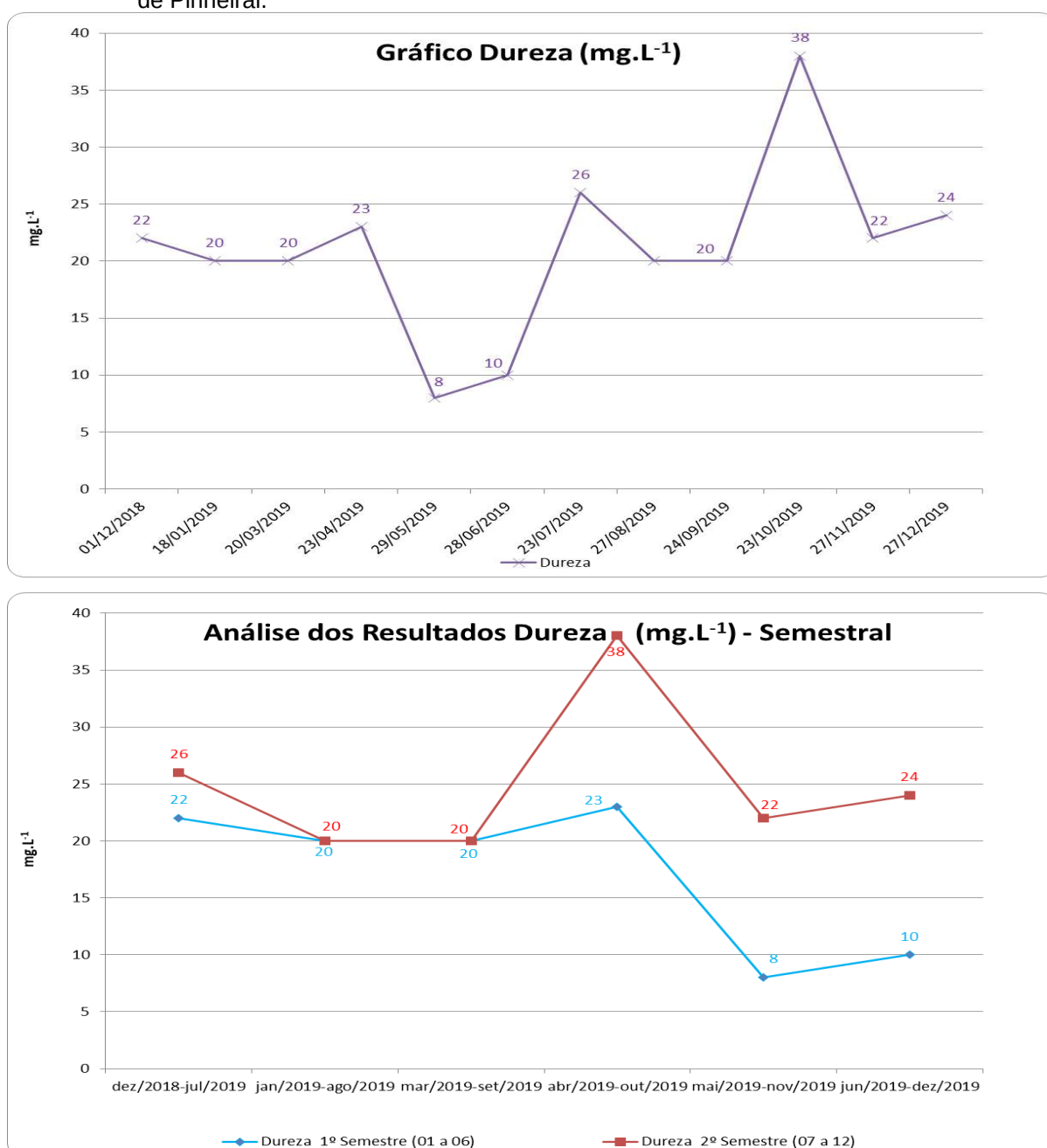
Fonte: O Autor, 2020.

8.5.8 Água Bruta Pinheiral – Dureza (mg.L^{-1})

O valor máximo definido para este parâmetro é de 500 mg.L^{-1} . O município de Pinheiral segundo o gráfico 99, tem sua mínima e máxima em 8 e 38 mg.L^{-1} .

De um modo geral os valores do segundo semestre em comparação ao primeiro semestre foram bem mais superiores.

Gráfico 99 – Valores da Dureza (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.

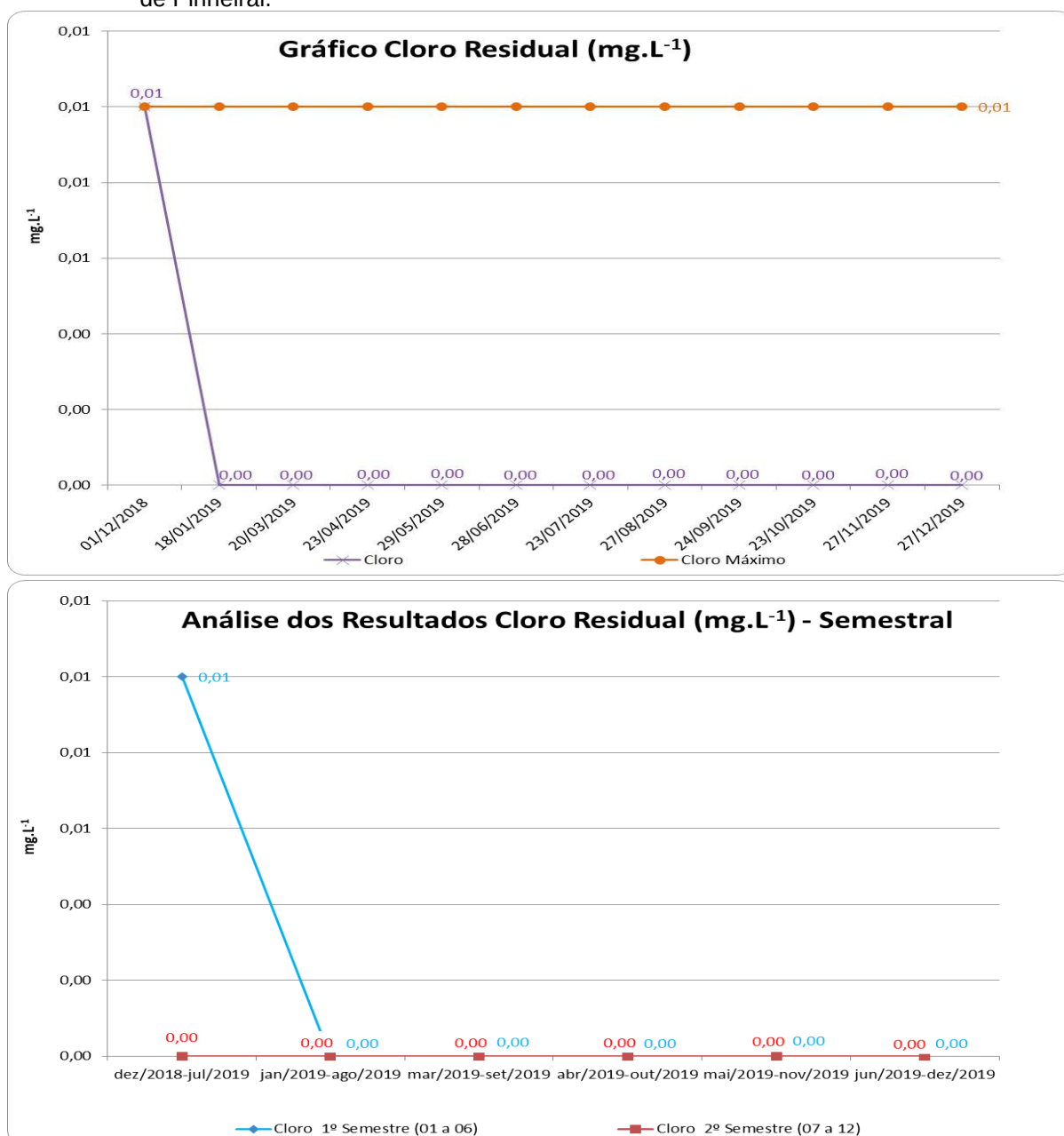


Fonte: O Autor, 2020.

8.5.9 Água Bruta Pinheiral – Cloro (mg.L^{-1})

Este parâmetro para as águas brutas tem limites máximos $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Comparando as informações deste parâmetro (gráfico 100), o município de Pinheiral não apresentou anormalidade, sua mínima e máxima são $0,00$ e $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. O gráfico mostra que tanto os resultados do primeiro e segundo semestre foram iguais de janeiro/2019 a dezembro/2019, com exceção ao dezembro/2018 que obteve o valor de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Gráfico 100 – Valores do Cloro (mg.L^{-1}) medidos nas amostras de água bruta coletadas no município de Pinheiral.



Fonte: O Autor, 2020.

9 GRÁFICOS ESTATÍSTICOS

Foram realizados testes estatísticos com o objetivo de avaliar se há diferença significativa entre os locais de coleta, municípios e período de amostragem. Para tal, foram escolhidas 2 amostragens: 1 no período seco (23/07/2019) e outra no período chuvoso (23/10/2019).

Antes da realização dos testes específicos, foi feito o teste de Shapiro-Wilk para saber se os dados teriam uma distribuição normal ou não. De acordo com o resultado, para essa população de dados, a distribuição é considerada não normal ou não paramétrica ($p < 0,05$).

9.1 Teste Mann-Whitney

Tem como objetivo comparar dois grupos independentes avaliados por meio de uma variável dependente qualitativa ordinal, ou seja, um atributo, uma qualidade que possui uma ordem. Aqui foram comparados os parâmetros analisados (temperatura, pH e cor) em relação ao período de amostragem (seco x chuvoso).

Valor de p

A probabilidade (p) mede o indício contra uma hipótese nula. Quanto menor for o valor de p , isso indica que é mais forte contra a hipótese nula. Para determinar se a diferença entre as medianas da população é estatisticamente significativa, o valor de p será menor que 0,05.

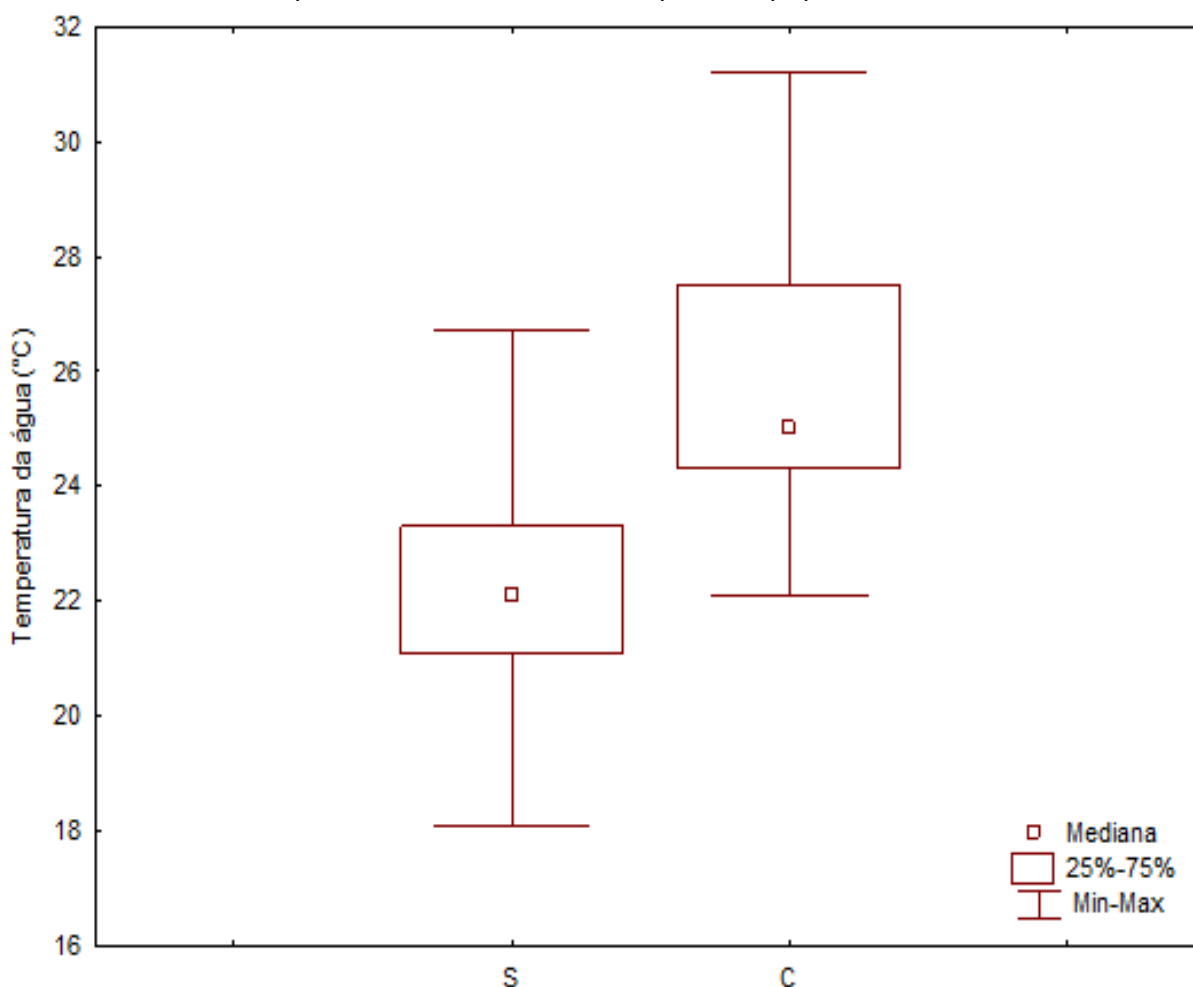
Mediana

O ponto médio do conjunto de dados é a mediana. Este valor do ponto médio é o ponto em que metade das observações estão acima do valor e metade das observações estão abaixo do valor.

Para a análise estatística foram considerados os dados de três coletas do período seco (23/07/2019; 27/08/2019; 24/09/2019) e três coletas do período chuvoso (23/10/2019; 27/11/2019; 27/12/2019).

De acordo com o teste de Mann-Whitney há diferença significativa nos valores de Temperatura obtidos nas diferentes coletas ($p = 0,0000$). A temperatura mínima do período seco se manteve acima de 18,0 °C e quando sua máxima esteve próxima dos 27,0 °C, sua mediana ficou em torno de 22,0 °C, o período chuvoso esteve com a temperatura mais quente, sua mínima esteve acima da máxima do período seco (22,0 °C) e sua máxima acima dos 31,0 °C sua mediana em torno dos 24,0 °C, como pode ser observado no gráfico 101.

Gráfico 101 – Medianas período seco x chuvoso – Temperatura (°C).

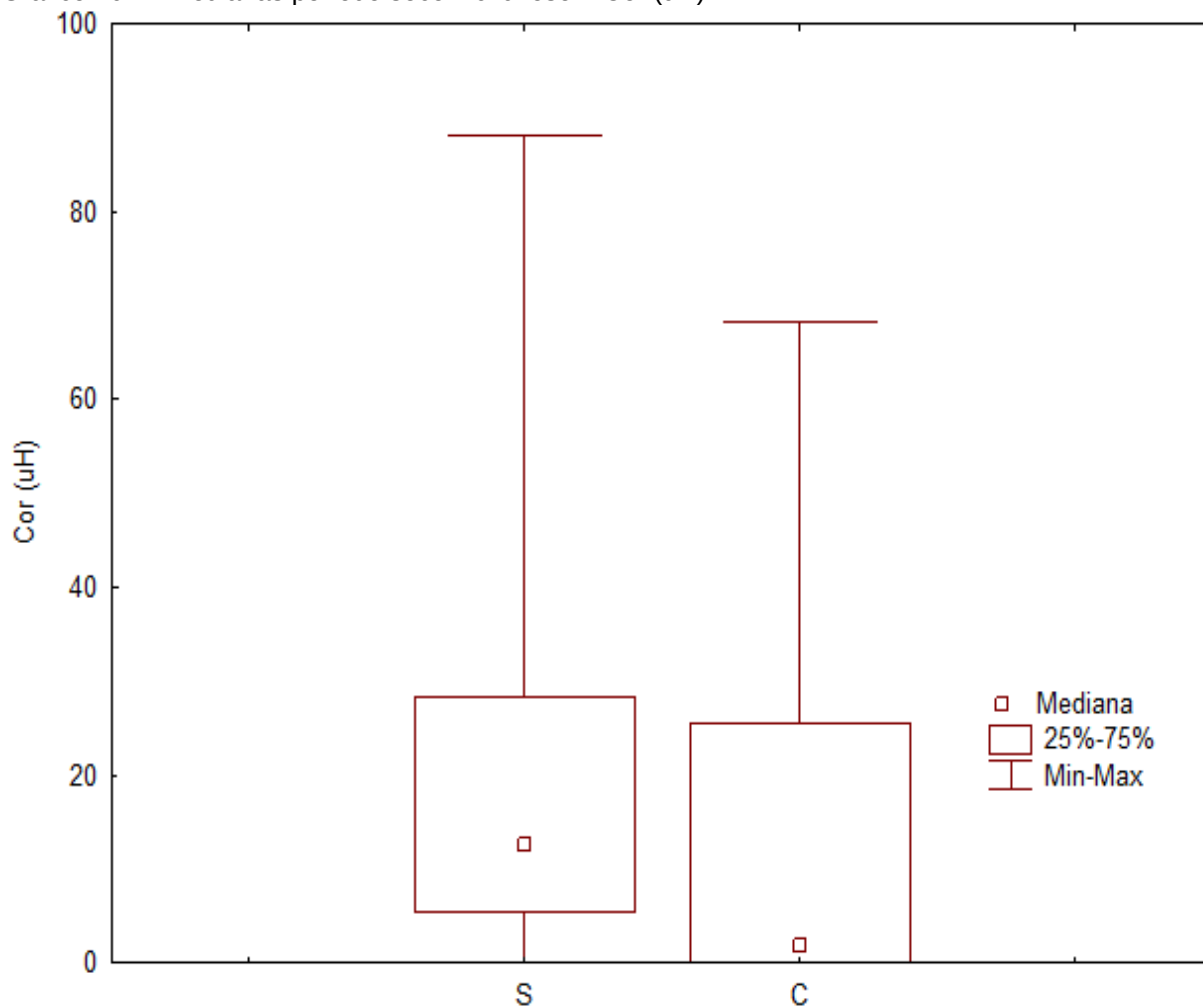


Fonte: O Autor, 2020.

O parâmetro cor também apresentou diferença significativa ($p=0,018657$), como pode ser observado no gráfico 102. A mediana do período seco ficou acima dos

30,00 uH sua mínima em 0,00 uH e sua máxima em torno de 90,00 uH, enquanto que a mediana e a mínima do período chuvoso são próximas a 0,00 uH e a máxima abaixo dos 70,00 uH.

Gráfico 102 – Medianas período seco x chuvoso – Cor (uH).



Fonte: O Autor, 2020.

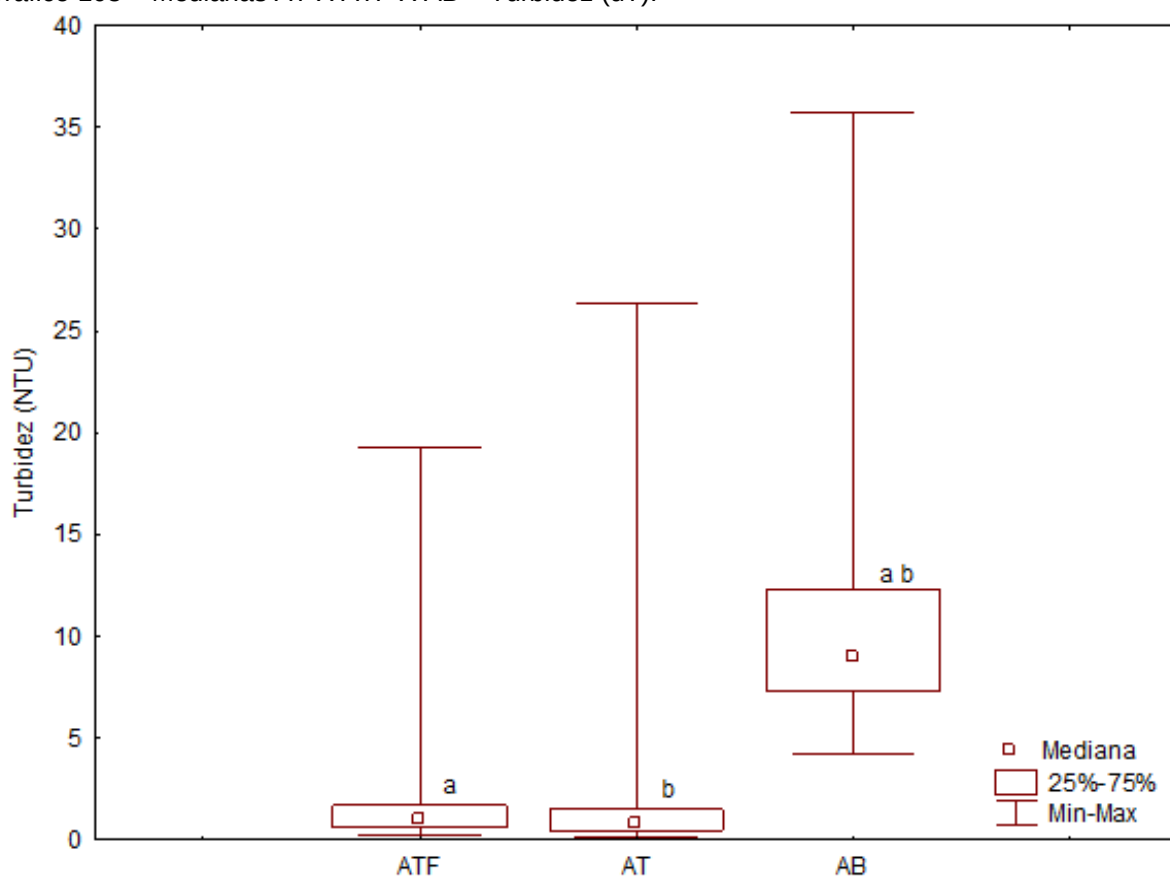
9.2 Teste Kruskal-Wallis

Assim como o Teste Mann-Whitney, é um teste não paramétrico, mas suporta comparações com três ou mais populações. Ele é usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes.

