



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA – UNILAB
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – PROGRAD
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA
– CNeM**

JUSTINO XIMENES

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO
PARA A UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA**

ACARAPE-CE

2016

JUSTINO XIMENES

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO PARA A
UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção de grau licenciado no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Química, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza - ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, sob orientação da professora Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro.

ACARAPE - CE

2016

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)
Biblioteca Setorial Campus Liberdade
Catalogação na fonte**

Bibliotecário: Gleydson Rodrigues Santos – CRB-3 / 1219

X34c Ximenes, Justino.

Caracterização da água de abastecimento público para a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira. / Justino Ximenes. – Acarape, 2016.

39 f.; 30 cm.

Monografia apresentada do Curso de Ciências da Natureza e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB.

Orientadora: Profa. Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro.

Inclui figuras, tabelas e referências.

1. 1. Abastecimento de água - Brasil. 2. Potabilidade de água. I. Título.

CDD 628.1

JUSTINO XIMENES

**CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO PARA A
UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

Aprovado em: ___/___/_____

Banca Examinadora

Profa. : Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro [Orientadora]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Profa. Dra. Eveline de Abreu Menezes - [Examinadora]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. Kelber dos Anjos de Miranda [Examinador]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

DEDICATÓRIA

Esse trabalho é dedicado aos meus pais: Domingos Ximenes e Ricardina de Sousa Gama que sempre se esforçaram para completar a minha necessidade desde a minha infância até onde eu estou agora.

AGRADECIMENTOS

A Deus que com seu acompanhamento e sua graça posso caminhar até aqui.

Aos meus pais e os meus irmãos que estão longe de mim, porém sempre deram coragem a mim para conquistar meu sonho.

Ao governo da Republica Democrática de Timor Leste que financia toda trajetória do meu estudo graduação e a minha vivência aqui no Brasil.

A todos os professores da UNILAB principalmente os professores da ICEN que me ajudaram muito no meu processo de aprendizagem e aos meus amigos que sempre estar presente na minha vida acadêmica quando eu os precisasse muito mais aos técnicos do laboratório do campus das auroras.

Á minha orientadora, profa. Livia Paulia Dias Ribeiro, que sempre disponibiliza seus tempos para me acompanhar e me orientar durante a realização da minha pesquisa.

Aos técnicos de laboratório, Ana Kátia, Davino, Camila e em especial a Ethanielda Medeiros que desempenhou o papel de co-orientadora, ajudando na construção e discussão do meu trabalho.

Epígrafe

Você tem que lutar para alcançar o seu sonho. Você tem que sacrificar e trabalhar duro para isso.

Lionel Messi.

RESUMO

A água é solvente universal e é um poderoso veículo de transporte de nutrientes, como também contaminantes químicos e microbiológicos. O processo de tratamento da água é de fundamental importância para que seu consumo não traga nenhum dano à saúde dos consumidores. Este trabalho teve por objetivo caracterizar a água de abastecimento do campus das Auroras e verificar se os parâmetros físico-químicos estão de acordo com a regulamentação ambiental vigente de Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os parâmetros investigados foram pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos, dureza total da água (cálcio e magnésio), ferro, alcalinidade e cloretos. Foram coletadas 20 amostras de 500 mL de água de uma torneira no laboratório de química analítica em dois períodos diferentes (manhã e a tarde), duas vezes por semana, durante 5 semanas. Os valores médios obtidos para os parâmetros foram pH 7,7, condutividade elétrica $369 \mu\text{S cm}^{-1}$, turbidez 1,82 NTU, sólidos totais dissolvidos 185 ppm, dureza $84,3 \text{ mg L}^{-1}$, ferro $0,3 \text{ mg L}^{-1}$, alcalinidade $8,49 \text{ mg L}^{-1}$ e cloretos $56,5 \text{ mg L}^{-1}$. Os resultados apresentaram-se dentro do padrão de água potável descrito na resolução de CONAMA nº 396 de 2008.

Palavras-chave: análise de água, potabilidade de água, qualidade de água.

ABSTRACT

Water is a universal solvent and is a powerful vehicle for transporting nutrients, as well as chemical and microbiological contaminants. The process of water treatment is of fundamental importance so that its consumption does not harm consumers' health. The objective of this work is to characterize the water through the determination of the Chemical and physical-chemical parameters of the supply water of the Auroras campus and verify if the parameters analyzed are in accordance with the current environmental regulations of the National Environmental Council (CONAMA). The physical-chemical parameters determined were: pH, electrical conductivity, turbidity, total solids dissolved, and chemical parameters such as: water hardness (calcium and magnesium), iron, alkalinity and chlorides. 500 mL of 20 tap water samples were collected in the analytical chemistry laboratory at two different times (morning and afternoon) twice weekly for 5 weeks. The average values of the parameters were pH 7.7, electrical conductivity $369 \mu\text{S cm}^{-1}$, turbidity 1.82 NTU, total dissolved solids 185 ppm, hardness 84.3 mg L^{-1} , iron 0.1 mg L^{-1} , alkalinity 8.49 mg L^{-1} and chlorides 56.5 mg L^{-1} . The results presented within the drinking water standard described in the resolution of CONAMA n° 396 of 2008.

Key words: water analysis, potability of water, water quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivo específico	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1	Água no abastecimento público	12
3.2	Parâmetros físico-químicos da água	12
3.2.1	Condutividade	12
3.2.2	Potência Hidrogeniônico (pH)	13
3.2.3	Sólidos totais dissolvidos (STD).....	14
3.2.4	Turbidez	14
3.3	Parâmetros Químicos da água.....	14
3.3.1	Alcalinidade total	14
3.3.2	Cloretos	15
3.3.3	Dureza total	15
3.3.4	Ferro total	15
4	METODOLOGIA	16
4.1	Amostragem.....	16
4.2	Determinação dos parâmetros Físico-Químicos	16
4.2.1	Condutividade	16
4.2.2	Potencial hidrogeniônico (pH)	16
4.2.3	Sólidos totais dissolvidos (STD).....	17
4.2.4	Turbidez	17
4.3	Determinação dos parâmetros químicos da água.....	17
4.3.1	Alcalinidade	17
4.3.2	Cloretos	18
4.3.3	Dureza total da água.....	18
4.3.4	Ferro total	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1	Parâmetros físico-químicos.....	20
5.1.1	Condutividade	20
5.1.2	Potencial hidrogeniônico (pH)	21
5.1.3	Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	22
5.1.4	Turbidez	23
5.2	Parâmetros químicos da água.....	24
5.2.1	Alcalinidade	24

5.2.2	Cloretos	26
5.2.3	Dureza total de água	27
5.2.4	Ferro total	28
5.3	Análise dos resultados	30
5.3.1	Comparação com a legislação	30
5.3.2	Comparação entre os turnos de manhã e da tarde	31
5.3.3	Estudo de correlação entre os parâmetros estudados	33
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial e a medicina moderna contribuíram para o crescimento populacional em grande escala. O processo de urbanização acelerada necessita de técnicas que seja possível o fornecimento de água potável em grandes volumes para atender a milhões de habitantes que se concentram nas médias e grandes cidades espalhadas por todo o globo terrestre. No entanto, a água potável não está atualmente disponível para todas as pessoas em muitas sociedades. Os países desenvolvidos conseguem atender, na maioria das vezes e de forma universal, às necessidades de suas populações com água potável, em alguns deles na Europa oferecem as águas de abastecimento as casas para o consumo direto. Ao contrário, os demais países apresentam parcelas significativas de suas populações urbanas e rurais sem ter acesso ou com um acesso precário à água potável (BRAGA *et al.*, 2005).

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), recebe água tratada pelo sistema público de abastecimento realizado pela Companhia de água e esgoto do Ceará (CAGECE), no entanto a comunidade acadêmica da Unilab tem feito vários comentários sobre a qualidade da água oferecida, pois muitas vezes apresentam cheiro forte e coloração.

Este trabalho tem o objetivo de caracterizar a água através da determinação dos parâmetros físico-químicos e químicos da água de abastecimento do campus das Auroras e verificar se os parâmetros analisados estão de acordo com a regulamentação ambiental vigente o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os parâmetros determinados foram pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos, dureza total da água (cálcio e magnésio), ferro, alcalinidade e cloretos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a água por meio da determinação dos parâmetros físico-químicos e químicos da água de abastecimento público para a Unilab/Campus das Auroras e verificar se estes parâmetros estão de acordo com a legislação regulamentadora ambiental (CONAMA).