Aqui foi aplicado com o objetivo de verificar diferenças significativas entre os pontos de amostragens (água bruta, água tratada e água tratada fina de rede) e entre os municípios.

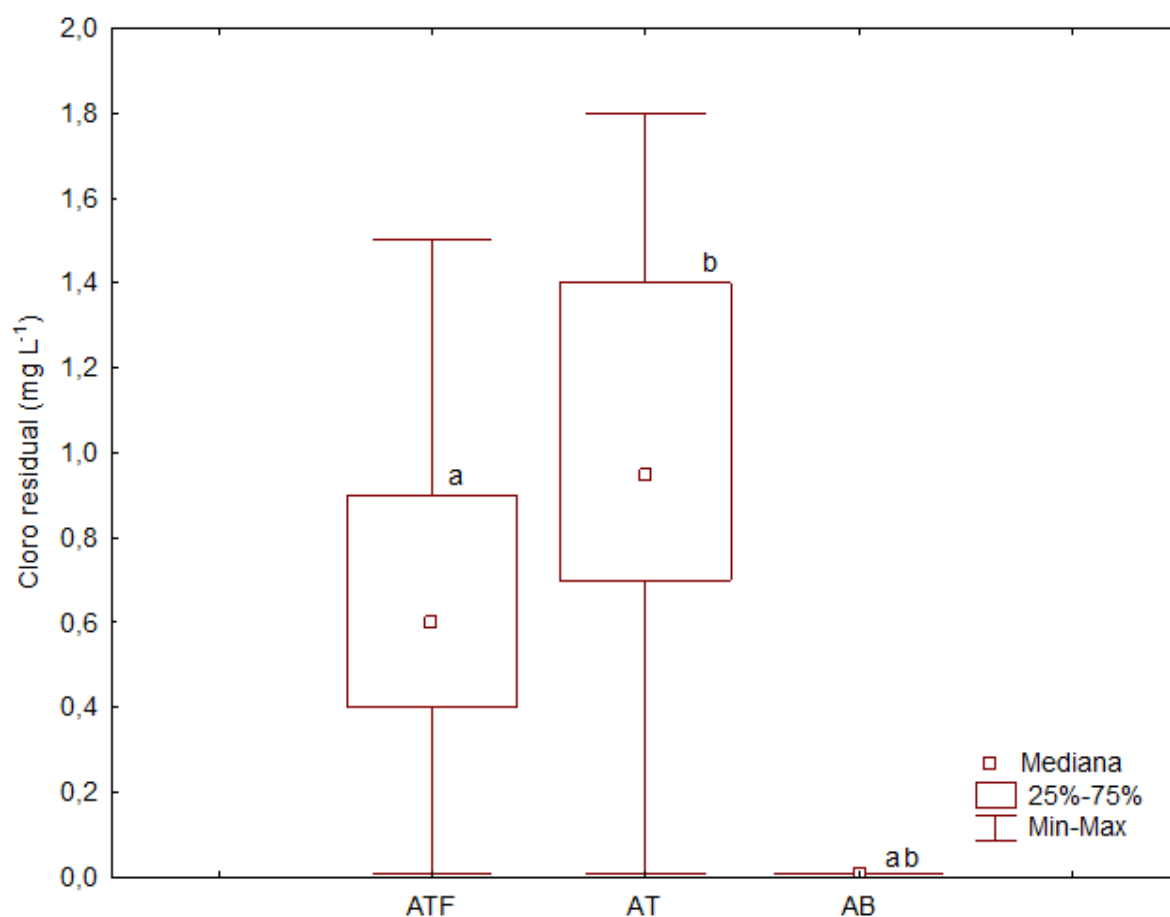
Para a comparação dos gráficos (103 a 106) foram usados os dados da Água Bruta, Água Tratada Distribuída e Água Tratada Final de Rede do período da pesquisa (julho/2019 a dezembro/2019). Dos parâmetros analisados no teste estatístico, os parâmetros Turbidez, Cloro Residual, Cor, Fluoreto e pH apresentaram diferenças significativas. Os valores da Turbidez mostraram diferença significativa ($p = 0,0000$) em relação aos pontos de amostragem o que pode ser observado no gráfico 103 é que a turbidez da Água Tratada Distribuída (AT) é diferente da Água Tratada Final de Rede (ATF) mas a Água Bruta (AB) é igual a Água Tratada Final de Rede.

Gráfico 103 – Medianas AT X ATF X AB – Turbidez (uT).



Fonte: O Autor, 2020.

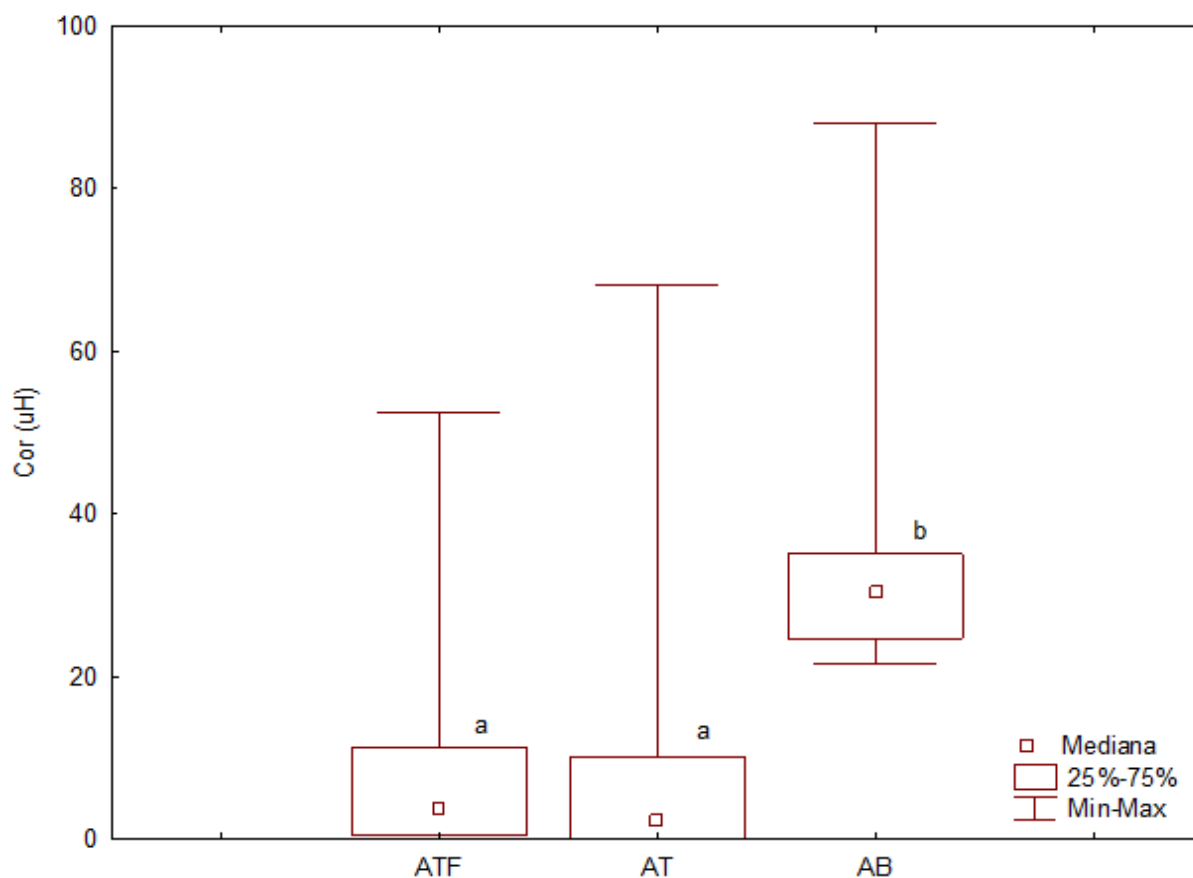
O cloro Residual também apresentou diferença significativa ($p = 0,0000$). O gráfico 104 demonstra que o cloro residual da Água Tratada Distribuída (AT) é igual à da Água Tratada Final de Rede (ATF) mas a Água Bruta (AB) é diferente da Água Tratada Final de Rede ($ATF \neq AB$).

Gráfico 104 – Medianas AT X ATF X AB – Cloro Residual (mg.L^{-1}).

Fonte: O Autor, 2020.

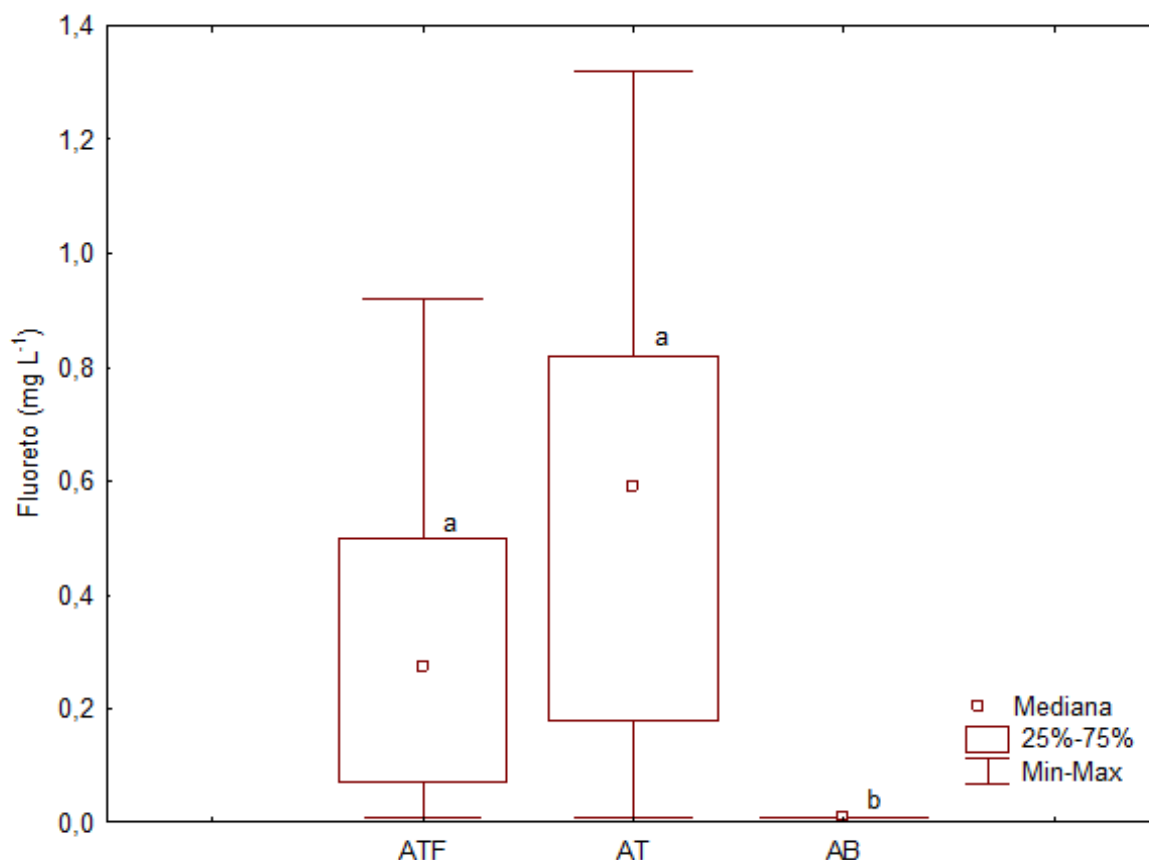
No gráfico 105 o parâmetro Cor possui um comportamento diferente aos gráficos anteriores ($AT = ATF, \neq AB$) ou seja, a Água Tratada Distribuída (AT) é igual a Água Tratada Final de Rede (ATF), mas diferente da Água Bruta (AB), ($p = 0,0000$).

Gráfico 105 – Medianas AT X ATF X AB – Cor (uH).



Fonte: O Autor, 2020.

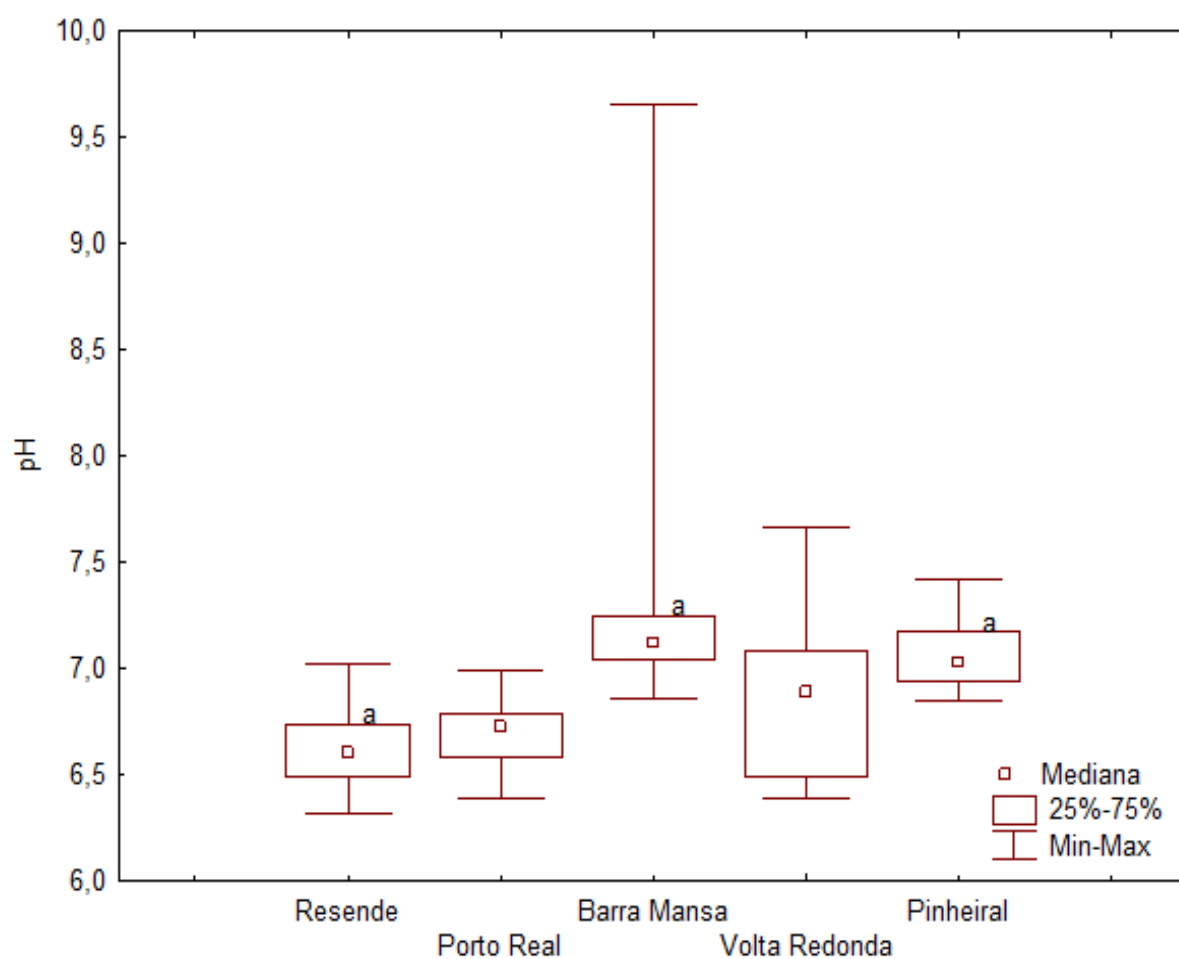
No gráfico 106 o parâmetro Fluoreto apresentou o seguinte comportamento: (AT = ATF mas $AT \neq AB$ e $ATF \neq AB$) ou seja, a Água Tratada Distribuída (AT) é igual a Água Tratada Final de Rede (ATF) mas a Água Bruta (AB) é diferente significativamente da Água Tratada Distribuída e Água Tratada Final de Rede (ATF) ($p = 0,0000$).

Gráfico 106 – Medianas AT X ATF X AB – Fluoreto (mg.L^{-1}).

Fonte: O Autor, 2020.

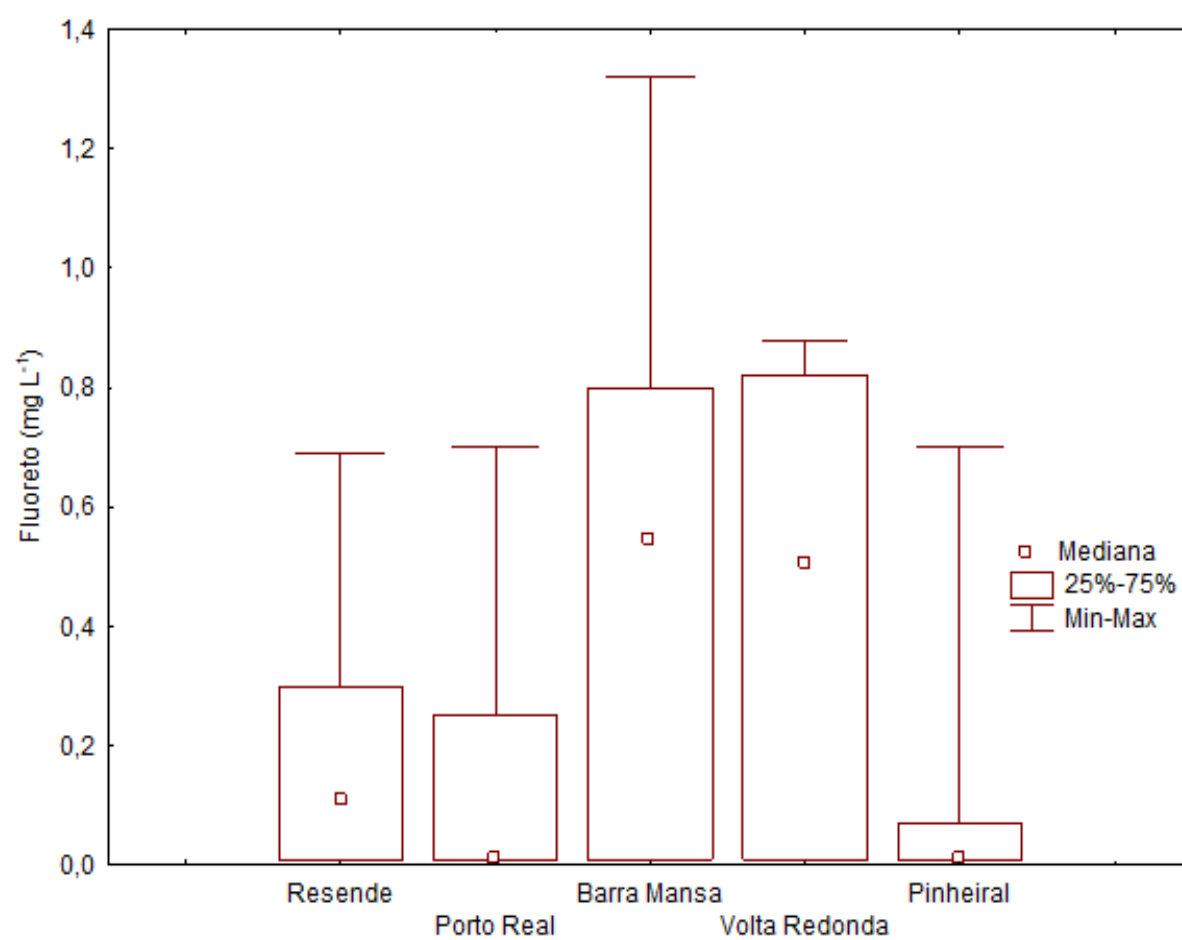
Para a comparação do gráficos 107 foram usados os dados da Água Bruta, Água Tratada Distribuída e Água Tratada Final de Rede do período da pesquisa (julho/2019 a dezembro/2019) do parâmetro pH. Este gráfico relata a diferença significativa desse parâmetro entre os municípios ($p = 0,0000$). De um modo geral a comparação ficou assim: pH de Resende = (Barra Mansa e Pinheiral); Os valores do pH das cidades de Resende e Barra Mansa podem ser considerados diferentes.

Gráfico 107 – Medianas por municípios – pH.



Fonte: O Autor, 2020.

Vale destacar também os resultados de fluoreto, que podem ser considerados estatisticamente diferentes em todos os municípios ($p=0,0075$), como pode ser observado no gráfico 108.

Gráfico 108 – Medianas por municípios – Fluoreto (mg.L^{-1}).

Fonte: O Autor, 2020.

10 DISCUSSÃO

O Rio Paraíba do Sul é um rio classificado na Resolução CONAMA nº 357/2005 como rio de classe II. As estações de tratamento realizam diariamente análises na água bruta captada para certificar-se que os parâmetros encontrados na mesma, estão conforme a resolução supra citada acima e ainda realizam coletas e análises nas águas tratada distribuída para a população diariamente, em pontos estratégicos definidos por elas.

Além dos parâmetros exigentes pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, as concessionárias (públicas e privadas), podem realizar análises em outros parâmetros que julgarem ser necessários para o tratamento da água, portanto, a conclusão deste trabalho somente será feita em cima dos parâmetros que foram realizados por este estudo tanto na água Bruta quanto na Tratada Distribuída e Tratada Final de Rede.

10.1 Águas do município de Resende

Foram realizadas 156 análises nas águas brutas de Resende, nos seguintes parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal). Foi realizada 1 coleta/análise mensalmente. As águas brutas de Resende de acordo com a classificação regional foi considerada como a melhor água bruta, classificada como água bruta “EXCELENTE” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 100,00 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como a água que tem baixo percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. Não foi encontrado nenhuma anomalia na água bruta durante o período estudado.

O estudo ainda mostra que, no bairro Bosque da Lua, onde foram coletadas as amostras de água para ponta de rede, obteve bons resultados em comparação aos demais pontos de final de rede dos outros municípios estudados.

No período de estudo de 1º/12/2018 a 27/12/2019, foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre,

Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal) estes para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede, sendo que destes parâmetros analisados, o parâmetro Fluoreto apresentou não conformidade em 12 análises, tanto para a água distribuída quanto para a água final de rede.

A estação de tratamento de água ETA TOYOTA com capacidade de 100 L.s⁻¹, possui tratamento tipo convencional no município de Resende e apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água foi “BOA” para consumo com IQA–CCME igual a 86,64, deixando o município em 2º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados.

10.2 Águas do município de Porto Real

A água bruta do município de Porto Real de acordo com a classificação regional ficou em quinto lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1345 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como médio o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. A coleta/análise foi realizada mensalmente. Na pesquisa, foram realizadas 156 análises nos seguintes parâmetros: Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal. Foi encontrada 1 anormalidade na água bruta durante o período estudado no parâmetro Cor.

Os resultados das análises de água (tratada distribuída e tratada final de rede), foram os que menos se aproximaram dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (antiga MS 2914/2011). De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e o final de rede no bairro Freitas Soares, obteve ruins resultados em relação aos municípios estudados.

O período de estudo de 1º/12/2018 a 27/12/2019, foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias

Total e Fecal), estes para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede, sendo que destes parâmetros analisados os parâmetros Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, Cloro Residual apresentaram não conformidade em 44 análises, tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

A estação de tratamento de água ETA FREITAS SOARES com capacidade de 60 L.s⁻¹, possui tratamento tipo convencional no município de Porto Real e foi a que apresentou piores resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água foi “*RUIM*” para consumo seu IQA–CCME é de 37,71, o que fez com que o município ficasse com o 5º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados.

10.3 Águas do município de Barra Mansa

O parâmetro Cor apresentou 1 análise não conforme na água bruta de acordo com a classificação regional ficou em terceiro lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1293 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como alto o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. Os parâmetros analisados na água bruta de Barra Mansa foram: Temperatura; Turbidez; pH; Cor; Fluoreto; CO₂ Livre; Alcalinidade; Cloreto; Dureza; Cloro Residual; Bactérias Heterotróficas; Bactérias Total e Fecal. Totalizando 156 amostras coletadas e analisadas. O estudo aponta que de acordo com as características biológicas, Barra Mansa tem a quarta melhor água bruta para ser tratada em relação aos 5 municípios estudados.

Os resultados das análises de água (tratada distribuída e tratada final de rede), foram os que se mantiveram na média dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (antiga MS 2914/2011). De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e no final de rede, no bairro Vale do Paraíba, obteve resultados bons em relação aos municípios estudados. Vale ressaltar que o ponto final de rede escolhido, na verdade, foi equivocado, pois antes de chegar na residência escolhida, a água passou por duas elevatórias e pode ter sido ou não, clorada durante o bombeamento.

O período de estudo foi de 1º/12/2018 a 27/12/2019. Neste período foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal) estas para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede, sendo que destes parâmetros analisados os parâmetros pH, Cor e Fluoreto apresentaram não conformidade em 6 análises tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

A estação de tratamento de água ETA NOVA com capacidade de 380 L.s⁻¹ possui tratamento tipo convencional no município de Barra Mansa e apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água foi “BOA” para consumo e seu IQA–CCME foi de 86,60 deixando o município em 3º Lugar na classificação entre os 5 municípios estudados.

10.4 Águas do município de Volta Redonda

Foram realizadas 156 análises nas águas brutas de Volta Redonda, nos seguintes parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal). Não foi encontrada nenhuma anomalia na água bruta durante o período estudado. de acordo com a classificação regional ficou em primeiro lugar junto com o município de Resende, classificada como água bruta “EXCELENTE” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 100,00 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como um alto percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta.

Os resultados das análises de água (tratada distribuída e tratada final de rede), foram os que se mantiveram na média dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (antiga MS 2914/2011). De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e a ponta de rede, no bairro Três Poços de Volta Redonda, obteve resultados bons em relação aos municípios estudados.

No período de estudo de 1º/12/2018 a 27/12/2019, foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal) estas para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede, sendo que destes parâmetros analisados os parâmetros Cor e Fluoreto apresentaram não conformidade em 4 análises, tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

A estação de tratamento de água ETA BELMONTE com capacidade de 2.000 L.s⁻¹ possui tratamento tipo convencional no município de Volta Redonda e apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água foi “BOA” para consumo tendo o IQA–CCME de 89,99 deixando o município em 1º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados.

10.5 Águas do município de Pinheiral

A coleta/análise foi realizada mensalmente. De acordo com a classificação regional ficou em quarto lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1341 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como médio o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. O total de análises nas águas brutas de Pinheiral é 156 análises nos seguintes parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal). O parâmetro Cor apresentou 1 análise não conforme na água bruta durante o período estudado.

Os resultados das análises de água (tratada distribuída e tratada final de rede), foram os que se mantiveram na média dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (antiga MS 2914/2011). De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e a ponta de rede no bairro Três Poços de Pinheiral obteve resultados ruins em relação aos municípios estudados.

O período de estudo foi de 1º/12/2018 a 27/12/2019, neste período foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal) estes para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede, sendo que destes parâmetros analisados os parâmetros Turbidez, Cor e Fluoreto apresentaram não conformidade em 20 análises, tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

A estação de tratamento de água ETA PINHEIRAL, com capacidade de 70 L.s⁻¹, possui tratamento tipo convencional no município de Pinheiral e apresentou resultados Médios de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água foi “*MEDIANA*” para consumo e seu IQA–CCME é de 48,04 deixando o município em 4º Lugar na classificação entre os 5 municípios estudados.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

11.1 Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Resende

- a) Pontos Positivos de acordo com o estudo
 - Água Bruta – É o município que tem a melhor água bruta para tratamento em relação a termo de parâmetros patogênicos.
 - 2ª Via de Contas – Seu site é de fácil compreensão e ao clicar em 2ª via, o site mostra as últimas 12 contas com a situação ao lado (Pago ou em Aberto)
- b) Pontos Negativos de acordo com o estudo
 - Final de Rede – Não chega nas residências dos seus usuários, o teor mínimo de Flúor conforme a Consolidação nº 5/2017.
 - Contas – Tem mês que não consta nenhum lançamento dos parâmetros Flúor, Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Escherichia coli, de acordo com a Lei nº 5440/2005.
 - 2ª Via de Contas – Nas contas de 2ª via não consta nenhum lançamento dos parâmetros Flúor, Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Escherichia coli, de acordo com a Lei nº 5440/2005.
 - Instrumento SISAGUA – o responsável pelo preenchimento das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA, não está preenchendo todos os parâmetros que o sistema exige, tendo informações incompletas. Mesmo não sendo responsabilidade da concessionária, a digitação dessas informações no instrumento SISAGUA, a concessionária deve verificar mensalmente se as informações estão corretas e quando for o caso, entrar em contato com o órgão para saber o motivo do não preenchimento das informações.

11.2 Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Porto Real

a) Pontos Positivos de acordo com o estudo

- Água Tratada Distribuída – O município tem característica plana, facilita o bombeamento e economiza energia elétrica.

b) Pontos Negativos de acordo com o estudo

- Água Tratada Distribuída – Devido os parâmetros Turbidez e Cor estarem constantemente altos, os moradores reclamam que suas caixas d'água em menos de 3 (três) meses tem que ser limpas.
- Final de Rede – A água chega com uma coloração bem escura por influência dos parâmetros Turbidez e/ou Cor e, de acordo com o estudo, com o parâmetro Cloro bem abaixo do mínimo, conforme a Consolidação nº 5/2017.
- Contas – Sempre vem com o mesmo valor de lançamento dos parâmetros (Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Fecal) e isso pode ocorrer mas todo ano deve-se calcular uma nova média dos valores de cada parâmetro e informar novos valores na conta, o que não é feito há anos de acordo com a Lei nº 5440/2005. O parâmetro Flúor não é lançado na conta entregue aos seus clientes.
- 2ª Via de Contas – Se o usuário quiser uma segunda via de sua conta é obrigado a se dirigir ao prédio da Prefeitura.
- Instrumento SISAGUA – A pessoa da Secretaria Municipal de Saúde e/ou da Vigilância Sanitária, que está realizando o lançamento das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA, não está preenchendo todos os parâmetros que o sistema exige, as informações estão incompletas, mesmo que a concessionária não seja responsável por digitar as informações no instrumento SISAGUA, a concessionária deve verificar mensalmente se as informações estão corretas e, quando for o caso, entrar em contato com o órgão para saber o motivo do não preenchimento das

informações. O município de Porto Real é o município que mais tem informações no SISAGUA.

11.3 Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Barra Mansa

a) Pontos Positivos de acordo com o estudo

- Água Tratada Distribuída – É um dos municípios que procura estar melhorando sempre a qualidade da água tratada que distribui.
- 2ª Via de Contas – Seu site é de fácil compreensão e na sua impressão vem preenchido com os valores de cada parâmetro, de acordo com a Lei nº 5440/2005.
- Instrumento SISAGUA – O município de Barra Mansa é o que mais tem dados informados no sistema.

b) Pontos Negativos de acordo com o estudo

- Contas – Na emissão de suas contas, o parâmetro Flúor está sempre zerado, o que não condiz com o estudo realizado. Pode, às vezes, vir abaixo, mas não zerado.
- Instrumento SISAGUA – A pessoa da Secretaria Municipal de Saúde e/ou da Vigilância Sanitária, que está realizando o lançamento das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA, não está preenchendo todos os parâmetros que o sistema exige, as informações estão incompletas, mesmo que a concessionária não seja responsável por digitar as informações no instrumento SISAGUA, a concessionária deve verificar mensalmente se as informações estão corretas e, quando for o caso, entrar em contato com o órgão para saber o motivo do não preenchimento das informações.

11.4 Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Volta Redonda

a) Pontos Positivos de acordo com o estudo

- Água Tratada Distribuída – É um dos municípios que procura estar melhorando sempre a qualidade da água tratada que distribui

b) Pontos Negativos de acordo com o estudo

- Água Bruta – É o município que tem a pior água bruta para tratamento, em relação ao termo de parâmetros patogênicos.
- Contas – Sempre vem com o mesmo valor de lançamento dos parâmetros Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Fecal e isso pode ocorrer, mas todo ano deve-se calcular uma nova média dos valores de cada parâmetro, e informar novos valores na conta, o que não é feito há anos, de acordo com a Lei nº 5440/2005. O parâmetro Flúor não é lançado na conta entregue aos seus clientes.
- Instrumento SISAGUA – A pessoa da Secretaria Municipal de Saúde e/ou da Vigilância Sanitária, que está realizando o lançamento das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA, não está preenchendo todos os parâmetros que o sistema exige, as informações estão incompletas, mesmo que a concessionária não seja responsável por digitar as informações no instrumento SISAGUA, a concessionária deve verificar mensalmente se as informações estão corretas e, quando for o caso, entrar em contato com o órgão para saber o motivo do não preenchimento das informações. O município de Volta Redonda é o município que tem informações medianas no SISAGUA.

11.5 Pontos Positivos e Negativos de acordo com o estudo da concessionária de Pinheiral

a) Pontos Positivos de acordo com o estudo

- Contas – Pinheiral possui uma taxa de Recursos Hídricos em sua conta que os outros municípios não cobram. Isso pode até ser bom se este valor cobrado for empregado em Recursos Hídricos, do contrário passa a ser um ponto muito relevante. Não está na conta qual é a lei que permite esta cobrança, mas seria bom saber como este dinheiro é aplicado.

b) Pontos Negativos de acordo com o estudo

- Contas – Sempre vem com o mesmo valor de lançamento dos parâmetros Cloro, Turbidez, Cor, Coliformes Total e Fecal, isso pode ocorrer mas todo ano deve-se calcular uma nova média dos valores de cada parâmetro, e informar novos valores na conta, o que não é feito há anos de acordo com a Lei nº 5440/2005. Os parâmetros pH e Flúor não constam na conta entregue aos seus clientes. O mês de referência é sempre o do ano de 2016. Sua interpretação é muito confusa e é o único município a cobrar taxa de Recurso Hídricos.
- 2ª Via de Contas – Não consta nenhum parâmetro conforme a Lei nº 5440/2005.
- Instrumento SISAGUA – A pessoa da Secretaria Municipal de Saúde e/ou da Vigilância Sanitária, que está realizando o lançamento das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA, não está preenchendo todos os parâmetros que o sistema exige, as informações estão incompletas, mesmo que a concessionária não seja responsável por digitar as informações no instrumento SISAGUA, a concessionária deve verificar mensalmente se as informações estão corretas e, quando for o caso, entrar em contato com o órgão para saber o motivo do não preenchimento das informações. O município de Pinheiral é um dos que menos tem informações no SISAGUA.

CONCLUSÃO

Durante o estudo, foi observado que todas as concessionárias utilizam o sistema convencional (mistura rápida, coagulação, floculação, filtração, decantação, desinfecção e fluoretação) como forma de tratamento para as águas brutas. Algumas estações foram visitadas, outras não. O modo de operação é bem semelhante, e não foi observado nenhum outro equipamento que melhore o tratamento das águas. Em todos os casos, o sistema de distribuição é feito através de bombeamento direto para casa de seus clientes ou para um reservatório que depois, por gravidade, abastece as casas de seus usuários.

Foram realizadas 156 análises nas águas brutas de cada município estudado, nos seguintes parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal). Foi realizada 1 coleta/análise mensalmente, totalizando 780 análises.

No período de estudo de 1º/12/2018 a 27/12/2019, foram analisadas 216 amostras e 23 parâmetros (Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual, Bactérias Heterotróficas, Bactérias Total e Fecal) estas para água distribuída e Temperatura, Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, CO₂ Livre, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Cloro Residual para as águas final de rede. Ao todo foram realizadas no total 1.080 análises/coletas na água tratada durante o período estudado.

Foram inclusos na pesquisa os valores encontrados nas contas de cada concessionária totalizando 377 parâmetros e foram acrescentados os resultados encontrados no SISAGUA 258 parâmetros, assim pode-se criar um banco de dados para as devidas comparações e os cálculos dos IQAs.

Os cálculos dos IQAs foram estabelecidos pelos critérios do IQA–CCME e pôde-se criar a classificação regional dos municípios estudados tanto para a água bruta como para a água tratada.

Os resultados das análises de água (tratada distribuída e tratada final de rede), dos municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral se mantiveram na média dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 (antiga MS 2914/2011).

No instrumento SISAGUA deveria ter mais informações digitadas em seu sistema. As concessionárias devem realizar uma reunião com os órgãos responsáveis pelos preenchimentos das informações no Sistema VIGIAGUA/SISAGUA para identificar o erro e implementar o mais rápido possível as devidas correções.

As águas brutas de Resende, segundo a classificação regional foi considerada como a melhor água bruta, classificada como água bruta “EXCELENTE” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 100,00 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como a água que tem baixo percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. Não foi encontrado nenhuma anomalia na água bruta durante o período estudado.

A estação de tratamento de água ETA TOYOTA tem capacidade de tratar 100 L.s⁻¹, possui tratamento tipo convencional. Esta estação apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água tratada foi “BOA” para consumo com IQA–CCME igual a 86,64, deixando o município em 2º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados. Durante a pesquisa observou-se que o parâmetro Fluoreto apresentou não conformidade em 12 análises, tanto para a água distribuída quanto para a água final de rede. O bairro Bosque da Lua, onde foram coletadas as amostras de água para final de rede, obteve bons resultados em comparação aos demais pontos de final de rede dos outros municípios estudados.

Como pontos positivos é o município que tem a melhor água bruta para tratamento e a emissão de sua segunda via pelo website é de fácil compreensão. Como pontos negativos as contas da concessionária Águas das Agulhas Negras do município de Resende, apresentaram por 2 vezes valores de todos os parâmetros zerados e nas contas de segunda via não constam nenhum lançamento dos parâmetros Flúor, Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Escherichia coli, de acordo com o Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440/2005.

As informações encontradas no instrumento SISAGUA, do total de 100% que deveria ter no sistema, foram encontradas 78,57% de informação gerando uma falha de 21,43% de falta de informação.

A água bruta do município de Porto Real de acordo com a classificação regional ficou em quinto lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1345 e de acordo com as características biológicas, foram

consideradas como médio o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta. Foi encontrada 1 anormalidade na água bruta durante o período estudado no parâmetro Cor.

A estação de tratamento de água ETA FREITAS SOARES possui capacidade de 60 L.s^{-1} , seu tratamento é do tipo convencional, como ponto positivo o município possui características planas o que facilita o bombeamento da água tratada e consequentemente economiza energia elétrica. Porto Real apresentou piores resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água tratada foi “*RUIM*” para consumo, seu IQA–CCME é de 37,71, o que fez com que o município ocupasse o 5º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados.

Durante a pesquisa os parâmetros Turbidez, pH, Cor, Fluoreto, Cloro Residual apresentaram não conformidade em 44 análises, tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede. Para o ponto final de rede foi escolhido o bairro Freitas Soares, neste ponto observou-se que o parâmetro Cloro estava bem abaixo do mínimo preconizado pela Portaria de Consolidação MS nº 5/2017.

Os pontos negativos estão nas contas da concessionária Prefeitura de Porto Real, os valores de lançamento dos parâmetros (Cloro, Turbidez, Cor, pH, Coliformes Total e Fecal) são sempre os mesmos e o parâmetro Flúor não está descrito nas contas conforme Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440/2005. O município não dispõem de websites para a retirada de 2ª via de contas de água.

No instrumento SISAGUA as informações encontradas do total de 100% que deveria ter no sistema, foram encontradas 47,62% de informação gerando uma falha de 52,38% de falta de informação.

O parâmetro Cor apresentou 1 análise não conforme na água bruta para o município de Barra Mansa. De acordo com a classificação regional ficou em terceiro lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1293 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como alto o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta.

Com capacidade de 380 L.s^{-1} a estação de tratamento de água ETA NOVA no município de Barra Mansa possui tratamento tipo convencional e apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a

classificação da água tratada foi “BOA” para consumo e seu IQA–CCME foi de 86,60 deixando o município em 3º Lugar na classificação entre os 5 municípios estudados.

De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e no final de rede, no bairro Vale do Paraíba, obteve resultados bons em relação aos municípios estudados. Vale ressaltar que o ponto final de rede escolhido, na verdade, foi equivocado, pois antes de chegar na residência escolhida, a água passou por duas elevatórias e pode ter sido ou não, clorada durante o bombeamento. Foram encontradas em 6 análises não conformidade, tanto para a água distribuída quanto para a água final de rede nos seguintes parâmetros pH, Cor e Fluoreto.

Como pontos positivos, está sempre procurando melhorar a qualidade da água tratada que distribui e em seu website é de fácil compreensão e na impressão das contas segunda via vem preenchido com os valores de cada parâmetro, de acordo com o Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440/2005.

Para o ponto negativo pode-se apontar, que o parâmetro Flúor vem sempre nulo nas contas, o que não condiz com o estudo realizado.

As informações do SISAGUA apresentam uma falha de 19,05%, no sistema foram encontradas apenas 80,95% de informações.

O parâmetro Cor apresentou 1 análise não conforme na água bruta para o município de Barra Mansa. De acordo com a classificação regional ficou em quarto lugar, classificada como água bruta “BOA” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 94,1341 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como médio o percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta.

A água bruta do município de Volta Redonda de acordo com a classificação regional ficou em primeiro lugar junto com o município de Resende, classificada como água bruta “EXCELENTE” para ser tratada, com IQA–CCME igual a 100,00 e de acordo com as características biológicas, foram consideradas como um alto percentual de colônias de bactérias presentes na água bruta.

O município de Volta Redonda apresentou bons resultados de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água tratada foi “BOA” para consumo tendo o IQA–CCME de 89,99 deixando o município em 1º Lugar na classificação geral entre os 5 municípios estudados. Sua estação de tratamento de água, a ETA BELMONTE, tem capacidade de tratar 2.000 L.s^{-1} . O seu tipo de tratamento é convencional. De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e a ponta de rede, no bairro Três Poços de Volta Redonda, obteve resultados bons em

relação aos municípios estudados. A pesquisa demonstra que os parâmetros Cor e Fluoreto apresentaram não conformidade em 4 análises, tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

Como pontos positivos procura estar sempre melhorando a qualidade da água tratada que distribui, está sempre qualificando seu corpo técnico e seus pontos negativos estão relacionados as suas contas emitidas aos seus clientes. Seus valores de lançamento dos parâmetros (Cloro, Turbidez, Cor, pH, Flúor, Coliformes Total e Fecal) são sempre os mesmos o que não condiz com Decreto do Presidente da República (Ministério de Justiça) nº 5.440/2005.

No instrumento SISAGUA as informações encontradas do total de 100% que deveria ter no sistema, foram encontradas 71,42% de informação gerando uma falha de 28,58% de falta de informação.