2.2 Objetivo específico

- Determinar os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos;
- Quantificar os seguintes parâmetros químicos: alcalinidade, cloretos, dureza total da água e ferro;
- Comparar os valores dos parâmetros encontrados nos resultados desta pesquisa com os padrões da resolução do CONAMA.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Água no abastecimento público

A água é um recurso essencial para a vida, a saúde, os alimentos, o desenvolvimento econômico e o meio ambiente sustentável (ALMEIDA, 2010). Água potável segundo a portaria do ministério da saúde 518, DE 25/03/2004, água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. No Brasil, água de abastecimento público deve atender as legislações existentes tais como, CONAMA, ANVISA, e portaria do Ministério Da Saúde. Segundo a resolução CONAMA as águas subterrâneas são classificadas em:

I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

Essa classificação é baseada nos parâmetros de qualidade da água.

3.2 Parâmetros físico-químicos da água

3.2.1 Condutividade

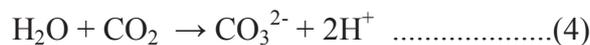
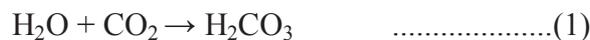
A condutividade da água depende dos sais inorgânicos que se dissolveram em água, pois os sais são compostos iônicos que na água se dissociam em íons de carga positiva e negativa consequentemente podendo conduzir corrente elétricas.

A maioria das substâncias inorgânicas dissolvidas tem carga elétrica, positiva (cátions) ou negativa (ânions), e transmitem corrente elétrica quando se mergulha eletrodos na água e se aplica voltagem nos mesmos. Quanto maior for a quantidade de íons presentes, maior será a condutividade e menor será a resistividade (BREDA, 2001).

Portanto, condutividade da água é diretamente proporcional à concentração dos sais dissolvido em água.

3.2.2 Potência Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico é a concentração do íon H^+ numa solução, varia de 0 a 14. Solução com pH abaixo de 7 é ácida, e com pH acima de 7 é básica. Para Dias *et al.* (2012) as águas com bicarbonatos e carbonatos apresentam um pH mais alcalino, pois estas águas extraídas de maiores profundidades se enriquecem de sais, enquanto as águas menos mineralizadas apresentam um pH mais baixo. A formação de ácido carbônico em água pelo contato entre gás carbônico e água causa a diminuição do pH, assim aumentando o caráter ácido da água. Segundo a revista SCIENTIFIC AMERICAN 2006, o dióxido de carbono CO_2 se combina com a água para formar ácido carbônico. Como todos os ácidos, ele libera íons hidrogênio H^+ na solução, deixando íons bicarbonato HCO_3^- e, em menor quantidade, íons carbonato CO_3^{2-} . Uma pequena fração do ácido carbônico continua em solução sem dissociar, assim como também um pouco de CO_2 . Seguente à reação que ocorre entre a água e o gás carbônico:



Toda essa dissolução e dissociação resulta no aumento da concentração de íons hidrogênio, que os químicos quantificam em termos da famosa escala de pH. A diminuição de uma unidade de pH corresponde a um aumento de dez vezes na concentração de íons de hidrogênio, tornando a água mais ácida, enquanto o aumento de uma unidade equivale a uma redução de dez vezes, deixando a água mais alcalina, (SCIENTIFIC AMERICAN, 2006).

3.2.3 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Para Parron (2011) sólidos totais dissolvidos (STD) é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água, mede a concentração de substâncias iônicas e é expressa em mg L⁻¹.

Segundo Baird e Cann (2011) a decomposição de substâncias orgânicas e biológicas durante a fase secundária do tratamento de efluente normalmente resulta na produção de sais inorgânicos, muito dos quais permanecem na água. Esses materiais orgânicos e inorgânicos dissolvidos em água geram os sólidos totais dissolvidos.

3.2.4 Turbidez

A turbidez é gerada pela matéria em suspensão, que dispersa e absorve a luz impedindo a passagem da mesma. As argilas, iodol, descarga de esgotos e outras fontes de matéria orgânica, e a presença de grande número de microorganismos formam a matéria em suspensão nas águas naturais, e estas ficam turvas (LENZI, 2009).