A estação de tratamento de água ETA PINHEIRAL, com capacidade de 70 L.s⁻¹ possui tipo de tratamento convencional, apresentou resultados médios de acordo com a classificação regional criada por este estudo, a classificação da água tratada foi “*MEDIANA*” para consumo e seu IQA–CCME é de 48,04 deixando o município em 4º Lugar na classificação entre os 5 municípios estudados. De acordo com o estudo, a água tratada distribuída e a ponta de rede no bairro Três Poços de Pinheiral obtiveram resultados ruins em relação aos municípios estudados. Foram encontradas em 20 análises não conformidade nos parâmetros Turbidez, Cor e Fluoreto tanto para a água distribuída, quanto para a água final de rede.

Como pontos positivos, a concessionária de Pinheiral possui uma taxa de Recursos Hídricos em sua conta que os outros municípios não cobram. Isso pode até ser bom se este valor cobrado for empregado em Recursos Hídricos, do contrário passa a ser um ponto negativo. Outro ponto negativo é que as contas emitidas aos seus clientes sempre possui os mesmos valores de lançamento dos parâmetros (Cloro, Turbidez, Cor, Coliformes Total) e pode-se apontar que os parâmetros pH e Flúor vem sempre nulo nas contas.

As informações do SISAGUA apresentam uma falha de 52,38%, no sistema foram encontradas apenas 47,62% de informações.

De um modo geral, as concessionárias tiveram problemas com alguns parâmetros. Abaixo seguem os problemas relacionados aos parâmetros:

- a) Fluoreto – todos os municípios apresentaram dosagem abaixo do permitido, tanto na água distribuída como no final de rede;

- b) Cor – somente o município de Resende não apresentou problemas com este parâmetro;
- c) Turbidez – os municípios de Porto Real e Pinheiral apresentaram problemas neste parâmetro;
- d) Cloro Residual – Porto Real apresentou problemas neste parâmetro;
- e) pH – apenas o município de Barra Mansa apresentou em 1 análise com valor superior ao máximo permitido.

Os problemas relacionados a estes parâmetros podem ser evitados dentro da própria estação de tratamento e podem tornar a água que vai para casa de seus clientes cada vez melhor, isso pode ser feito com simples ajustes nas rotinas de trabalho:

- a) Cor e Turbidez – lavagem constantes dos decantadores, dos floculadores e dos filtros e, na calha central, não deixar acumular matéria orgânica;
- b) Fluoreto e Cloro Residual – instalação de equipamentos capazes de controlar e monitorar as dosagens destes produtos, de acordo com o padrão de potabilidade;
- c) pH – o operador da estação deve acompanhar se o alcalinizante (geocálcio ou outro produto) que está sendo aplicado na água possui a dosagem correta.

No caso das águas de final de rede, pode-se instalar equipamentos para que quando tiver manutenção na rede de água da concessionária, possa fazer uma descarga antes de começar o bombeamento de fato. E, em alguns casos, pode ser instalado um sistema de clorador automático em um ponto da rede.

Foram realizados testes estatísticos com o objetivo de avaliar se há diferença significativa entre os locais de coleta, municípios e período de amostragem. Antes da realização dos testes específicos, foi feito o teste de Shapiro-Wilk para saber se os dados teriam uma distribuição normal ou não. Para a análise estatística foram considerados os dados de três coletas do período seco (23/07/2019; 27/08/2019; 24/09/2019) e três coletas do período chuvoso (23/10/2019; 27/11/2019; 27/12/2019).

Os gráficos estatísticos do Teste Mann-Whitney demonstram as diferenças significativa nos valores de Temperatura obtidos nas diferentes coletas ($p = 0,0000$).

A temperatura mínima do período seco se manteve acima de 18,0 °C e quando sua máxima esteve próxima dos 27,0 °C, sua mediana ficou em torno de 22,0 °C, o período chuvoso esteve com a temperatura mais quente, sua mínima esteve acima da máxima do período seco (22,0 °C) e sua máxima acima dos 31,0 °C sua mediana em torno dos 24,0 °C. Para o parâmetro cor a diferença significativa foi ($p=0,018657$). A mediana do período seco ficou acima dos 30,00 uH sua mínima em 0,00 uH e sua máxima em torno de 90,00 uH, enquanto que a mediana e a mínima do período chuvoso são próximas a 0,00 uH e a máxima abaixo dos 70,00 uH.

Os Teste Kruskal-Wallis foram aplicados com o objetivo de verificar diferenças significativas entre os pontos de amostragens (Água Bruta (AB), Água Tratada Distribuída (AT) e Água Tratada Fina de Rede ATF)) entre os municípios. Para este teste foram usados os seguintes parâmetros: Turbidez, Cloro Residual, Cor, Fluoreto e pH. Os resultados foram os seguintes: Turbidez (AT $\neq$ ATF mas ATF=AB); Cloro Residual (AT=ATF mas ATF $\neq$ AB); Cor (AT = ATF mas AT $\neq$ AB); Fluoreto (AT = ATF mas AT $\neq$ AB e ATF $\neq$ AB). A diferença significativa do parâmetro pH entre os municípios, de um modo geral, podem ser considerados diferentes somente nos municípios de Resende e Barra Mansa. Já para o parâmetro fluoreto entre os municípios, seus resultados podem ser considerados estatisticamente diferentes em todos os municípios.

Os resultados aqui obtidos mostram a importância da continuidade desse estudo, que poderia ser realizado através do Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul e/ou do Instituto Estadual do Ambiente ou até mesmo da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. A realização de coletas mensais e a divulgação dos resultados nos seus respectivos "sítios", informando qual município possui a melhor água tratada, seria fundamental para o processo de transparência da concessionária. O órgão ideal para fazer este tipo de serviço seria a ANA, por ter mais estrutura, por estar em contato direto com cada concessionária e por ser um órgão em rede nacional. As concessionárias talvez investiriam mais em tecnologias, treinamentos e/ou até equipamentos capazes de melhorar ainda mais a qualidade da água tratada distribuída, para aparecerem no *sítio* ou em revistas publicadas pela ANA com melhores colocações.

REFERÊNCIAS

AGEVAP. *Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul*. Disponível em <<http://www.agevap.org.br/agevap/>>. Acesso em: 23 dezembro 2018.

ÁGUAS DO BRASIL: *Grupo Águas do Brasil. Estações de tratamento de água e esgoto*. Disponível em <<https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/aguas-agulhasnegras/agua-e-esgoto/estacao-tratamento-esgoto>>. Acesso 12 dez. 2018.

ÁGUAS DAS AGULHAS NEGRAS. *Grupo Águas do Brasil. Segunda via de conta*. Disponível em <<https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/>>. Acesso 08 jan. de 2019.

ALMEIDA, G. S. de. *Avaliação da aplicação do IQA–CCME na divulgação da qualidade de água de bacias hidrográficas*. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Rio Joanes. 2014. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana), Escola Politécnica, 83 Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2014.

ALVES, M. T. R.; TERESA, F. B.; NABOUT, J. C. *A Global Scientific Literature of Research on Water Quality Indexes: Trends, Biases and Future Directions*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 26, n. 3, p. 245-253, aug. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2014000300004>>. Acesso em: 23 set. 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras*. Disponível em <<https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Portal da qualidade das águas*. Brasília: Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Sala de situação*. Brasília: Disponível em <<https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/paraiba-do-sul/colecao-para-boletim-mensal-do-paraiba-do-sul>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Acesso à água potável no Brasil ainda permanece como desafio*. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/acesso-a-a-gua-pota-vel-no-brasil-ainda-permanece.2019-03-15.2041077813>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BAIRD, C.; CANN, M. *Química Ambiental*. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2011, p. 147. 2011.

BACCAN, N.; DE ANDRADE, J. C.; GODINHO, O.E.S.; BARONE, J. S. *Química Analítica Quantitativa Elementar*, 3ª edição (Revista, Ampliada e reestruturada), Editora Edgard Blücher. p. 203. 2005.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. *Decreta o Código das Águas; e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília 1934, V, 4, P. 679, 10 jul. 1934.

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 4 de maio 2005. *Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismo e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano*. Disponível em <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 14 jun. 2019

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual prático de análise de água*. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. p. 105. 2004.

BRASIL. Lei nº 5.138, de 26 de setembro de 1967. *Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento*. Diário Oficial da União, Brasília, 27 set 1967.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis nos 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Leis nos 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 02 set 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989*, Diário Oficial da União, Brasília, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. *Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 18 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013 *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 2 set. 1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica*. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 56 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) Disponível em <https://website.cfo.org.br/wp-content/uploads/2010/02/livro_guia_fluoretos.pdf>. Acesso 17 janeiro 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde*. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, que modificou a Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, Diário Oficial da União, Brasília, 10 out. 2017.

CCME. CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report*. Canada, f. 13. 2001.

CEDAE. *Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Tratamento de água e esgoto*. Disponível em <<https://www.cedae.com.br/>>. Acesso 08 jan. de 2019.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Disponível em <https://www.cedae.com.br/portals/0/relatorio_anual/2018/pinheiral.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2019.

CEIVAP. *Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Documento elaborado pela Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - COPPETEC. Laboratório de Hidrologia e Estudos Ambientais (LabHid)*. Resende: AGEVAP, 2007a.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Resolução Nº 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos*. Diário Oficial da União, Brasília, 2009.

COMITÊ DE BACIAS. *COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICA MÉDIO PARAÍBA DO SUL. Resoluções*. Disponível em <<http://cbhmedioparaiba.org.br/resolucoes/cbh-mps/2018/75.pdf>>. Acesso 08 janeiro 2019.

COMITÊ DE BACIAS. *COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICA MÉDIO PARAÍBA DO SUL. População por município*. Disponível em <<http://cbhmedioparaiba.org.br>>. Acesso 08 janeiro 2019.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986*. Diário Oficial da União, Brasília, 1986.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de dezembro de 2005. 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. Data da legislação 17/03/2005 – Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58 – 63 Status: Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009. Disponível em <www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 410, de 04 de maio de 2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março 2005, e no Art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União nº 092, Brasília, p. 89, 2011. de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União nº 083, Brasília, p. 206, 2009.

CORADI, P. C.; FIA, A. R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. *Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.* GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, p. 156. 2007.

DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L. P. Seleção de tecnologias de tratamento de água. São Carlos: Editora LDIBE LTDA. vol.2. p.34. 2008.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.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. p. 17. 2001.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Conheça Cidades e Estados do Brasil. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 out. 2018.

LERMONTOV, A. et al. *Aplicação da lógica nebulosa na parametrização de um novo índice de qualidade das águas.* Engevista, v. 10, n. 2, p. 106-125, dez. 2008. Disponível em: <http://www.uff.br/engevista/2_10Engevista4.pdf>. Acesso em: 28 out. 2017.

LEVINSON, W. Microbiologia Médica e Imunologia. 10ª edição. Porto Alegre: Artmed. p. 338. 2010.

LUMB, A., HALLIWELL, D. e SHARMA, T. (2006) *Aplicação do Índice de Qualidade da Água CCME para monitorar a qualidade da água: um caso da bacia do rio Mackenzie, Canadá.* Monitoramento e Avaliação Ambiental, 113, 411-429.

Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-005-9092-6>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

MACÊDO, J. A. B. *Métodos laboratoriais de análise físico-químicas e microbiológicas*. Belo Horizonte (MG): CRQ-MG. p. 102. 2004.

MARANHÃO, N. *Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas*. 2007. 397p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 133. 2007.

MARUJO, A. V.; TESK, K. T.; ANTUNES, C. C. N. *O código das águas de 1934*. In: CINGEN- CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM GESTÃO DE NEGÓCIOS, 1., 2005, Cascavel. Artigos... Cascavel: UNIOESTE, CCSA, 2015. Disponível em: < http://cac-php.unioeste.br/eventos/cingen/artigos_site/convertido/9_Areas_Afins_das_Ciencias_Sociais_Aplicadas/O_codigo_das_aguas_de_1934.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

MENEZES, J. M.; JÚNIOR, G. C. D. S.; PRADO, R. B. *Índice de Qualidade de Água Aplicado à avaliação de aquíferos do Estado do Rio de Janeiro*. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Rio de Janeiro. p.198. 2013.

MIZUTORI, I. S. *Caracterização da qualidade das águas fluviais em meios periurbanos: o caso da bacia hidrográfica do rio morto - RJ*. 2009. 162p Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 86. 2009.

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância Ambiental em Saúde relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano VIGIAGUA (National Guideline for the Sampling Plan of Environmental Health Surveillance Related to Water Quality for Human Consumption – VIGIAGUA)*. Série A. Normas e Manuais Técnicos, Brasília, DF, p. 60. 2016.

MS. Ministério da Saúde. *Sistema de informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Disponível em <<http://SISAGUA.saude.gov.br/SISAGUA/paginaExterna.jsf/>>. Acesso 27 jan. de 2021.

OMS. *Organização Mundial de Saúde. Dados estatísticos*. Disponível em <<http://www.who.int/countries/bra/es/>>. Acesso 08 jan. 2018.

PNUD. *Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil. Relatório Anual 2017*. Disponível em: <<http://relatorio.binn.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

PORTAL ACTION. *O maior portal estatístico do Brasil*. Disponível em < <http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas/teste-de-kruskal-wallis>>. Acesso 25 mar. 2021.

RATTI, BIANCA ALTRÃO, et al. Pesquisa de Coliformes Totais e Fecais em Amostras de Água Coletadas no Bairro Zona Sete, na Cidade de Maringá-PR. 7º EPCC– 7º Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar; 2011; Maringá Disponível em <[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20\(1\).pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20(1).pdf)>. Acesso 18 jan. de 2019.

EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar CESUMAR – Centro Universitário de Maringá. Ed. CESUMAR Maringá – PR – Brasil. p. 36. 2011.

RPS. *Rio Paraíba do Sul. História do rio Paraíba do Sul*. Disponível em <<http://arturomeioambiente.blogspot.com.br/2010/04/historia-do-rio-paraiba-do-sul.html>>. Acesso em: 23 dezembro 2018.

SAAE-BM. *Serviço Autônomo de Água e Esgoto do Município de Barra Mansa. Segunda via da conta*. Disponível em <<http://saaebm.rj.gov.br>>. Acesso 08 jan. de 2019.

SAAE-VR. *Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda. Segunda via da conta*. Disponível em <<http://www.saaevr.com.br>>. Acesso 08 jan. de 2019.

SANTOS, M. A. D. et al. *O Cerrado Brasileiro: Notas para Estudo*. UFMG. Belo Horizonte, p. 15. 2010.

SANTOS; M.M.; SANTOS, D.M. dos; COELHO, G.M.; ZACKIEWICZ, M.; FILHO, L.F.; TUCCI, C.E.M; NETO, O.C.; JANNUZZI, G.M; MACEDO; I.C. *Prospecção em ciência, tecnologia e inovação: a abordagem conceitual e metodológica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e sua aplicação para os setores de Recursos Hídricos e Energia*. Parcerias Estratégias, Brasília. p. 191-237. 2004.

SANTOS, P. R. P. *Metodologia para a tomada de decisão sobre a utilização de água subterrânea para abastecimento público no entorno das áreas urbanas industrializadas*. Tese (Doutorado em Ciências) Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.335. 2016.

SCURACCHIO, PAOLA ANDRESSA. *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP*. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Farmacêuticas - Campus Araraquara, Araraquara- SP. p. 57. 2010.

SICHE, R. et al. *Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países*. *Ambiente & Sociedade, Campinas*, v.10, n.2, p.137-148, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200009>>. Acesso em: 29 out. 2017.

SOS RIOS DO BRASIL. *Primeira expedição no rio Paraíba do Sul*. Disponível em <<http://sosriosdobrasil.blogspot.com.br/2011/05/x-vigilia-da-primavera-e-expedicao.html>>. Acesso em: 23 dezembro 2018.

PERLING, M. V. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I. p. 8. 2005.

TERRADO, M. et al. *Surface-water-quality indexes for the analysis of data generated by automated sampling networks*. *Trends in Analytical Chemistry*. v. 29, n. 1, p. 40-52, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993609002246>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

TRATA BRASIL. Trata Brasil, Saneamento é Saúde. Disponível em <<http://tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 21 abril 2021.

TRATA BRASIL. Ranking do saneamento 2021. Disponível em <http://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf>. Acesso em: 21 abril 2021.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: *Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA*. *Química Nova na Escola*. v. 31, n 1. p. 3-8. 2009.

WEATHER SPARK. O Clima Típico de qualquer lugar da Terra. Disponível em <<https://pt.weatherspark.com/>>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. *O município de Barra mansa*. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Barra_Mansa>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. *O município de Pinheiral*. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pinheiral>>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. *O município de Porto Real*. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Porto_Real>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. *O município de Resende*. Disponível em <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Resende_\(Rio_de_Janeiro\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Resende_(Rio_de_Janeiro))>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. *O município de Volta Redonda*. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Volta_Redonda>. Acesso 08 janeiro 2019.

WIKIPEDIA. A *Enciclopédia Livre*. Artigo. Lista de municípios do Rio de Janeiro por IDH-M. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%A9pios_do_Rio_de_Janeiro_por_IDH-M>. Acesso 08 janeiro 2019.

WinCALENDAR. *Calendários Anuais. Nossa Senhora de Aparecida – História*. Disponível em <<https://www.wincalendar.com/pt/br/Nossa-Senhora-de-Aparecida#:~:text=Isso%20aconteceu%20em%201717%20no%20rio%20Para%C3%ADba%2C%20na,uma%20est%C3%A1tua%20da%20Virgem%20da%20Concei%C3%A7%C3%A3o%20em%20terracota>>. Acesso 18 janeiro 2019.

APÊNDICE A – Tabelas dos resultados encontrados nas coletas e análises laboratoriais da Água Bruta.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 44 a 48 estão fora da faixa preconizada pela CONAMA nº 357/2005.

Tabela 44 – Resultados das análises da água bruta do município de Resende realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤100 uT	pH 6 a 9,0	Cor ≤75 uH	Fluoreto ≤1,4 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤ 500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,01 mg.L ⁻¹	Heterotróficas mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	10:00	29,5	9,50	6,33	45,30	0,01	4	21	5,0	17	0,00	200	1.100.000	23.000
18/01/19	14:45	29,4	12,90	6,88	60,30	0,09	2	18	6,5	20	0,00	350	43.000	9.000
20/03/19	13:00	28,5	13,20	6,95	55,10	0,01	5	21	6,0	16	0,00	330	240.000	93.000
23/04/19	07:40	24,7	12,70	6,83	57,40	0,01	6	21	5,0	18	0,00	300	43.000	43.000
29/05/19	08:47	24,7	13,20	6,97	47,00	0,01	5	20	6,0	10	0,00	220	43.000	7.000
28/06/19	10:49	24,4	17,45	6,80	34,40	0,01	4	20	5,5	07	0,00	040	43.000	7.000
23/07/19	08:57	21,1	9,90	7,02	38,00	0,01	4	24	5,0	32	0,00	200	15.000	15.000
27/08/19	09:26	22,0	8,06	6,74	31,00	0,01	6	17	6,5	22	0,00	050	240.000	15.000
24/09/19	09:03	18,2	4,26	6,87	22,40	0,01	7	23	7,0	32	0,00	020	240.000	7.000
23/10/19	09:35	23,2	4,74	6,60	24,60	0,01	4	21	6,0	27	0,00	400	43.000	7.000
27/11/19	08:59	22,1	4,25	6,75	22,20	0,01	5	30	7,0	20	0,00	300	93.000	4.000
27/12/19	09:20	30,5	7,69	6,68	32,00	0,01	5	23	6,5	18	0,00	700	15.000	3.600

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 45 – Resultados das análises da água bruta do município de Porto Real realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤100 uT	pH 6 a 9,0	Cor ≤75 uH	Fluoreto ≤1,4 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤ 500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,01 mg.L ⁻¹	Heterotróficas mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	08:50	29,8	28,80	6,27	82,10	0,01	5	20	5,5	16	0,00	350	460.000	23.000
18/01/19	15:33	29,7	12,10	6,70	54,10	0,13	3	29	6,0	18	0,00	580	93.000	23.000
20/03/19	13:47	29,1	13,80	6,76	49,40	0,01	6	17	6,0	17	0,00	480	460.000	240.000
23/04/19	08:25	24,3	12,10	6,86	51,60	0,06	7	18	5,5	19	0,00	280	460.000	240.000
29/05/19	09:20	24,3	13,90	6,95	40,00	0,01	4	20	5,0	06	0,00	300	240.000	43.000
28/06/19	11:30	24,3	7,12	6,76	25,70	0,01	4	21	5,0	07	0,00	200	93.000	150.000
23/07/19	10:15	21,1	14,60	6,99	47,70	0,01	6	26	5,5	27	0,00	350	460.000	15.000
27/08/19	10:18	22,3	8,22	6,78	28,30	0,01	6	21	6,0	13	0,00	100	240.000	15.000
24/09/19	09:04	18,1	5,07	6,93	21,60	0,01	5	24	7,5	20	0,00	100	2.400.000	150.000
23/10/19	10:25	24,0	6,25	6,79	24,30	0,01	5	23	6,0	34	0,00	500	460.000	21.000
27/11/19	10:07	24,8	7,73	6,89	23,60	0,01	4	30	5,5	19	0,00	200	93.000	9.000
27/12/19	11:40	25,4	9,70	6,75	33,80	0,01	5	20	6,0	23	0,00	800	93.000	15.000