Segundo a organização mundial da saúde, WHO 1997, a turbidez é importante porque afeta tanto a aceitabilidade dos consumidores de água quanto a seleção e eficiência dos processos de tratamento, particularmente a eficiência da desinfecção de cloro, pois exerce uma demanda por cloro e protege os microorganismos e também pode estimular o crescimento de bactérias.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. (SÃO PAULO, 2009).

3.3 Parâmetros Químicos da água

3.3.1 Alcalinidade total

A alcalinidade de uma água natural é geralmente devido à presença de bicarbonatos formados em reações nos solos através dos quais a água percola. É uma medida da capacidade da água para neutralizar os ácidos e reflete sua assim chamada capacidade de tamponar (IRLANDA, 2001).

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, 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 (BRASIL, 2009).

3.3.2 Cloretos

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (BRASIL, 2009). A partir da concentração de 250 mg/L, confere sabor salgado à água, razão pela qual este é o valor máximo permitido em águas de abastecimento público (LENZI, 2009).

3.3.3 Dureza total

Água dura é a água que contém íons cálcio e magnésio se a água tivesse a dureza maior, teria que diminuir os íons cálcio e magnésio pelo amaciamento (POSTMA, 2009). A dureza de uma água é causada pela presença de cálcio e magnésio, principalmente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio, associados aos ânions carbonato (mais propriamente bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, principalmente (BREDA 2001).

A classificação da dureza da água, segundo Wilson (2010), está descrita na Tabela 1 quando expressada em teor de carbonato de cálcio (mg L^{-1}).

Tabela 1: Classificação da dureza da água expressa em teor de carbonato de cálcio

Classificação	CaCO₃ equivalência mg L⁻¹
Mole	<75
Moderada	75 – 150
Dura	150 – 300
Muito dura	> 300

Fonte: Wilson (2010)

3.3.4 Ferro total

Elevada concentração de ferro em água pode causar danos à saúde, como também prejudicar processos industriais e produção de alimentos.

Segundo Lenzi (2009) os elementos ferro e manganês com concentrações superiores a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ proporcionam o sabor amargo e adstringente à água e são prejudiciais à indústria de bebidas gaseificadas e lavanderias. Águas superficiais têm íons Fe o suficiente para causar nódoas em roupas e porcelanas e possibilitam também o desenvolvimento de um tipo de bactéria (ferrobactérias) que pode ser inconveniente.

4 METODOLOGIA

4.1 Amostragem

Todas as análises foram realizadas no laboratório de Química Analítica no campus das Auroras. Foram coletadas 20 amostras da água de uma torneira no laboratório de química analítica. A partir dessas amostras, as análises de parâmetros físico-químicos e químicos da água foram realizadas.

O volume de 500 mL de cada amostra foi coletado numa torneira do laboratório de Química Analítica no Campus das Auroras, em dois períodos diferentes (manhã e a tarde), duas vezes por semana, durante 5 semanas. As amostras foram codificadas para facilitar a nomenclatura. Assim uma amostra com código 1A1DM foi a 1^a amostra coletada, no 1^o Dia de análise e no período da Manhã. Caso a análise tenha sido realizada à tarde a amostra possui no final do código a letra “T”.

As medições dos parâmetros Físico-Químicos foram realizadas logo após a coleta e em seguida o restante da amostra foi acidificada com 1 mL de HNO₃ 0,1 mol.L⁻¹ para armazenagem e posterior quantificação das espécies químicas.

4.2 Determinação dos parâmetros Físico-Químicos

4.2.1 Condutividade

A condutividade elétrica da água foi determinada por método instrumental, onde se utilizou um equipamento multiparâmetro com marca Meter 86505.

Calibração, introduziu a célula numa solução KCl 0,01 mol.L⁻¹ e ajustou-se a medida para 1412 $\mu\Omega\text{cm}^{-1}$. Lavou-se à célula com água destilada e depois com uma porção da amostra. Retirou-se a amostra aproximadamente 120 mL e colocou no béquer 150 mL. Em seguida imergiu-se a célula na amostra e aguardou que a leitura ficasse estável. As análises foram feitas em triplicatas.