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 46 – Resultados das análises da água bruta do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤100 uT	pH 6 a 9,0	Cor ≤75 uH	Fluoreto ≤1,4 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤ 500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,01 mg.L ⁻¹	Heterotróficas mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	11:05	30,1	56,50	6,38	114,00	0,01	4	23	7,0	22	0,00	280	93.000	23.000
18/01/19	15:53	30,5	19,40	6,87	66,60	0,01	4	20	5,5	19	0,00	1.200	1.100.000	460.000
20/03/19	14:13	30,3	18,80	6,94	59,30	0,01	4	21	6,5	21	0,00	700	460.000	150.000
23/04/19	08:56	23,1	17,30	6,96	59,40	0,01	6	23	5,5	20	0,00	660	460.000	460.000
29/05/19	10:09	23,1	16,60	7,24	39,60	0,01	5	25	7,5	09	0,00	380	240.000	93.000
28/06/19	11:58	24,3	08,04	6,96	30,00	0,01	5	25	6,0	08	0,00	250	460.000	93.000
23/07/19	10:50	21,2	07,68	7,75	34,30	0,01	6	21	7,0	26	0,00	500	1.100.000	150.000
27/08/19	10:45	22,3	08,04	7,01	25,30	0,01	6	22	7,0	22	0,00	200	1.100.000	150.000
24/09/19	10:38	18,7	05,48	7,13	24,70	0,01	4	20	8,0	29	0,00	150	150.000	15.000
23/10/19	11:03	24,3	07,32	7,11	25,50	0,01	5	27	8,0	37	0,00	500	240.000	93.000
27/11/19	10:51	24,9	12,30	7,13	31,80	0,01	5	28	9,0	20	0,00	530	2.400.000	39.000
27/12/19	12:12	29,1	10,40	7,04	36,30	0,01	5	23	8,0	25	0,00	800	290.000	93.000

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 47 – Resultados das análises da água bruta do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤100 uT	pH 6 a 9,0	Cor ≤75 uH	Fluoreto ≤1,4 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤ 500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,01 mg.L ⁻¹	Heterotróficas mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	11:05	30,3	12,30	7,20	43,90	0,00	6	25	5,5	14	0,00	400	1.100.000	460.000
18/01/19	15:53	30,2	17,30	6,95	61,40	0,01	4	17	7,0	19	0,00	750	1.100.000	460.000
20/03/19	14:13	30,1	18,30	7,10	56,80	0,00	5	16	7,0	17	0,00	650	1.100.000	460.000
23/04/19	08:56	24,4	17,40	6,98	62,40	0,02	7	20	6,0	18	0,00	580	1.100.000	1.100.000
29/05/19	10:09	24,4	21,30	7,07	39,20	0,09	3	21	8,0	08	0,00	440	1.100.000	75.000
28/06/19	11:58	25,3	7,98	6,92	27,30	0,01	5	26	7,5	08	0,00	250	2.400.000	150.000
23/07/19	10:50	23,1	9,20	7,67	31,30	0,01	6	26	7,5	26	0,00	200	240.000	93.000
27/08/19	10:45	22,7	8,69	6,93	29,70	0,01	6	20	7,0	26	0,00	200	93.000	93.000
24/09/19	10:38	19,2	5,81	7,08	23,20	0,01	4	21	8,5	25	0,00	150	460.000	21.000
23/10/19	11:03	24,2	9,43	7,09	25,30	0,01	5	24	6,5	32	0,00	700	460.000	93.000
27/11/19	10:51	27,1	10,30	7,49	27,50	0,01	5	28	7,5	21	0,00	280	460.000	93.000
27/12/19	12:12	29,4	12,80	7,52	35,10	0,01	6	24	8,0	26	0,00	600	240.000	240.000

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 48 – Resultados das análises da água bruta do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤100 uT	pH 6 a 9,0	Cor ≤75 uH	Fluoreto ≤1,4 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤ 500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,01 mg.L ⁻¹	Heterotróficas mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	11:05	28,7	27,40	6,16	62,40	0,01	5	23	6,0	22	0,00	550	240.000	43.000
18/01/19	15:53	30,2	18,10	6,93	63,20	0,13	4	20	6,0	20	0,00	1.050	460.000	93.000
20/03/19	14:13	28,4	23,50	6,89	62,10	0,01	4	18	7,0	20	0,00	950	460.000	93.000
23/04/19	08:56	25,1	41,30	7,04	64,40	0,01	5	22	6,0	23	0,00	880	460.000	460.000
29/05/19	10:09	25,1	94,00	7,01	57,90	0,03	6	23	8,5	08	0,00	460	460.000	23.000
28/06/19	11:58	25,2	10,01	6,96	25,70	0,01	4	23	6,0	10	0,00	300	150.000	43.000
23/07/19	10:50	22,3	16,00	7,42	88,00	0,01	5	25	6,5	26	0,00	200	150.000	150.000
27/08/19	10:45	24,0	35,70	7,02	42,70	0,01	4	25	5,5	20	0,00	300	1.100.000	150.000
24/09/19	10:38	20,1	10,80	7,13	27,80	0,01	5	23	10,0	20	0,00	250	150.000	93.000
23/10/19	11:03	24,9	12,80	6,86	32,30	0,01	5	30	7,0	38	0,00	1.000	150.000	150.000
27/11/19	10:51	25,7	24,90	7,18	42,70	0,01	5	35	8,0	22	0,00	750	460.000	43.000
27/12/19	12:12	23,8	18,40	7,01	38,40	0,01	6	27	10,0	24	0,00	800	460.000	43.000

Fonte: O Autor, 2020.

Água Tratada.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 49 a 53 estão fora da faixa preconizada pela PRC nº 5/2017.

Tabela 49 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Resende realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	10:10	34,2	0,30	6,02	3,90	0,66	3	12	7,0	15	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	14:30	34,3	0,37	6,65	0,40	0,63	3	12	9,0	27	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	13:10	33,1	0,56	6,65	0,50	0,68	4	20	8,0	21	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	07:32	25,3	0,88	6,55	0,30	0,11	4	20	7,5	24	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	08:49	25,3	3,59	6,28	0,00	0,08	5	11	7,5	06	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	10:40	24,4	3,88	6,22	0,00	0,26	6	12	7,0	07	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	08:54	23,1	0,66	6,56	10,10	0,11	5	16	6,0	23	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	09:20	20,5	1,10	6,34	0,00	0,18	5	14	7,0	25	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	09:07	19,6	0,17	6,74	2,60	0,11	4	19	8,5	23	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	09:37	23,5	0,50	6,54	0,50	0,57	3	21	7,5	35	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	09:04	23,5	0,46	6,53	0,70	0,69	5	17	7,0	20	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	09:29	31,2	0,43	6,38	0,00	0,61	4	18	7,5	18	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 50 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Porto Real realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	09:00	33,9	6,40	6,09	20,20	0,12	4	11	8,0	20	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	15:23	34,2	2,50	5,92	8,20	0,07	4	09	7,0	21	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	13:35	33,5	3,86	5,92	6,40	0,11	5	10	7,0	23	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	08:17	25,9	4,37	6,73	15,50	0,01	6	11	7,0	25	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	09:33	25,9	10,60	6,77	30,70	0,02	3	13	7,0	15	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	11:16	24,3	4,79	6,56	15,40	0,04	6	17	6,0	07	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	10:02	22,9	20,80	6,64	61,60	0,01	4	14	6,0	37	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	10:05	23,9	3,94	6,67	12,70	0,27	4	15	6,5	17	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	10:02	20,1	6,88	6,79	23,80	0,01	4	18	8,0	24	0,80	50	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	10:13	24,2	26,30	6,52	68,20	0,70	5	19	6,0	23	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	09:56	25,4	6,54	6,58	18,10	0,25	4	17	6,0	21	0,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	11:25	24,5	0,39	6,40	0,0	0,43	4	19	7,0	20	0,00	200	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 51 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	11:15	31,4	0,70	6,20	3,90	0,32	3	19	10,0	30	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	16:07	31,7	1,63	7,10	0,00	1,22	3	16	8,0	30	1,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	14:25	31,2	0,92	7,10	0,00	0,36	4	17	9,0	30	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	09:13	24,3	0,82	6,93	0,00	0,69	6	18	7,0	28	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	10:23	24,3	3,23	7,24	10,10	0,56	3	17	8,0	09	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	12:15	24,3	0,70	6,97	3,70	1,11	5	19	7,5	10	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	11:04	21,5	0,81	9,65	9,30	0,78	5	21	8,0	44	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	10:55	21,1	1,46	7,34	5,20	0,80	4	22	8,5	30	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	10:30	20,1	0,35	7,11	2,00	0,55	6	18	9,5	33	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	10:55	24,5	0,41	6,86	0,00	1,32	4	22	11,0	27	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	10:59	24,8	0,38	7,12	0,00	0,84	4	19	12,0	33	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	12:27	29,3	1,79	7,12	4,60	0,94	4	18	8,5	23	1,50	20	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 52 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	07:55	30,8	0,50	6,30	0,00	0,70	4	14	7,0	15	1,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	16:42	30,9	1,56	6,39	0,00	0,80	2	16	9,0	25	1,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	15:03	30,4	1,03	6,39	0,00	0,80	5	14	8,5	19	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	09:57	25,1	1,05	6,85	0,00	0,90	7	16	7,5	21	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	10:58	25,1	3,04	6,27	4,60	0,46	4	12	9,0	14	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	12:49	25,3	1,03	6,37	0,50	0,70	8	13	8,0	08	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	11:53	23,4	1,18	6,70	0,00	0,85	6	13	9,0	21	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	11:31	23,1	1,21	6,41	3,00	0,82	6	14	8,0	26	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	11:10	21,4	2,48	6,46	12,00	0,80	4	12	10,0	26	1,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	11:32	24,5	0,56	6,49	0,00	0,82	4	20	7,0	24	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	11:18	27,5	0,90	6,91	0,00	0,84	4	18	9,5	19	1,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	13:07	29,5	0,90	7,01	0,00	0,88	5	22	9,0	22	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 53 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	08:05	33,2	10,70	6,10	28,10	0,12	2	21	8,0	24	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	18:19	32,9	1,97	6,94	2,40	0,11	3	16	10,0	32	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	16:33	32,1	3,35	6,94	2,80	0,12	3	14	8,0	28	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	11:35	25,7	4,31	6,96	2,60	0,01	4	18	8,0	29	0,80	160	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	12:16	25,7	2,29	6,90	4,70	0,01	4	21	10,0	06	0,70	120	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	13:27	25,2	0,72	6,80	0,60	0,01	4	21	8,0	09	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	12:56	23,9	0,92	7,31	14,40	0,05	4	21	8,0	29	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	12:28	24,3	1,49	6,86	8,70	0,07	6	19	7,5	24	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	12:06	21,8	0,27	7,11	5,40	0,05	4	19	11,0	25	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	12:30	25,0	0,70	6,94	1,80	0,70	5	28	7,5	35	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	13:04	27,2	0,74	7,18	0,50	0,31	7	25	8,5	20	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	14:26	25,0	0,80	7,02	0,50	0,35	6	23	12,0	21	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: O Autor, 2020.

Água Tratada Final de Rede.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 54 a 58 estão fora da faixa preconizada pela PRC nº 5/2017.

Tabela 54 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Resende realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	09:16	21,5	1,44	6,74	11,30	0,11	5	16	8,0	20	0,60
27/08/19	09:06	22,7	0,41	6,49	0,70	0,07	4	14	7,5	18	0,70
24/09/19	08:46	18,7	0,90	6,69	4,80	0,11	6	16	10,0	23	0,70
23/10/19	09:22	23,7	1,73	6,61	8,10	0,30	3	19	7,5	22	0,60
27/11/19	08:42	24,3	0,28	6,49	1,30	0,31	5	16	7,5	28	0,50
27/12/19	09:14	29,7	0,48	6,32	0,30	0,30	3	17	8,0	18	0,40

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 55 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Porto Real realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	09:52	23,4	13,20	6,61	49,00	0,01	5	16	6,0	22	0,00
27/08/19	09:54	21,9	2,73	6,70	12,50	0,07	5	21	7,0	25	0,40
24/09/19	09:36	19,4	0,98	6,78	3,90	0,01	5	16	8,5	32	0,50
23/10/19	10:05	24,1	0,58	6,78	0,60	0,25	4	20	7,0	27	0,00
27/11/19	09:50	25,2	1,80	6,39	15,60	0,07	6	24	6,0	21	0,00
27/12/19	11:12	29,2	19,30	6,49	52,50	0,14	6	17	7,0	15	0,00

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 56 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 Uh	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	11:44	26,7	0,85	7,38	17,30	0,47	7	24	12,5	28	0,90
27/08/19	11:17	24,2	1,70	7,18	7,60	0,68	4	23	10,0	24	0,80
24/09/19	10:45	21,6	1,16	7,25	10,40	0,31	4	23	11,0	32	0,60
23/10/19	11:25	24,6	0,49	6,90	0,00	0,92	4	25	15,0	25	0,80
27/11/19	10:45	28,1	0,98	7,09	0,00	0,54	4	16	16,0	46	1,00
27/12/19	12:53	28,5	1,10	6,94	1,70	0,61	4	25	9,5	23	0,80

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 57 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	12:10	25,2	4,59	6,89	32,30	0,50	5	15	11,0	24	1,50
27/08/19	11:57	23,3	4,57	6,39	10,10	0,11	6	12	09,0	24	0,90
24/09/19	11:33	22,1	1,15	6,41	6,40	0,42	6	19	12,0	26	1,00
23/10/19	11:45	24,7	0,63	6,68	0,00	0,51	3	18	08,0	26	1,40
27/11/19	12:39	25,5	1,53	6,55	1,80	0,52	6	18	11,0	18	1,50
27/12/19	13:32	28,3	1,23	6,89	0,00	0,54	4	19	09,5	20	1,50

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 58 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	13:10	24,3	1,08	7,31	15,30	0,01	6	20	9,5	29	0,30
27/08/19	12:44	23,5	0,74	6,85	1,90	0,07	6	21	8,0	23	0,50
24/09/19	12:25	22,7	0,63	7,04	3,70	0,01	5	24	11,0	28	0,50
23/10/19	12:45	25,1	0,41	6,90	0,00	0,30	3	27	8,5	33	0,60
27/11/19	13:25	26,1	0,59	7,21	0,50	0,01	5	23	8,5	30	0,40
27/12/19	14:43	27,1	0,60	6,98	0,30	0,01	6	26	13,0	14	0,30

Fonte: O Autor, 2020.

Resultados encontrados nos lançamentos do SISAGUA.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 59 a 63 estão fora da faixa preconizada pela PRC nº 5/2017.

Tabela 59 – Resultados das análises lançadas no SISAGUA do município de Resende realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Coliformes	
						Totais mL	Fecais mL
04/12/18	10:15	1,16	7,18	-	0,90	AUSENTE	AUSENTE
14/01/19	12:05	1,16	7,08	0,55	0,70	AUSENTE	AUSENTE
18/03/19	11:55	1,59	5,30	0,47	1,50	AUSENTE	AUSENTE
29/04/19	12:09	2,49	6,19	0,63	1,00	-	-
20/05/19	11:25	2,05	6,07	0,77	0,50	AUSENTE	AUSENTE
24/06/19	11:57	1,64	6,45	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
15/07/19	13:18	3,65	6,25	0,48	1,00	AUSENTE	AUSENTE
19/08/19	11:11	3,78	6,54	0,46	1,00	AUSENTE	AUSENTE
30/09/19	11:57	1,35	6,52	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
14/10/19	13:10	2,69	6,79	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
11/11/19	11:15	1,29	7,09	0,74	1,50	AUSENTE	AUSENTE
16/12/19	12:28	0,53	6,64	0,50	1,20	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SISAGUA, 2020.

Tabela 60 – Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Porto Real realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Coliformes	
						Totais mL	Fecais mL
11/12/18	11:20	-	6,70	-	0,40	AUSENTE	AUSENTE
14/01/19	11:42	-	6,00	-	0,30	AUSENTE	AUSENTE
11/03/19	11:20	-	6,50	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
01/04/19	11:25	-	6,40	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
13/05/19	11:42	-	6,40	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
10/06/19	11:42	-	7,00	-	0,40	AUSENTE	AUSENTE
01/07/19	11:20	-	7,00	-	0,50	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
23/09/19	11:20	-	6,80	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
-	-	-	-	-	-	-	-
25/11/19	11:20	-	7,00	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
02/12/19	11:30	-	6,50	-	0,50	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SISAGUA, 2020.

Tabela 61 – Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Coliformes	
							Totais mL	Fecais mL
18/12/18	07:53	0,80	7,01	5,10	-	0,70	AUSENTE	AUSENTE
23/01/19	09:35	4,00	6,47	7,90	-	1,30	-	-
19/03/19	08:05	2,10	6,42	4,00	-	1,00	AUSENTE	AUSENTE
02/04/19	08:10	0,40	6,78	1,90	-	1,00	AUSENTE	AUSENTE
28/05/19	09:25	1,10	7,49	2,30	-	0,80	AUSENTE	AUSENTE
25/06/19	07:57	0,70	7,36	3,90	-	0,80	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	08:48	0,50	7,09	8,00	-	2,50	-	-
13/08/19	07:55	0,60	6,63	8,80	0,98	1,40	-	-
17/09/19	09:20	0,11	6,99	2,70	-	0,90	AUSENTE	AUSENTE
22/10/19	08:51	0,49	7,50	0,00	0,48	2,20	AUSENTE	AUSENTE
26/11/19	07:38	0,48	6,90	8,30	-	0,50	AUSENTE	AUSENTE
17/12/19	09:30	4,08	7,72	13,70	-	1,10	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SISAGUA, 2020.

Tabela 62 – Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Coliformes	
						Totais mL	Fecais mL
10/12/18	08:05	1,20	6,00	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE
14/01/19	08:20	1,40	6,00	-	1,80	AUSENTE	AUSENTE
11/03/19	08:05	0,90	6,30	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
01/04/19	08:05	0,80	6,10	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
27/05/19	08:12	0,90	6,40	-	2,40	AUSENTE	AUSENTE
27/06/19	08:10	0,60	6,70	-	1,40	AUSENTE	AUSENTE
15/07/19	08:00	1,80	6,20	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
26/08/19	08:00	0,90	6,30	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
16/09/19	08:00	1,00	6,30	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
21/10/19	08:10	0,90	6,50	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
25/11/19	07:55	0,90	6,00	-	1,90	AUSENTE	AUSENTE
16/12/19	07:45	0,90	6,20	-	2,20	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SISAGUA, 2020.

Tabela 63 – Resultados das análises lançadas no instrumento SISAGUA do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Coliformes	
						Totais mL	Fecais mL
-	-	-	-	-		-	-
08/01/19	16:00	1,23	-	-	2,00	-	-
19/03/19	16:20	3,23	-	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
09/04/19	16:43	2,40	-	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
01/05/19	14:00	0,78	-	-	1,00	AUSENTE	AUSENTE
04/06/19	16:43	1,25	-	-	1,50	PRESENÇA	PRESENÇA
02/07/19	16:25	0,89	-	-	1,00	AUSENTE	AUSENTE
06/08/19	15:40	0,87	-	-	1,80	-	-
03/09/19	15:54	1,78	-	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
01/10/19	17:10	0,95	-	-	2,00	AUSENTE	AUSENTE
26/11/19	17:00	1,58	-	-	1,20	AUSENTE	AUSENTE
10/12/19	16:26	1,45	-	-	1,50	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SISAGUA, 2020.

Resultados encontrados nas contas das concessionárias.

Os resultados que estão grafados em *negrito* nas tabelas 64 a 68 estão fora da faixa preconizada pela PRC nº 5/2017.

Tabela 64 – Resultados lançados nas contas da concessionária Agulhas Negras do município de Resende realizadas no presente estudo.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	-	-	0,95	6,70	4,76	0,70	-	-	-	-	1,40	-	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	-	-	0,92	6,80	4,50	0,72	-	-	-	-	1,40	-	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	-	-	1,75	6,88	5,68	0,81	-	-	-	-	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	-	-	0,75	6,41	4,40	0,65	-	-	-	-	1,40	-	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	-	-	1,75	6,85	5,68	0,81	-	-	-	-	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	-	-	1,00	6,49	4,86	0,76	-	-	-	-	1,60	-	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	-	-	0,96	6,38	5,13	0,62	-	-	-	-	1,60	-	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	-	-	0,98	6,42	4,91	0,60	-	-	-	-	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	-	-	0,70	6,40	4,88	0,74	-	-	-	-	1,30	-	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	-	-	0,65	6,43	4,70	0,72	-	-	-	-	1,40	-	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	-	-	0,90	6,39	4,66	0,68	-	-	-	-	1,50	-	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Agulhas Negras, 2019.

Tabela 65 – Resultados lançados nas contas da concessionária Prefeitura Municipal de Porto Real realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	-	-	0,95	7,00	5,00	-	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Real, 2019.

Tabela 66 – Resultados lançados nas contas da concessionária SAAE-BM do município de Barra Mansa realizadas no presente estudo.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	-	-	0,30	6,98	2,80	0,63	-	-	-	-	1,80	-	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	-	-	0,65	7,10	2,56	0,74	-	-	-	-	1,95	-	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	-	-	0,78	7,20	2,20	0,80	-	-	-	-	2,05	-	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	-	-	0,56	6,95	2,85	0,69	-	-	-	-	2,00	-	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	-	-	0,75	6,99	3,19	0,82	-	-	-	-	2,10	-	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	-	-	0,29	7,25	2,92	0,78	-	-	-	-	2,17	-	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	-	-	0,35	7,15	2,65	0,75	-	-	-	-	2,13	-	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	-	-	0,49	7,66	2,43	0,77	-	-	-	-	2,59	-	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	-	-	0,45	7,35	2,70	0,74	-	-	-	-	1,99	-	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	-	-	0,60	6,94	2,40	0,69	-	-	-	-	2,03	-	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	-	-	0,75	6,99	2,30	0,65	-	-	-	-	2,08	-	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	-	-	0,52	7,20	2,81	0,73	-	-	-	-	2,49	-	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SAAEBM, 2019.

Tabela 67 – Resultados lançados nas contas da concessionária SAAE-VR do município de Volta Redonda realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	-	-	0,94	6,60	4,50	0,72	-	-	-	-	1,67	-	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: SAAEVR, 2019.

Tabela 68 – Resultados lançados nas contas da concessionária CEDAE do município de Pinheiral realizadas no presente estudo.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Coliformes	
													Totais mL	Fecais mL
01/12/18	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	-	-	0,40	-	0,80	-	-	-	-	-	1,00	-	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: CEDAE, 2019.

APÊNDICE B – Descrição das análises realizadas, assim como o método aplicado, as vidrarias utilizadas e as referências.

Temperatura – °C

Análise realizada em campo.

Especificação do aparelho – Termômetro (figura 12).

Faixa de medição da temperatura: IN 0 °C a 50 °C (32 °F a 122 °F); OUT -50 °C a +70 °C (-58 °F a 158 °F; Resolução Temperatura: 0,1 °C/°F; Precisão temperatura IN/OUT: ± 1 °C/°F.

Figura 12 – Termômetro.



Fonte: O autor, 2020

Materiais Utilizados:

Algodão ou Gaze;

Álcool.

Procedimento para verificação da temperatura:

- 1 – Ligar o termômetro e verificar se na tela aparece o número zero ou apenas o símbolo de "°C";
- 2 – Colocar a ponta do termômetro na amostra e apertar o botão Leitura;
- 3 – Esperar alguns segundos até ouvir um sinal sonoro;
- 4 – Retirar o termômetro e verificar o valor da temperatura na tela anotando-a;
- 5 – Limpar a ponta metalizada com algodão ou gaze umedecida em álcool.

Referências:

Manual de Instruções termômetros, Imenjas.

Turbidez – uT

Análise realizada no laboratório.

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída ≤ 5 uT.

Especificação do aparelho – Turbidímetro 2100Q – Hach (figura 13).

Turbidímetro ou medidor de turbidez é voltado principalmente para aplicações em águas potáveis, Osmose reversa, ETE, Sanitização. Possui uma gama de 0 a 1000 NTU.

Figura 13 – Turbidímetro 2100Q.



Fonte: O Autor, 2020.

Procedimento de Calibração (Turbidímetro 2100Q – Hach):

- 1 – Pressione a tecla ON/OFF para ligar ou desligar o aparelho;
- 2 – Espere o aparelho estabilizar por 30 minutos;
- 3 – Selecione um idioma da lista. Confirme com OK;
- 4 – Pressione Concluído quando a atualização for completa;
- 5 – Atualize as informações de data e hora;
- 6 – Calibre o turbidímetro com padrões de calibração Stablcal;
- 7 – Pressione a tecla Calibração para entrar no modo de calibração. Siga as instruções na tela;
- 8 – Insira o padrão Stablcal de 20 uT e feche a tampa;
- 9 – Pressione Ler. A tela mostra a mensagem “Estabilizando” e, em seguida mostra o resultado;
- 10 – Repita as etapas 2 e 3 com o padrão Stablcal de 100 uT e de 800 uT;
- 11 – Pressione Concluído para examinar os detalhes da calibração;
- 12 – Pressione Armazenar para salvar os resultados. Após concluir a calibração, o medidor entra automaticamente no modo Verificar calibração, consulte Verification Calibration.

Procedimento de Análise (Turbidímetro 2100Q – Hach):

- 1 – Coloque a amostra em uma cubeta limpa e feche a tampa e pressione Ler para prosseguir;
- 2 – Pressione Ler para efetuar uma nova leitura.

Referências:

Manual de Instruções Hach 2100Q.

pH

Análise realizada no campo.

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída de **6,00 a 9,50**.

Especificação do aparelho DM-22 – Digimed (figura 14).

pHmetro ou medidor de pH DM-22 é voltado principalmente para aplicações em águas potáveis, ETE, Sanitização. A leitura é eficiente medindo de -2,00 a 20,00 pH e com uma precisão relativa de 0,01% pH.

Vidraria:

Becker;

Pisseta.

Figura 14 – pHmetro.



Fonte: O Autor, 2020.

Calibração pHmetro ORION 3 Star e Digimed:

- 1 – Ligar e desligar o aparelho Power;
- 2 – Apertar a tecla – calibrate aparecerá na tela Cal 1 – solução padrão 7,00 usada em contato com o eletrodo do aparelho phmetro;
- 3 – Apertar a tecla – calibrate aparecerá na tela Cal 1 – solução padrão 4,01 usada em contato com o eletrodo do aparelho phmetro;
- 4 – Quando a palavra pH parar de piscar na tela pressione a tecla measure para salvar;
- 5 – Remova o eletrodo da solução tampão e o enxague com água deionizada.

Procedimento de Análise:

- 1 – Remova o eletrodo da solução tampão e o enxague com água deionizada;
- 2 – Coloque o eletrodo na amostra. Quando a palavra pH parar de piscar na tela;
- 3 – Fazer a leitura, no display anotando o resultado.

Equipamentos:

Phmetro modelo Orion 3 Star;

Digimed DM-22.

Referência:

Manual de instrução modelo Orion 3 Star;

Manual de instrução do pHmetro, Digimed.

Cloro Residual – mg.L⁻¹

Análise realizada em campo.

Valor (mínimo e máximo) permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída $\geq 0,2$ e ≤ 2 mg.L⁻¹.

Especificação do aparelho DM-CL – Digimed (figura 15).

Clorímetro ou medidor de cloro DM-CL é voltado principalmente para aplicações em águas potáveis, Osmose reversa, ETE, Sanitização. A leitura é eficiente e utiliza três gamas entre 0,00 a 2,50 mg.L⁻¹, 0,00 a 5,00 mg.L⁻¹ e 0,00 a 11,00 mg.L⁻¹.

Reagentes:

DPD (N, N-DIETIL FENILENO DIAMINO SULFATO1, 4);

1 – Dissolver 1,5 g de sulfato DPD em 8 mL de H₂SO₄ 1:3;

2 – Dissolver 0,2 g de EDTA em 200 mL de água destilada.

Adicionar cuidadosamente e com agitação o item 1 no item 2 transferir para um balão e avolumar para 1000 mL.

Observações: Deve-se guardar em frasco âmbar, usar água destilada e esta solução deverá ser utilizada num período máximo de 30 dias.

Figura 15 – Medidor de Cloro.



Fonte: O Autor, 2020.

Vidraria:

Cubetas de vidro próprias para o colorímetro.

Equipamentos/Aparelhos:

Colorímetro;

Disco Colorimétrico.

Procedimento de Análise.

- 1 – Colocar água deionizada em uma das cubetas de vidro (15 mL);
- 2 – Colocar a amostra em outra cubeta, adicionar 5 gotas de DPD;
- 3 – Introduzir as cubetas no colorímetro, rodar o disco, ajustando até a coincidência da cor.

Referência:

Manual de instruções do medidor de cloro (Medidor de Cloro DM-CL), Digimed.

Cor – uH

Análise realizada no laboratório.

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída ≤ 15 uH.

Especificação do aparelho DM-COR – Digimed (figura 16).

Colorímetro ou medidor de cor portátil, para determinação da Cor em líquidos límpidos como éter de petróleo, solvente e álcoois. Método monocromático (tristimulus) com baixo consumo de reagentes. Indicado para aplicações em água potável, efluentes e outros líquidos. Faixa de Leitura: 0 a 500 uH.

Vidraria:

Cubetas.

Calibração:

- 1 – Ligue o aparelho, pressionando entra. O display exibira o menu principal;
- 2 – Espere o aparelho estabilizar por 30 minutos;
- 3 – Selecionar Leitura e pressionar a tecla entra;
- 4 – Selecionar Calibrar e pressione a tecla entra;
- 5 – Cal. 500 selecione sim com tecla entra;
- 6 – Confirma? Sim;
- 7 – Coloque o padrão 500 pt-Co;
- 8 – Aguarde estabilização;
- 9 – Repita a operação 5, 6 e 7 para os padrões 100, 10 e Zero.

Figura 16 – Colorímetro.



Fonte: O Autor, 2020.

Procedimentos de Análise:

- 1 – Selecione leitura e pressione a tecla entra;
- 2 – Coloque a amostra em uma cubeta limpa e pressione entra para prosseguir;
- 3 – Pressione entra para efetuar uma nova leitura.

Referência:

Manual de instruções do medidor de cor (Colorímetro DM-COR), Digimed.

Fluoreto – mg.L^{-1}

Análise realizada no laboratório.

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída $\leq 1,50 \text{ mg.L}^{-1}$.

Especificação do aparelho DM-FL – Digimed (figura 17).

Medidor de flúor com baixo consumo de reagentes, leitura direta e rápida entre 0,00 a 2,00 mg.L⁻¹. Gabinete resistente a água e choques, voltado para aplicações em água potável e Estações de Tratamento de Efluentes (ETE).

Figura 17 – Medidor de Flúor.



Fonte: O Autor, 2020.

Vidraria:

Pipetas graduada 10 mL;

Tubos de Nessler de 100 mL;

Proveta graduada de 100 mL.

Procedimentos para calibração (medidor de Flúor):

Como proceder a calibração. Você deve pipetar 10 mL de padrão (água deionizada ou padrão de fluoreto de sódio) e 2 mL de Solução SPADNS na cubeta limpa.

- 1 – Ligue o aparelho pressionando ENTRAR;
- 2 – Selecione SETAGEM pressionando a tecla SELEÇÃO, leitura e confirme pressionando ENTRAR;
- 3 – Ligue o aparelho pressionando ENTRAR calibrar;
- 4 – Pressione ENTRAR para prosseguir calibrar padrão zero sim;
- 5 – Pressione ENTRAR para prosseguir calibrar padrão 1,4 sim;

Operação do equipamento:

- 1 – Selecione Leitura e pressione a tecla ENTRAR;
- 2 – Pipete 10 mL da amostra e 2 mL de reagente SPADNS em uma cubeta limpa insira no compartimento da cubeta e pressione a tecla ENTRAR;
- 3 – Para nova leitura, troque a amostra e pressione a tecla, pressione para registrar a leitura ou pressione para sair.

Referência:

Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais, CETESB;

NBR 13737- ABNT;

Manual de instrução do medidor de flúor (Medidor de Flúor DM-FL), Digimed.

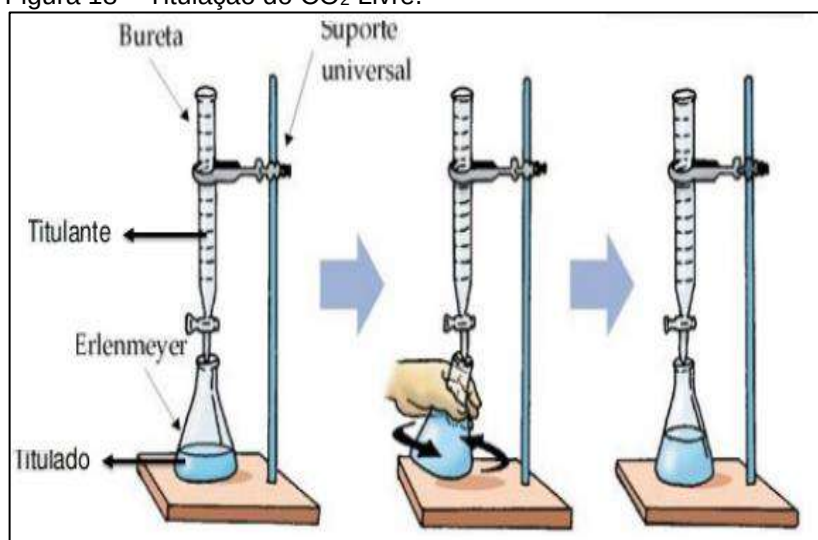
CO₂ Livre – mg.L⁻¹

Análise realizada no laboratório por titulação (figuras 18 e 19).

TITULAÇÃO – CO₂ LIVRE (mg.L⁻¹ de CO₂ LIVRE):

- 1 – Colocar 100 mL da amostra no tubo ERLLENMEYER
- 2 – Colocar 1 mL de Fenolftaleína não vai mudar de cor
- 3 – Colocar Hidróxido Sódio na Bureta
- 4 – Abrir a torneira para que o Hidróxido Sódio entre em contato com a amostra sempre girando o ERLLENMEYER, quando a amostra ficar ROSA, anotar a quantidade de hidróxido usado.

Figura 18 – Titulação do CO₂ Livre.



Fonte: Baccan, (3ª edição revista, ampliada e reestruturada), 2020.

Figura 19 – CO₂ Livre Titulado.



Fonte: O Autor, 2020.

Referências:

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition – 4500, ref. 4–30.

Alcalinidade – mg.L⁻¹

Análise realizada no laboratório por titulação (figuras 20 e 21).

Vidraria:

Proveta graduada de 100 mL;

Bureta graduada 50 mL divisão 1/10;

Pipeta graduada de 10 mL;

Erlenmeyer 250 mL.

TITULAÇÃO – ALCALINIDADE (mg.L^{-1} de CaCO_3):

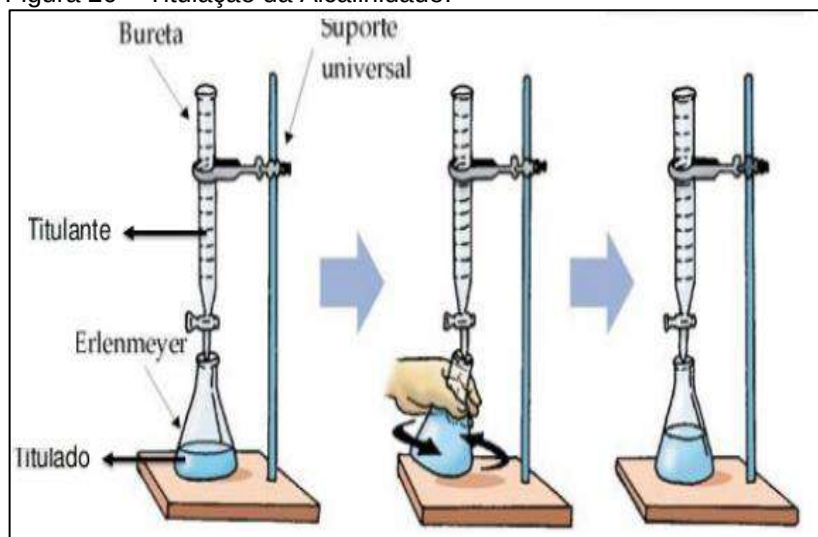
1 – Colocar 100 mL da amostra no tubo ERLLENMEYER;

2 – Colocar 1 mL de Alaranjado de Metila vai ficar AMARELO;

3 – Colocar Ácido Sulfúrico na Bureta;

4 – Abrir a torneira para que o Ácido Sulfúrico entre em contato com a amostra sempre girando o ERLLENMEYER, quando a amostra ficar LARANJA, anotar a quantidade de ácido usado.

Figura 20 – Titulação da Alcalinidade.



Fonte: Baccan, (3ª edição revista, ampliada e reestruturada), 2020.

Figura 21 – Alcalinidade Titulada.



Fonte: O Autor, 2020.

Referências:

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition- 4500, ref. 2- 34.

Cloreto – mg.L^{-1}

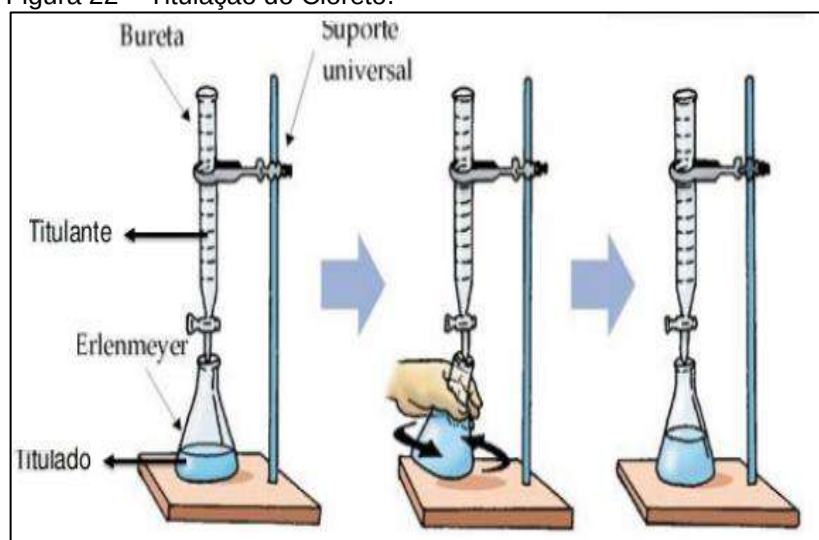
Análise realizada no laboratório por titulação (figuras 22 e 23).

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída $\leq 5 \text{ mg.L}^{-1}$.

TITULAÇÃO – CLORETO (mg.L^{-1} de Cl):

- 1 – Colocar 100 mL da amostra no tubo ERLLENMEYER;
- 2 – Colocar 1 mL de Cromato de Potássio vai ficar VERDE;
- 3 – Colocar Nitrato de Prata na Bureta;
- 4 – Abrir a torneira para que o Nitrato de Prata entre em contato com a amostra sempre girando o ERLLENMEYER, quando a amostra ficar MARROM, anotar a quantidade de nitrato usado.

Figura 22 – Titulação do Cloreto.



Fonte: Baccan, (3ª edição revista, ampliada e reestruturada), 2020.

Figura 23 – Cloreto Titulado.



Fonte: O Autor, 2020.

Referência:

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition – 4500, ref. 4–72.

Dureza – mg.L^{-1}

Análise realizada no laboratório por titulação (figuras 24 e 25).

Valor máximo permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída $\leq 50 \text{ mg.L}^{-1}$.

Vidraria:

Bureta graduada 50 mL divisão 1/10;

Proveta de 100 mL;

Pipeta graduada de 10 mL;

Erlenmeyer 250 mL;

Espátula.

TITULAÇÃO – DUREZA (mg.L^{-1} de CaCO_2):

1 – Colocar 100 mL da amostra no tubo ERLLENMEYER;

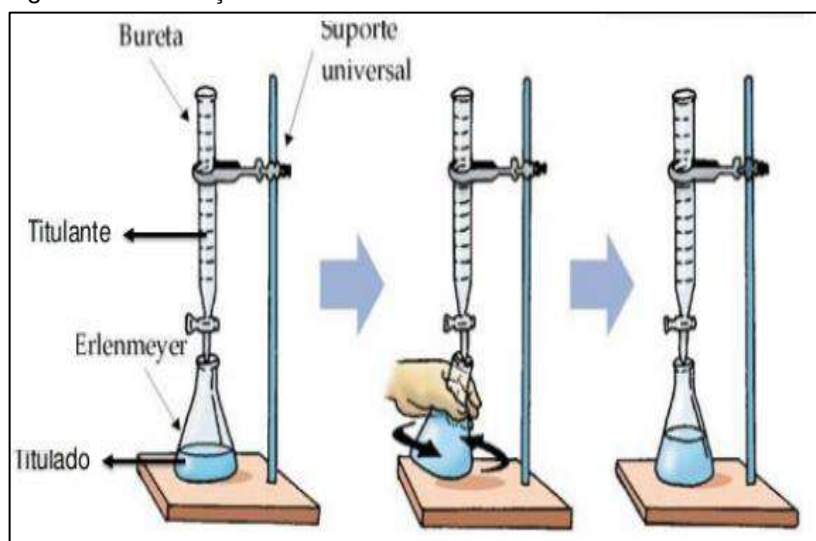
2 – Colocar 1 mL de Solução Tampão de Amônia;

3 – Colocar 1 colher de Negro de Eriochrome vai ficar ROXO;

4 – Colocar EDTA na Bureta;

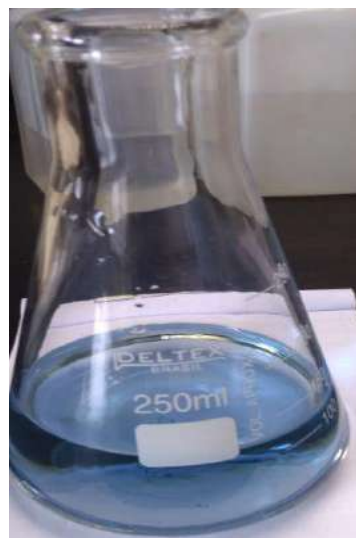
5 – Abrir a torneira para que o EDTA entre em contato com a amostra sempre girando o ERLLENMEYER, quando a amostra ficar AZUL CLARO, anotar a quantidade de edta usados.

Figura 24 – Titulação da Dureza.



Fonte: Baccan, (3ª edição revista, ampliada e reestruturada), 2020.

Figura 25 – Dureza Titulada.



Fonte: O Autor, 2020.

Referência:

Manual Prático de Análise de Águas, 2006 – FUNASA, pág. 91;

Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 22nd edition – 2340, ref 2–4.

Coliforme Total

Análise realizada no laboratório bacteriológico (figura 26).

Valor permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída – **AUSENTE**.

Vidraria:

Tubo de ensaio;

Tubo Durham;

Tampa de Alumínio.

Figura 26 – Coliforme Total.



Fonte: O Autor, 2020.

Reagentes:

Fluorocult:

- 1 – Pesar 36,5 g em 1 Litro de água deionizada;
- 2 – Misturar até homogeneizar;
- 3 – Distribuir o meio de cultura em Tubos de Ensaio;
- 4 – Levar em autoclave por 15 minutos a 121,0 °C.

Aparelhos/Equipamentos:

Autoclave;

Estufa;

Lâmpada.