4.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH é baseada no método da diferença de potencial existente entre um eletrodo de vidro e o eletrodo de referência calomelanos (Hg₂Cl₂(saturado), HCl(xF)/Hg) submersos numa solução mista. O equipamento multiparâmetro Meter 86505 foi utilizado para determinar o pH da água. Antes de fazer a leitura por instrumento, o pHmetro foi

calibrado com as soluções tampão pH 4, 7 e 9 e lavar com água destilada. Em seguida retirou-se aproximadamente 120 mL da amostra num béquer 150 mL e colocou-se uma haste magnética na amostra. A amostra no béquer com haste magnética foi colocado em cima de um agitador magnético para homogeneizar a amostra por agitação. Introduziu o eletrodo na amostra e aguardou que a leitura fique estável. Repetiu-se a análise mais duas vezes e anotou-se o resultado.

4.2.3 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Na determinação dos sólidos totais dissolvidos por instrumento multiparâmetro, os procedimentos e materiais utilizados são iguais aos da condutividade. No momento em que se fez leitura de STD, ajustou-se a unidade para ppm e aguardou-se a estabilização da leitura. As análises foram feitas triplicata.

4.2.4 Turbidez

A turbidez da água foi determinada utilizando-se o equipamento Turbidímetro Policontrol 2000. O mesmo foi calibrado com soluções padrões de 0, 10, 500 e 1000 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Como o procedimento de análise, foi lavado a cubeta do turbidímetro com água destilada e ambientou-se com uma porção da amostra. Logo depois, transferiu-se a amostra para a cubeta do turbidímetro, introduziu-se no equipamento e fez-se a leitura, em triplicata.

4.3 Determinação dos parâmetros químicos da água

4.3.1 Alcalinidade

A análise da alcalinidade foi realizada utilizando a técnica de volumetria por titulação. Nesta análise foi utilizado o ácido clorídrico, $\text{HCl } 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ como titulante com indicadores fenolftaleína e indicador misto bromocresol e vermelho de metila. Nesse procedimento, transferiu-se uma alíquota de 50 mL de amostra para um frasco erlenmeyer de 250 mL e adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína e observou-se se houve aparecimento da cor rósea. Como não apareceu a cor rósea, adicionou-se 4 gotas do indicador misto virando a cor da amostra para azul e titulou-se com ácido clorídrico $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ até a viragem da cor azul para amarelo. Anotou-se o volume gasto e fez mais duas análises.

4.3.2 Cloretos

Na determinação do cloreto por método de Mohr utilizou-se o indicador cromato de potássio 5 % e a solução de nitrato de prata, AgNO_3 $0,0141 \text{ mol.L}^{-1}$ padronizada como titulante. Nesse procedimento, transferiu-se 25 mL de amostra para um erlenmeyer de 250 mL e adicionou-se 1 mL de indicador cromato de potássio 5%. Em seguida, titulou-se com a solução de nitrato de prata padronizada até aparecimento de uma coloração marrom avermelhada e anotou-se o volume gasto. A análise foi feita triplicata. O mesmo procedimento foi aplicado para o branco utilizou-se a água destilada na preparação das soluções. Anotou os volumes gastos na titulação e calculou-se a concentração de íon cloreto nas amostras seguindo a seguinte fórmula.

$$\text{mg de Cl}^{-1}\text{L}^{-1} = \frac{(V_a - V_b) \times M \times 35450}{V}$$

Observação:

M = molaridade da solução nitrato de prata (mol L^{-1});

V_a = volume de nitrato de prata gasto na titulação de amostra (mL);

V_b = volume nitrato de prata gasto na titulação de água destilada (mL);

V = Volume da amostra tomado para análise (mL);

35450 = conversão de massa molar de cloro 35,45 g/mol para mg/mol.

4.3.3 Dureza total da água

A dureza total da água foi determinada por método complexométrico, onde se utilizou o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como agente complexante e titulante, e o Ério T como indicador. Neste procedimento transferiu-se 50 mL de amostra para um erlenmeyer 250 mL e adicionou-se 2 mL de solução tampão pH 10. Em seguida adicionaram-se alguns cristais de KCN para evitar a interferência de ferro na análise e titulou-se com EDTA $0,01 \text{ mol/L}$. Anotou-se o volume gasto na titulação e a análise foi feita triplicata.

A dureza total de água foi calculada utilizando fórmula seguinte.

$$\text{mg de CaCO}_3\text{L}^{-1} = \frac{V_1 \times M_{\text{EDTA}} \times 100000}{V_a}$$

Observação:

M_{EDTA} = molaridade da solução EDTA (mol L^{-1});

V_1 = volume de EDTA gasto na titulação (mL);

V_a = volume da amostra tomado para análise (mL);

100000 = conversão de massa molar de CaCO_3 100 g mol^{-1} para mg mol^{-1} .

4.3.4 Ferro total

O ferro total dissolvido em água foi determinado por espectrofotometria utilizando método 1,10 ortofenantrolina.

a. Preparação de soluções padrão para a construção da curva de calibração.

Retirou-se da solução padrão de ferro de 10 mg.L^{-1} alíquotas de 1,25; 2,5; 5; 7,5 e 10 mL e transferiu-se para um béquer de 100 mL, que foram corresponder a padrões de 0,25; 0,50; 1,0; 1,50 e 2,00 mg de ferro L^{-1} . Adicionou-se 2 mL de ácido clorídrico concentrado e 1 mL de cloridrato de hidroxilamina. Aqueceu até ebulição, resfriou-se, transferiu-se para balão volumétrico de 50 mL, adicionou-se 10 mL de solução de acetato de amônio, 5 mL de ortofenantrolina e aferiu-se. Homogeneizou-se bem e foi esperado por 15 minutos e mediu-se a absorbância contra um “branco” dos reagentes o qual é feito da mesma maneira que os padrões só que se usando água destilada.

b. Medida de absorbância

A medida de absorbância foi feita no espectrofotômetro com marca *T70/T80 series UV/VIS epectrophotometers* no comprimento de onda 510 nm. Anotaram-se os valores de absorbância e construiu-se um gráfico de concentração vs absorbância que ocasionou uma equação da reta. Essa equação da reta foi utilizada para a determinação da concentração de ferro dissolvido em água.

c. Preparação das amostras

Homogeneizou a amostra e transferiu-se 50 mL para um béquer de 100 mL. Em seguida, utilizou-se o mesmo procedimento da preparação de soluções padrão para curva calibração e fez-se a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda 510 nm. A leitura foi feita triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros físico-químicos

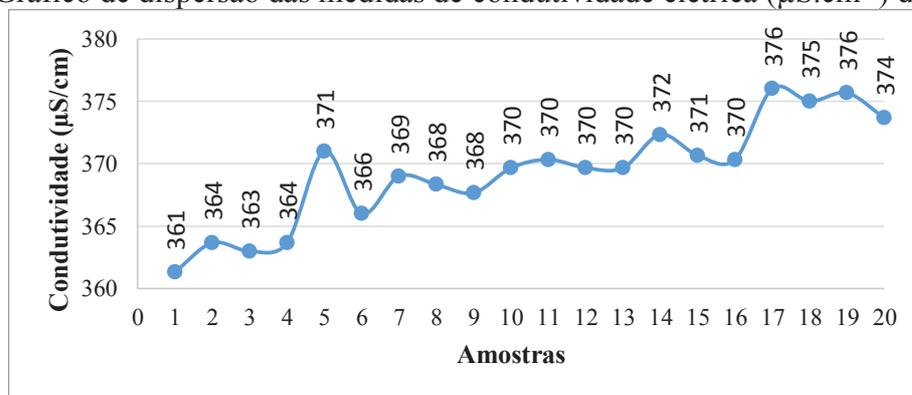
5.1.1 Condutividade

Os resultados das determinações de condutividade estão organizados na Tabela 2 e os respectivos valores médios das amostras estão representados no gráfico de dispersão da Figura 1.

Tabela 2: resultado de análise de condutividade

Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)					
Amostra	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	364	359	361	361	2
2A1DT	367	362	362	364	2
3A2DM	363	363	363	363	0
4A2DT	364	364	363	364	0
5A3DM	368	372	373	371	2
6A3DT	365	366	367	366	1
7A4DM	371	369	367	369	2
8A4DT	368	369	368	368	0
9A5DM	368	366	369	368	1
10A5DT	366	375	368	370	4
11A6DM	375	369	367	370	3
12A6DT	368	369	372	370	2
13A7DM	372	369	368	370	2
14A7DT	375	372	370	372	2
15A8DM	370	371	371	371	0
16A8DT	370	371	370	370	0
17A9DM	376	376	376	376	0
18A9DT	377	375	373	375	2
19A10DM	376	375	376	376	0
20A10DT	372	375	374	374	1

Figura 1: Gráfico de dispersão das medidas de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) das amostras.