Procedimento de Análise:

- 1 – Dispor de 9 tubos de Fluorocult em 3 fileiras horizontais de 3 tubos cada (marcar cada tubo com o volume a ser inoculado) em uma estante para tubos de ensaio;
- 2 – Homogeneizar a amostra, agitando o frasco;

3 – Com uma pipeta esterilizada de 10 mL, obedecendo aos cuidados de assepsia, transferir 10 mL da amostra para um frasco de diluição, preparando assim, a primeira diluição decimal (0,1);

4 – Com a mesma pipeta, semear 10 mL da amostra em cada um dos 3 tubos de CL da primeira fileira;

5 – Inocular 1 mL da amostra em cada um dos 3 tubos da segunda fileira;

6 – Homogeneizar a primeira diluição (0,1) agitando vigorosamente o frasco e com pipeta esterilizada, transferir 1 mL para cada um dos três tubos de terceira fileira.

Tabela 69 – Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Total.
(Continua)

Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL em séries de 3 tubos.			
Número de tubos com reação positiva quando são utilizados os inóculos de:			NMP/100 mL
10 mL	1 mL	0,1 mL	
0	0	0	0
0	0	1	3
0	1	0	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39

Tabela 69 – Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Total.
(Conclusão)

Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL em séries de 3 tubos.			
Número de tubos com reação positiva quando são utilizados os inóculos de:			NMP/100 mL
10 mL	1 mL	0,1 mL	
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	2	0	93
3	1	2	120
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	2400

Fonte: Cetesb, 2019.

Referência:

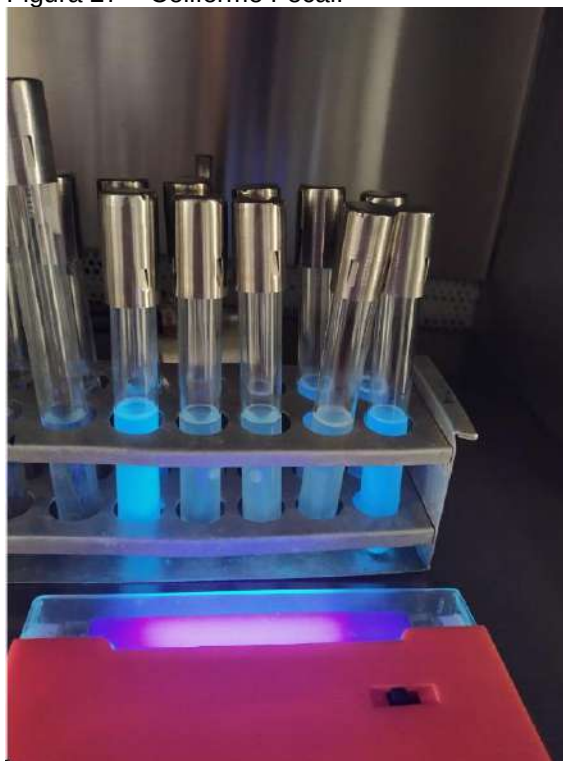
Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB;
Standard Methods.

Coliformes Fecal

Análise realizada no laboratório bacteriológico (figura 27).

Valor permitido de acordo com a Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 para a água tratada distribuída – **AUSENTE**.

Figura 27 – Coliforme Fecal.



Fonte: O Autor, 2020.

Teste de Fluorocult:

Esta análise permite avaliar a presença de coliformes fecal na água determinando sua potabilidade.

Reagentes:

Fluorocult;

- 1 – Pesar 36,5 g em 1 Litro de água deionizada;
- 2 – Misturar até homogeneizar;
- 3 – Distribuir o meio de cultura em Tubos de Ensaio;
- 4 – Levar em autoclave por 15 minutos a 121,0 °C.

Vidraria:

Tubo de ensaio;

Tubo Durham;

Tampa de Alumínio;

Aparelhos/Equipamentos:

Autoclave;

Estufa;
Lâmpada de UV.

Descrição do método:

- 1 – Dispor 9 tubos de Fluorocult em 3 fileiras horizontais de 3 tubos cada (marcar cada tubo com o volume a ser inoculado) em uma estante para tubos de ensaio;
- 2 – Homogeneizar a amostra, agitando o frasco;
- 3 – Com uma pipeta esterilizada de 10 mL obedecendo aos cuidados de assepsia, transferir 10 mL da amostra para um frasco de diluição, preparando assim, a primeira diluição decimal (0,1);
- 4 – Com a mesma pipeta, semear 10 mL da amostra em cada um dos 3 tubos de CL da primeira fileira;
- 5 – Inocular 1 mL da amostra em cada um dos 3 tubos da segunda fileira;
- 6 – Homogeneizar a primeira diluição (0,1) agitando vigorosamente o frasco e com pipeta esterilizada, transferir 1 mL para cada um dos três tubos de terceira fileira;
- 7 – Após a inoculação de todos os volumes da amostra e diluição, colocar a estante contendo os tubos inoculados em incubadora a 35 °C, durante 24 horas;
- 8 – Após esse período de incubação, retirar os tubos da incubadora para efetuar a leitura dos resultados. Para isso, agitar delicadamente cada resultado positivo;
- 9 – Utiliza-se a lâmpada de UV em ambiente escuro para verificação da presença de coliformes fecais. Ao utilizar a lâmpada próxima ao tubo, observa-se o tubo verificando a sua coloração, caso seja fluorescente, define-se presença de coliforme fecal.

Tabela 70 – Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Fecal.
(Continua)

Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL em séries de 3 tubos.			
Número de tubos com reação positiva quando são utilizados os inóculos de:			NMP/100 mL
10 mL	1 mL	0,1 mL	
0	0	0	0
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4

Tabela 70 – Número mais provável (NMP) por 100 mL de amostra (Diluição) – Coliforme Fecal.
(Conclusão)

Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1 mL e 0,1 mL em séries de 3 tubos			
Número de tubos com reação positiva quando são utilizados os inóculos de:			NMP/100 mL
10 mL	1 mL	0,1 mL	
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	2	0	93
3	1	2	120
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	2400

Fonte: Cetesb, 2019.

Referência:

Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB;
Standard Methods.

Heterotróficas

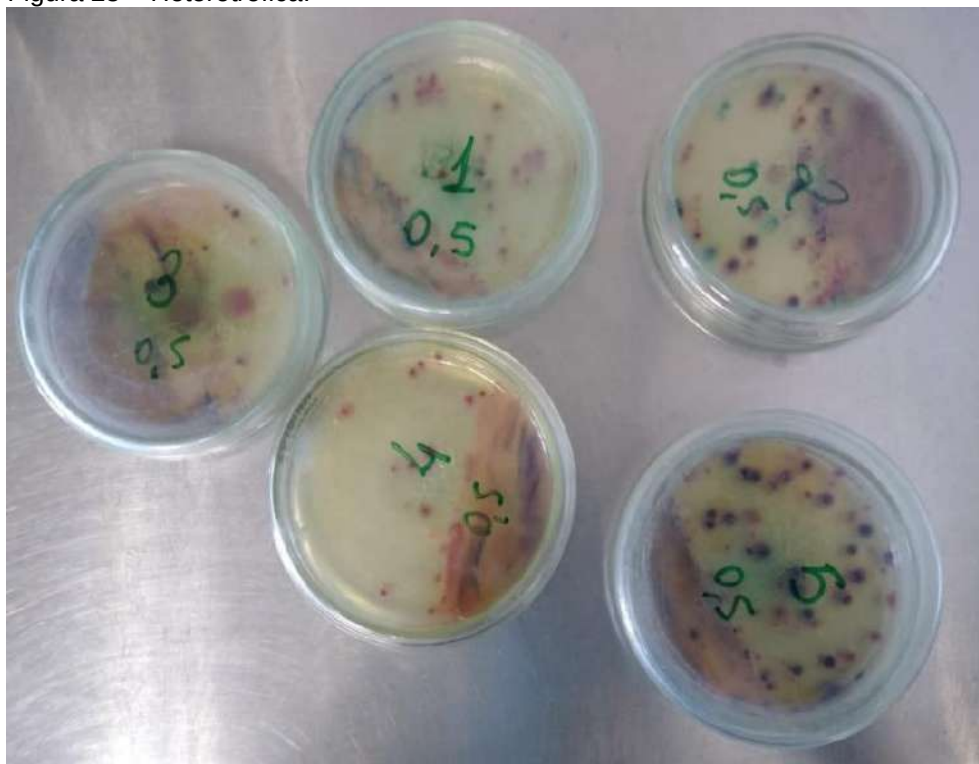
Análise realizada no laboratório bacteriológico (figuras 28).

A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla.

São essas bactérias que, juntamente com fungos, atacam cadáveres de animais, plantas e outros tipos de matéria orgânica, decompondo-os.

As bactérias heterotróficas chamadas de parasitas são aquelas que conseguem o seu alimento a partir de seres vivos, causando-lhes doenças.

Figura 28 – Heterotrófica.



Fonte: O Autor, 2020.

Reagentes:

Chromocult;

- 1 – Em béquer, pesar 26 g de Chromocult na balança eletrônica digital;
- 2 – Acrescentar 1000 mL de água destilada e diluir completamente;
- 3 – Levar à chapa aquecedora em banho-maria e após ebulição deixar por mais 20 minutos;

4 – Distribuir volumes de 10 mL em placas de Petri;

5 – Deixar o meio solidificar.

Vidraria:

Placas de Petri;

Pipetas de 10 mL;

Béquer de 1000 mL;

Béquer de 250 mL;

Bico de Bunsen;

Bastão.

Aparelhos/Equipamentos:

Chapa Aquecedora;

Incubadora bacteriológica ($35 \pm 0,5$ °C);

Balança eletrônica;

Contador de Colônias Quebec.

Descrição do método:

1 – Método de Contagem de Bactérias Heterotróficas;

2 – Pesar 26g de chromocult em balança eletrônica digital;

3 – Acrescentar 1000 mL de água destilada e diluir completamente;

4 – Levar à chapa aquecedora em banho-maria e após ebulição deixar por mais 20 minutos;

5 – Distribuir volumes de 10 mL em placas petri;

6 – Deixar o meio solidificar.

Procedimento de Análise:

1 – Assegurando os cuidados de assepsia, pipetar 1 mL da amostra homogeneizada e transferir para placa de petri contendo o meio solidificado;

2 – Incubar à 35 °C por 24 horas;

3 – Realizar a leitura através de contagem de colônias.

Referência

Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB.

APÊNDICE C – Cálculo do IQA–CCME da água tratada distribuída e final de rede dos municípios em estudo.

Tabela 71 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Resende para cálculo do IQA–CCME.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	10:10	34,2	0,30	6,02	3,90	0,66	3	12	7,0	15	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	14:30	34,3	0,37	6,65	0,40	0,63	3	12	9,0	27	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	13:10	33,1	0,56	6,65	0,50	0,68	4	20	8,0	21	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	07:32	25,3	0,88	6,55	0,30	0,11	4	20	7,5	24	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	08:49	25,3	3,59	6,28	0,00	0,08	5	11	7,5	06	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	10:40	24,4	3,88	6,22	0,00	0,26	6	12	7,0	07	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	08:54	23,1	0,66	6,56	10,10	0,11	5	16	6,0	23	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	09:20	20,5	1,10	6,34	0,00	0,18	5	14	7,0	25	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	09:07	19,6	0,17	6,74	2,60	0,11	4	19	8,5	23	1,10	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	09:37	23,5	0,50	6,54	0,50	0,57	3	21	7,5	35	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	09:04	23,5	0,46	6,53	0,70	0,69	5	17	7,0	20	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	09:29	31,2	0,43	6,38	0,00	0,61	4	18	7,5	18	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
1	Parâmetros não conforme					13	Total de parâmetros analisados							
6	Análises não conforme					156	Total de análises realizadas							

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 72 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Resende para cálculo do IQA–CCME.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	09:16	21,5	1,44	6,74	11,30	0,11	5	16	8,0	20	0,60
27/08/19	09:06	22,7	0,41	6,49	0,70	0,07	4	14	7,5	18	0,70
24/09/19	08:46	18,7	0,90	6,69	4,80	0,11	6	16	10,0	23	0,70
23/10/19	09:22	23,7	1,73	6,61	8,10	0,30	3	19	7,5	22	0,60
27/11/19	08:42	24,3	0,28	6,49	1,30	0,31	5	16	7,5	28	0,50
27/12/19	09:14	29,7	0,48	6,32	0,30	0,30	3	17	8,0	18	0,40
1	Parâmetros não conforme					10	Total de parâmetros analisados				
6	Análises não conforme					60	Total de análises realizadas				

Fonte: O Autor, 2020

Tabela 73 – Total geral para primeiro cálculo do IQA–CCME de Resende.

2	Parâmetros não conforme
12	Análises não conforme
23	Total de parâmetros analisados
216	Total de análises realizadas

Fonte: O Autor, 2020.

1º Cálculo do IQA–CCME

Município: Resende

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída e Água Tratada Distribuída Final de Rede.

Tabelas de Referência: 49 e 54.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{2}{23} * 100$$

$$F_1 = 8,695652$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{12}{216} * 100$$

$$F_2 = 5,555556$$

$$v_1 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v_2 = \left(\frac{0,50}{0,06} \right) - 1 = 7,33$$

$$v_3 = \left(\frac{0,50}{0,26} \right) - 1 = 0,92$$

$$v_4 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v_5 = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v_6 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v_7 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v8 = \left(\frac{0,50}{0,18} \right) - 1 = 1,78$$

$$v9 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v10 = \left(\frac{0,50}{0,30} \right) - 1 = 0,67$$

$$v11 = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v12 = \left(\frac{0,50}{0,30} \right) - 1 = 0,67$$

$$nse = \left(\frac{35,85}{216} \right)$$

$$nse = 0,165975$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{0,165975}{0,01 * 0,165975 + 0,01}$$

$$F_3 = \mathbf{14,234852}$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(8,695652)^2 + (5,555556)^2 + (14,234852)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = \mathbf{86,640743} \quad \text{ÁGUA} \quad \text{BOA/BOM}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom	Excelente		

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

2º Cálculo do IQA–CCME

Município: Resende

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída, Água Tratada Distribuída Final de Rede, SISAGUA e Conta.

Tabelas de Referência: 49, 54 59 e 64.

Tabela 74 – Total geral para segundo cálculo do IQA–CCME de Resende.

3	Parâmetros não conforme
15	Análises não conforme
36	Total de parâmetros analisados
359	Total de análises realizadas

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{3}{36} * 100$$

$$F_1 = 8,333333$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{15}{359} * 100$$

$$F_2 = 4,178273$$

$$v1 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v2 = \left(\frac{0,50}{0,06} \right) - 1 = 7,33$$

$$v3 = \left(\frac{0,50}{0,26} \right) - 1 = 0,92$$

$$v4 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v5 = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v6 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v7 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v8 = \left(\frac{0,50}{0,18} \right) - 1 = 1,78$$

$$v9 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v10 = \left(\frac{0,50}{0,30} \right) - 1 = 0,67$$

$$v11 = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v12 = \left(\frac{0,50}{0,30} \right) - 1 = 0,67$$

$$v13 = \left(\frac{0,50}{0,48} \right) - 1 = 0,04$$

$$v14 = \left(\frac{0,50}{0,45} \right) - 1 = 0,11$$

$$v15 = \left(\frac{0,50}{0,47} \right) - 1 = 0,06$$

$$nse = \left(\frac{36,07}{359} \right)$$

$$nse = 0,100466$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{0,100466}{0,01 * 0,100466 + 0,01}$$

$$F_3 = \mathbf{9,1293748}$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(8,333333)^2 + (4,178273)^2 + (9,129375)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = \mathbf{90,085589} \quad \text{ÁGUA} \quad \text{BOA/BOM}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

Tabela 75 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Porto Real para cálculo do IQA–CCME.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	09:00	33,9	6,40	6,09	20,20	0,12	4	11	8,0	20	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	15:23	34,2	2,50	5,92	8,20	0,07	4	9	7,0	21	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	13:35	33,5	3,86	5,92	6,40	0,11	5	10	7,0	23	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	08:17	25,9	4,37	6,73	15,50	0,01	6	11	7,0	25	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	09:33	25,9	10,60	6,77	30,70	0,02	3	13	7,0	15	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	11:16	0,0	4,79	6,56	15,40	0,04	6	17	6,0	07	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	10:02	22,9	20,80	6,64	61,60	0,01	4	14	6,0	37	0,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	10:05	23,9	3,94	6,67	12,70	0,27	4	15	6,5	17	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	10:02	20,1	6,88	6,79	23,80	0,01	4	18	8,0	24	0,80	50	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	10:13	24,2	26,30	6,52	68,20	0,70	5	19	6,0	23	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	09:56	25,4	6,54	6,58	18,10	0,25	4	17	6,0	21	0,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	11:25	24,5	0,39	6,40	0,0	0,43	4	19	7,0	20	0,00	200	AUSENTE	AUSENTE
5	Parâmetros não conforme					13	Total de parâmetros analisados							
29	Análises não conforme					156	Total de análises realizadas							

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 76 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Porto Real para cálculo do IQA–CCME.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	09:52	23,4	13,20	6,61	49,00	0,01	5	16	6,0	22	0,00
27/08/19	09:54	21,9	2,73	6,70	12,50	0,07	5	21	7,0	25	0,40
24/09/19	09:36	19,4	0,98	6,78	3,90	0,01	5	16	8,5	32	0,50
23/10/19	10:05	24,1	0,58	6,78	0,60	0,25	4	20	7,0	27	0,00
27/11/19	09:50	25,2	1,80	6,39	15,60	0,07	6	24	6,0	21	0,00
27/12/19	11:12	29,2	19,30	6,49	52,50	0,14	6	17	7,0	15	0,00
4	Parâmetros não conforme					10	Total de parâmetros analisados				
15	Análises não conforme					60	Total de análises realizadas				

Fonte: O Autor, 2020

Tabela 77 – Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Porto Real.

9	Parâmetros não conforme
44	Análises não conforme
23	Total de parâmetros analisados
216	Total de análises realizadas

Fonte: O Autor, 2020.

1º Cálculo do IQA–CCME

Município: Porto Real

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída e Água Tratada Distribuída Final de Rede.

Tabelas de Referência: 50 e 55.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{9}{23} * 100$$

$$F_1 = 39,130435$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{44}{216} * 100$$

$$F_2 = 20,37037$$

$$v_1 = \left(\frac{6,4}{5} \right) - 1 = 0,28$$

$$v_2 = \left(\frac{10,60}{5} \right) - 1 = 1,12$$

$$v_3 = \left(\frac{20,80}{5} \right) - 1 = 3,16$$

$$v_4 = \left(\frac{6,88}{5} \right) - 1 = 0,38$$

$$v_5 = \left(\frac{26,30}{5} \right) - 1 = 4,26$$

$$v_6 = \left(\frac{6,54}{5} \right) - 1 = 0,31$$

$$v_7 = \left(\frac{13,20}{5} \right) - 1 = 1,64$$

$$\begin{aligned}
 v8 &= \left(\frac{19,30}{5} \right) - 1 = 2,86 \\
 v9 &= \left(\frac{5,92}{6} \right) - 1 = -0,01 \\
 v10 &= \left(\frac{5,92}{6} \right) - 1 = -0,01 \\
 v11 &= \left(\frac{20,20}{15} \right) - 1 = 0,35 \\
 v12 &= \left(\frac{15,50}{15} \right) - 1 = 0,03 \\
 v13 &= \left(\frac{30,70}{15} \right) - 1 = 1,05 \\
 v14 &= \left(\frac{15,40}{15} \right) - 1 = 0,03 \\
 v15 &= \left(\frac{61,60}{15} \right) - 1 = 3,11 \\
 v16 &= \left(\frac{23,80}{15} \right) - 1 = 0,59 \\
 v17 &= \left(\frac{68,20}{15} \right) - 1 = 3,55 \\
 v18 &= \left(\frac{18,10}{15} \right) - 1 = 0,21 \\
 v19 &= \left(\frac{49,00}{15} \right) - 1 = 2,27 \\
 v20 &= \left(\frac{15,60}{15} \right) - 1 = 0,04 \\
 v21 &= \left(\frac{52,50}{15} \right) - 1 = 2,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{22} &= \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17 \\
 v_{23} &= \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14 \\
 v_{24} &= \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55 \\
 v_{25} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{26} &= \left(\frac{0,50}{0,02} \right) - 1 = 24,00 \\
 v_{27} &= \left(\frac{0,50}{0,04} \right) - 1 = 11,50 \\
 v_{28} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{29} &= \left(\frac{0,50}{0,27} \right) - 1 = 0,85 \\
 v_{30} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{31} &= \left(\frac{0,50}{0,25} \right) - 1 = 1,00 \\
 v_{33} &= \left(\frac{0,50}{0,43} \right) - 1 = 0,16 \\
 v_{33} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{34} &= \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14 \\
 v_{35} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00
 \end{aligned}$$

$$v_{36} = \left(\frac{0,50}{0,25} \right) - 1 = 1,00$$

$$v_{37} = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v_{38} = \left(\frac{0,50}{0,14} \right) - 1 = 2,57$$

$$v_{39} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{40} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{41} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{42} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{43} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{44} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$nse = \left(\frac{482,96}{216} \right)$$

$$nse = 2,235947$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{2,235947}{0,01 * 2,235947 + 0,01}$$

$$F_3 = \mathbf{69,097141}$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(39,130435)^2 + (20,370370)^2 + (69,097141)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 37,708510 \quad \text{ÁGUA} \quad \text{RUIM}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom	Excelente		

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

2º Cálculo do IQA–CCME

Município: Porto Real

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída, Água Tratada Distribuída Final de Rede, SISAGUA e Conta.

Tabelas de Referência: 50, 55, 60 e 65.

Tabela 78 – Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Porto Real.

9	Parâmetros não conforme
44	Análises não conforme
33	Total de parâmetros analisados
326	Total de análises realizadas

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{9}{33} * 100$$

$$F_1 = 27,272727$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{44}{326} * 100$$

$$F_2 = 13,496933$$

$$v1 = \left(\frac{6,40}{5} \right) - 1 = 0,28$$

$$v2 = \left(\frac{10,60}{5} \right) - 1 = 1,12$$

$$v3 = \left(\frac{20,80}{5} \right) - 1 = 3,16$$

$$v4 = \left(\frac{6,88}{5} \right) - 1 = 0,38$$

$$v5 = \left(\frac{26,30}{5} \right) - 1 = 4,26$$

$$v6 = \left(\frac{6,54}{5} \right) - 1 = 0,31$$

$$v7 = \left(\frac{13,20}{5} \right) - 1 = 1,64$$

$$v8 = \left(\frac{19,30}{5} \right) - 1 = 2,86$$

$$v9 = \left(\frac{5,92}{6} \right) - 1 = -0,01$$

$$v10 = \left(\frac{5,92}{6} \right) - 1 = -0,01$$

$$v11 = \left(\frac{20,20}{15} \right) - 1 = 0,35$$

$$v12 = \left(\frac{15,50}{15} \right) - 1 = 0,03$$

$$v_{13} = \left(\frac{30,70}{15} \right) - 1 = 1,05$$

$$v_{14} = \left(\frac{15,40}{15} \right) - 1 = 0,03$$

$$v_{15} = \left(\frac{61,60}{15} \right) - 1 = 3,11$$

$$v_{16} = \left(\frac{23,80}{15} \right) - 1 = 0,59$$

$$v_{17} = \left(\frac{68,20}{15} \right) - 1 = 3,55$$

$$v_{18} = \left(\frac{18,10}{15} \right) - 1 = 0,21$$

$$v_{19} = \left(\frac{49,00}{15} \right) - 1 = 2,27$$

$$v_{20} = \left(\frac{15,60}{15} \right) - 1 = 0,04$$

$$v_{21} = \left(\frac{52,50}{15} \right) - 1 = 2,50$$

$$v_{22} = \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17$$

$$v_{23} = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v_{24} = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v_{25} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{26} = \left(\frac{0,50}{0,02} \right) - 1 = 24,00$$

$$\begin{aligned}
 v_{27} &= \left(\frac{0,50}{0,04} \right) - 1 = 11,50 \\
 v_{28} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{29} &= \left(\frac{0,50}{0,27} \right) - 1 = 0,85 \\
 v_{30} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{31} &= \left(\frac{0,50}{0,25} \right) - 1 = 1,00 \\
 v_{33} &= \left(\frac{0,50}{0,43} \right) - 1 = 0,16 \\
 v_{33} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{34} &= \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14 \\
 v_{35} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00 \\
 v_{36} &= \left(\frac{0,50}{0,25} \right) - 1 = 1,00 \\
 v_{37} &= \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14 \\
 v_{38} &= \left(\frac{0,50}{0,14} \right) - 1 = 2,57 \\
 v_{39} &= \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00 \\
 v_{40} &= \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00
 \end{aligned}$$

$$v_{41} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{42} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{43} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$v_{44} = \left(\frac{0,20}{0,01} \right) - 1 = 19,00$$

$$nse = \left(\frac{482,96}{326} \right)$$

$$nse = 1,389462$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{1,389462}{0,01 * 1,389462 + 0,01}$$

$$F_3 = 58,149567$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(27,272727)^2 + (13,496933)^2 + (58,149567)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 50,130997 \quad \text{ÁGUA MARGINAL}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom	Excelente		

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

Tabela 79 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Barra Mansa para cálculo do IQA–CCME.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	11:15	31,4	0,70	6,20	3,90	0,32	3	19	10,0	30	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	16:07	31,7	1,63	7,10	0,00	1,22	3	16	8,0	30	1,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	14:25	31,2	0,92	7,10	0,00	0,36	4	17	9,0	30	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	09:13	24,3	0,82	6,93	0,00	0,69	6	18	7,0	28	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	10:23	24,3	3,23	7,24	10,10	0,56	3	17	8,0	09	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	12:15	24,3	0,70	6,97	3,70	1,11	5	19	7,5	10	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	11:04	21,5	0,81	9,65	9,30	0,78	5	21	8,0	44	1,50	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	10:55	21,1	1,46	7,34	5,20	0,80	4	22	8,5	30	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	10:30	20,1	0,35	7,11	2,00	0,55	6	18	9,5	33	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	10:55	24,5	0,41	6,86	0,00	1,32	4	22	11,0	27	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	10:59	24,8	0,38	7,12	0,00	0,84	4	19	12,0	33	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	12:27	29,3	1,79	7,12	4,60	0,94	4	18	8,5	23	1,50	20	AUSENTE	AUSENTE
2	Parâmetros não conforme					13	Total de parâmetros analisados							
3	Análises não conforme					156	Total de análises realizadas							

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 80 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Barra Mansa para cálculo do IQA–CCME.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	11:44	26,7	0,85	7,38	17,30	0,47	7	24	12,5	28	0,90
27/08/19	11:17	24,2	1,70	7,18	7,60	0,68	4	23	10,0	24	0,80
24/09/19	10:45	21,6	1,16	7,25	10,40	0,31	4	23	11,0	32	0,60
23/10/19	11:25	24,6	0,49	6,90	0,00	0,92	4	25	15,0	25	0,80
27/11/19	10:45	28,1	0,98	7,09	0,00	0,54	4	16	16,0	46	1,00
27/12/19	12:53	28,5	1,10	6,94	1,70	0,61	4	25	9,5	23	0,80
2	Parâmetros não conforme					10	Total de parâmetros analisados				
3	Análises não conforme					60	Total de análises realizadas				

Fonte: O Autor, 2020

Tabela 81 – Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Barra Mansa.

4	Parâmetros não conforme
6	Análises não conforme
23	Total de parâmetros analisados
216	Total de análises realizadas

Fonte: O Autor, 2020.

1º Cálculo do IQA–CCME

Município: Barra Mansa

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída e Água Tratada Distribuída Final de Rede.

Tabelas de Referência: 51 e 56.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{4}{23} * 100$$

$$F_1 = 17,391304$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{6}{216} * 100$$

$$F_2 = 2,777778$$

$$v_1 = \left(\frac{9,65}{9} \right) - 1 = 0,07$$

$$v_2 = \left(\frac{0,50}{0,32} \right) - 1 = 0,56$$

$$v_3 = \left(\frac{0,50}{0,36} \right) - 1 = 0,39$$

$$v_4 = \left(\frac{0,50}{0,47} \right) - 1 = 0,06$$

$$v_5 = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v_6 = \left(\frac{17,30}{15} \right) - 1 = 0,15$$

$$nse = \left(\frac{1,85}{216} \right)$$

$$nse = 0,008582$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{0,008582}{0,01 * 0,008582 + 0,01}$$

$$F_3 = 0,850882$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(17,391304)^2 + (2,777778)^2 + (0,850882)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 86,6021632 \quad \text{ÁGUA BOM}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

2º Cálculo do IQA–CCME

Município: Barra Mansa

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída, Água Tratada Distribuída Final de Rede, SISAGUA e Conta.

Tabelas de Referência: 51, 56, 61 e 66.

Tabela 82 – Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Barra Mansa.

4	Parâmetros não conforme
17	Análises não conforme
37	Total de parâmetros analisados
368	Total de análises realizadas

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{4}{37} * 100$$

$$F_1 = 10,810811$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{17}{368} * 100$$

$$F_2 = 4,619565$$

$$v1 = \left(\frac{9,65}{9} \right) - 1 = 0,07$$

$$v2 = \left(\frac{0,50}{0,32} \right) - 1 = 0,56$$

$$v3 = \left(\frac{0,50}{0,36} \right) - 1 = 0,39$$

$$v4 = \left(\frac{0,50}{0,47} \right) - 1 = 0,06$$

$$v5 = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v6 = \left(\frac{17,30}{15} \right) - 1 = 0,15$$

$$v7 = \left(\frac{2,05}{0,50} \right) - 1 = 3,10$$

$$v8 = \left(\frac{2,10}{0,50} \right) - 1 = 3,20$$

$$v9 = \left(\frac{2,17}{0,50} \right) - 1 = 3,34$$

$$v_{10} = \left(\frac{2,13}{0,50} \right) - 1 = 3,26$$

$$v_{11} = \left(\frac{2,54}{0,50} \right) - 1 = 4,08$$

$$v_{12} = \left(\frac{2,03}{0,50} \right) - 1 = 3,06$$

$$v_{13} = \left(\frac{2,08}{0,50} \right) - 1 = 3,16$$

$$v_{14} = \left(\frac{2,49}{0,50} \right) - 1 = 3,98$$

$$v_{15} = \left(\frac{2,50}{0,50} \right) - 1 = 4,00$$

$$v_{16} = \left(\frac{2,50}{0,50} \right) - 1 = 4,00$$

$$v_{17} = \left(\frac{2,50}{0,50} \right) - 1 = 4,00$$

$$v_{18} = \left(\frac{0,50}{0,48} \right) - 1 = 0,04$$

$$nse = \left(\frac{37,08}{368} \right)$$

$$nse = 0,100748$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{0,100748}{0,01 * 0,100748 + 0,01}$$

$$F_3 = 0,147594$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(10,810811)^2 + (4,619565)^2 + (0,147594)^2}}{1,732} \right]$$

IQA = **91,066198**

ÁGUA

BOM

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

Tabela 83 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Volta Redonda para cálculo do IQA–CCME.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	07:55	30,8	0,50	6,30	0,00	0,70	4	14	7,0	15	1,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	16:42	30,9	1,56	6,39	0,00	0,80	2	16	9,0	25	1,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	15:03	30,4	1,03	6,39	0,00	0,80	5	14	8,5	19	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	09:57	25,1	1,05	6,85	0,00	0,90	7	16	7,5	21	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	10:58	25,1	3,04	6,27	4,60	0,46	4	12	9,0	14	1,20	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	12:49	25,3	1,03	6,37	0,50	0,70	8	13	8,0	08	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	11:53	23,4	1,18	6,70	32,30	0,85	6	13	9,0	21	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	11:31	23,1	1,21	6,41	3,00	0,82	6	14	8,0	26	1,30	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	11:10	21,4	2,48	6,46	12,00	0,80	4	12	10,0	26	1,40	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	11:32	24,5	0,56	6,49	0,00	0,82	4	20	7,0	24	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	11:18	27,5	0,90	6,91	0,00	0,84	4	18	9,5	19	1,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	13:07	29,5	0,90	7,01	0,00	0,88	5	22	9,0	22	1,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
2	Parâmetros não conforme					13	Total de parâmetros analisados							
2	Análises não conforme					156	Total de análises realizadas							

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 84 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Volta Redonda para cálculo do IQA–CCME.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	12:10	25,2	4,59	6,89	0,00	0,50	5	15	11,0	24	1,50
27/08/19	11:57	23,3	4,57	6,39	10,10	0,11	6	12	9,0	24	0,90
24/09/19	11:33	22,1	1,15	6,41	6,40	0,42	6	19	12,0	26	1,00
23/10/19	11:45	24,7	0,63	6,68	0,00	0,51	3	18	8,0	26	1,40
27/11/19	12:39	25,5	1,53	6,55	1,80	0,52	6	18	11,0	18	1,50
27/12/19	13:32	28,3	1,23	6,89	0,00	0,54	4	19	9,5	20	1,50
1	Parâmetros não conforme					10	Total de parâmetros analisados				
2	Análises não conforme					60	Total de análises realizadas				

Fonte: O Autor, 2020

Tabela 85 – Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Volta Redonda.

3	Parâmetros não conforme
4	Análises não conforme
23	Total de parâmetros analisados
216	Total de análises realizadas

Fonte: O Autor, 2020.

1º Cálculo do IQA–CCME

Município: Volta Redonda

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída e Água Tratada Distribuída Final de Rede.

Tabelas de Referência: 52 e 57.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{3}{23} * 100$$

$$F_1 = 13,043478$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{4}{216} * 100$$

$$F_2 = 1,851852$$

$$v1 = \left(\frac{32,30}{15} \right) - 1 = 1,15$$

$$v2 = \left(\frac{0,50}{0,46} \right) - 1 = 0,09$$

$$v3 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v4 = \left(\frac{0,50}{0,42} \right) - 1 = 0,19$$

$$nse = \left(\frac{4,98}{216} \right)$$

$$nse = 0,023038$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01} * \frac{nse}{nse} + 0,01$$

$$F_3 = \frac{0,023038}{0,01 * 0,023038 + 0,01}$$

$$F_3 = 2,251926$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(13,043478)^2 + (1,851852)^2 + (2,251926)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 89,98455 \quad \text{ÁGUA BOM}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

2º Cálculo do IQA–CCME

Município: Volta Redonda

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída, Água Tratada Distribuída Final de Rede, SISAGUA e Conta.

Tabelas de Referência: 52, 57, 62 e 67.

Tabela 86 – Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Volta Redonda.

4	Parâmetros não conforme
6	Análises não conforme
36	Total de parâmetros analisados
360	Total de análises realizadas

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{4}{36} * 100$$

$$F_1 = 11,111111$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{6}{360} * 100$$

$$F_2 = 1,666667$$

$$v1 = \left(\frac{32,30}{15} \right) - 1 = 1,15$$

$$v2 = \left(\frac{0,50}{0,46} \right) - 1 = 0,09$$

$$v3 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 3,55$$

$$v4 = \left(\frac{0,50}{0,42} \right) - 1 = 0,19$$

$$v5 = \left(\frac{2,40}{0,50} \right) - 1 = 3,80$$

$$v6 = \left(\frac{2,20}{0,50} \right) - 1 = 3,40$$

$$nse = \left(\frac{12,18}{360} \right)$$

$$nse = 0,033823$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{0,033823}{0,01 * 0,033823 + 0,01}$$

$$F_3 = 3,271628$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(\mathbf{F1})^2 + (\mathbf{F2})^2 + (\mathbf{F3})^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(\mathbf{11,111111})^2 + (\mathbf{1,666667})^2 + (\mathbf{3,271628})^2}}{1,732} \right]$$

IQA = **91,108230**

ÁGUA BOM

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA– CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

Tabela 87 – Resultados das análises da água distribuída tratada do município de Pinheiral para cálculo do IQA–CCME.

													Coliformes	
Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 uT	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹	Heterotróficas ≤ 500 mg.L ⁻¹	Totais mL	Fecais mL
01/12/18	08:05	33,2	10,70	6,10	28,10	0,12	2	21	8,0	24	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
18/01/19	18:19	32,9	1,97	6,94	2,40	0,11	3	16	10,0	32	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
20/03/19	16:33	32,1	3,35	6,94	2,80	0,12	3	14	8,0	28	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/04/19	11:35	25,7	4,31	6,96	2,60	0,01	4	18	8,0	29	0,80	160	AUSENTE	AUSENTE
29/05/19	12:16	25,7	2,29	6,90	4,70	0,01	4	21	10,0	06	0,70	120	AUSENTE	AUSENTE
28/06/19	13:27	25,2	0,72	6,80	0,60	0,01	4	21	8,0	09	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/07/19	12:56	23,9	0,92	7,31	14,40	0,05	4	21	8,0	29	0,60	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/08/19	12:28	24,3	1,49	6,86	8,70	0,07	6	19	7,5	24	0,90	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
24/09/19	12:06	21,8	0,27	7,11	5,40	0,05	4	19	11,0	25	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
23/10/19	12:30	25,0	0,70	6,94	1,80	0,70	5	28	7,5	35	1,00	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/11/19	13:04	27,2	0,74	7,18	0,50	0,31	7	25	8,5	20	0,70	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
27/12/19	14:26	25,0	0,80	7,02	0,50	0,35	6	23	12,0	21	0,80	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
3	Parâmetros não conforme					13	Total de parâmetros analisados							
13	Análises não conforme					156	Total de análises realizadas							

Fonte: O Autor, 2020.

Tabela 88 – Resultados das análises da água distribuída tratada final de rede do município de Pinheiral para cálculo do IQA–CCME.

Data Coleta	Horário	Temperatura °C	Turbidez ≤ 5 Ut	pH 6 a 9,5	Cor ≤15 uH	Fluoreto ≥0,5 e ≤1,5 mg.L ⁻¹	CO ₂ Livre mg.L ⁻¹	Alcalinidade mg.L ⁻¹	Cloreto ≤250 mg.L ⁻¹	Dureza ≤500 mg.L ⁻¹	Cloro ≥0,2 e ≤2,0 mg.L ⁻¹
23/07/19	13:10	24,3	1,08	7,31	15,30	0,01	6	20	9,5	29	0,30
27/08/19	12:44	23,5	0,74	6,85	1,90	0,07	6	21	8,0	23	0,50
24/09/19	12:25	22,7	0,63	7,04	3,70	0,01	5	24	11,0	28	0,50
23/10/19	12:45	25,1	0,41	6,90	0,00	0,30	3	27	8,5	33	0,60
27/11/19	13:25	26,1	0,59	7,21	0,50	0,01	5	23	8,5	30	0,40
27/12/19	14:43	27,1	0,60	6,98	0,30	0,01	6	26	13,0	14	0,30
2	Parâmetros não conforme					10	Total de parâmetros analisados				
7	Análises não conforme					60	Total de análises realizadas				

Fonte: O Autor, 2020

Tabela 89 – Total geral para o primeiro cálculo do IQA–CCME de Pinheiral.

5	Parâmetros não conforme
20	Análises não conforme
23	Total de parâmetros analisados
216	Total de análises realizadas

Fonte: O Autor, 2020.

1º Cálculo do IQA–CCME

Município: Pinheiral

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída e Água Tratada Distribuída Final de Rede

Tabelas de Referência: 53 e 58.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{5}{23} * 100$$

$$F_1 = 21,739130$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{20}{216} * 100$$

$$F_2 = 9,259259$$

$$v_1 = \left(\frac{10,70}{5} \right) - 1 = 1,14$$

$$v_2 = \left(\frac{28,10}{15} \right) - 1 = 0,87$$

$$v_3 = \left(\frac{15,30}{15} \right) - 1 = 0,02$$

$$v_4 = \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17$$

$$v_5 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_6 = \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17$$

$$v_7 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v8 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v9 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v10 = \left(\frac{0,50}{0,05} \right) - 1 = 9,00$$

$$v11 = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v12 = \left(\frac{0,50}{0,05} \right) - 1 = 9,00$$

$$v13 = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v14 = \left(\frac{0,50}{0,35} \right) - 1 = 0,43$$

$$v15 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v16 = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v17 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v18 = \left(\frac{0,50}{0,3} \right) - 1 = 0,67$$

$$v19 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v20 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$nse = \left(\frac{386,91}{216} \right)$$

$$nse = 1,791231$$

$$F_3 = \frac{nse}{0,01 * nse + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{1,791231}{0,01 * 1,791231 + 0,01}$$

$$F_3 = \mathbf{64,173518}$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(21,739130)^2 + (9,259259)^2 + (64,173518)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = \mathbf{48,037564} \quad \text{ÁGUA MARGINAL}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020

2º Cálculo do IQA–CCME

Município: Pinheiral

Fonte utilizada: Água Tratada Distribuída, Água Tratada Distribuída Final de Rede, SISAGUA e Conta.

Tabelas de Referência: 53, 58, 63 e 68.

Tabela 90 – Total geral para o segundo cálculo do IQA–CCME de Pinheiral.

7	Parâmetros não conforme
22	Análises não conforme
32	Total de parâmetros analisados
314	Total de análises realizadas

Fonte: Adaptado pelo Autor, 2020.

$$F_1 = \frac{\text{Nº parâmetros não conformes}}{\text{Nº parâmetros monitorados}} * 100$$

$$F_1 = \frac{7}{32} * 100$$

$$F_1 = 21,875000$$

$$F_2 = \frac{\text{Nº de análise não conforme}}{\text{Nº de análises realizadas}} * 100$$

$$F_2 = \frac{22}{314} * 100$$

$$F_2 = 7,006369$$

$$v_1 = \left(\frac{10,70}{5} \right) - 1 = 1,14$$

$$v_2 = \left(\frac{28,10}{15} \right) - 1 = 0,87$$

$$v_3 = \left(\frac{15,30}{15} \right) - 1 = 0,02$$

$$v_4 = \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17$$

$$v_5 = \left(\frac{0,50}{0,11} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_6 = \left(\frac{0,50}{0,12} \right) - 1 = 3,17$$

$$v_7 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_8 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_9 = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{10} = \left(\frac{0,50}{0,05} \right) - 1 = 9,00$$

$$v_{11} = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v_{12} = \left(\frac{0,50}{0,05} \right) - 1 = 9,00$$

$$v_{13} = \left(\frac{0,50}{0,31} \right) - 1 = 0,61$$

$$v_{14} = \left(\frac{0,50}{0,35} \right) - 1 = 0,43$$

$$v_{15} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{16} = \left(\frac{0,50}{0,07} \right) - 1 = 6,14$$

$$v_{17} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{18} = \left(\frac{0,50}{0,30} \right) - 1 = 0,67$$

$$v_{19} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{20} = \left(\frac{0,50}{0,01} \right) - 1 = 49,00$$

$$v_{21} = \left(\frac{501}{500} \right) - 1 = 0,00$$

$$v_{22} = \left(\frac{501}{500} \right) - 1 = 0,00$$

$$nse = \left(\frac{386,91}{314} \right)$$

$$nse = 1,232197$$

$$F_3 = \frac{\text{nse}}{0,01 * \text{nse} + 0,01}$$

$$F_3 = \frac{1,232197}{0,01 * 1,232197 + 0,01}$$

$$F_3 = 55,201094$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (F3)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 100 - \left[\frac{\sqrt{(21,875000)^2 + (7,006369)^2 + (55,201094)^2}}{1,732} \right]$$

$$IQA = 54,569257 \quad \text{ÁGUA MARGINAL}$$

Tabela 39 – Modelo de classificação do IQA–CCME para as águas brutas e tratadas.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA–CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado do IQA–CCME pelo Autor, 2020