Os resultados de condutividade observados para as amostras coletadas variaram de 361-376 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estas condutividades da água estão associadas à concentração de diferentes íons que possam estar dissolvidos na água. Segundo Libânio (2008) a condutividade não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade da água e na maioria das estações de tratamento de água somente monitorar os sólidos totais dissolvidos (STD) e relaciona com a Condutividade Elétrica (CE). Essa relação nas soluções mais diluída $\text{STD} \approx 0,5 \text{ CE}$ e as soluções mais concentradas a relação aproxima-se de $\text{STD} \approx 0,9 \text{ CE}$.

Os STD segundo resolução CONAMA nº 396 de 2008, o valor máximo permitido para sólidos totais dissolvidos é 500 mg.L^{-1} . Logo, o valor máximo de CE é igual a $1000 \mu\text{S.cm}^{-1}$.

Considerando os resultados das análises de condutividade esses valores estão dentro do padrão de portabilidade da água.

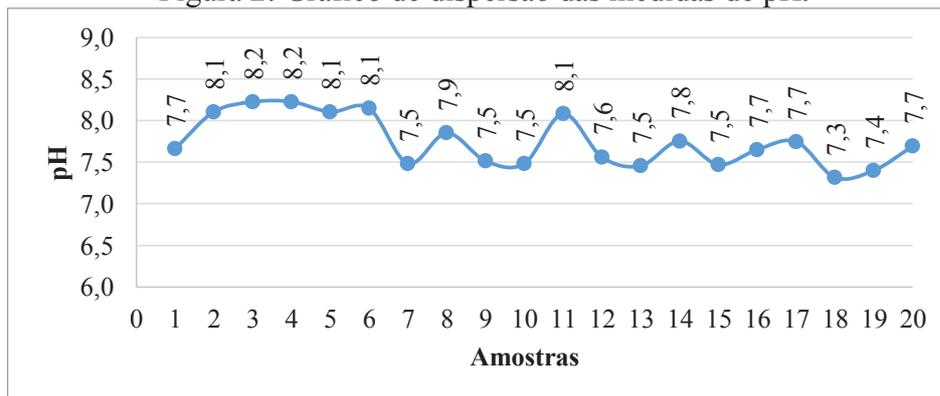
5.1.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os resultados das determinações de pH estão organizados na Tabela 3 e representados na Figura 2 pelo gráfico de dispersão dos valores médios de cada amostra.

Tabela 3: resultado de análise de pH

Potência de hidrogeniônico (pH)					
Amostras	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	7,3	7,78	7,9	7,66	0,26
2A1DT	8,15	8,09	8,07	8,10	0,03
3A2DM	8,25	8,21	8,21	8,22	0,02
4A2DT	8,3	8,26	8,12	8,23	0,08
5A3DM	8,24	8,07	8	8,10	0,10
6A3DT	8,09	7,85	8,5	8,15	0,27
7A4DM	7,37	7,52	7,56	7,48	0,08
8A4DT	7,82	7,85	7,88	7,85	0,02
9A5DM	7,09	7,68	7,77	7,51	0,30
10A5DT	7,27	7,49	7,69	7,48	0,17
11A6DM	8,2	8,02	8,02	8,08	0,08
12A6DT	7,42	7,58	7,68	7,56	0,11
13A7DM	7,24	7,46	7,67	7,46	0,18
14A7DT	7,52	7,72	8,02	7,75	0,21
15A8DM	7,45	7,4	7,56	7,47	0,07
16A8DT	7,38	7,6	7,97	7,65	0,24
17A9DM	7,55	7,8	7,89	7,75	0,14
18A9DT	7,11	7,35	7,49	7,32	0,16
19A10DM	7,32	7,37	7,51	7,40	0,08
20A10DT	7,61	7,66	7,8	7,69	0,08

Figura 2: Gráfico de dispersão das medidas de pH.



Os resultados das medidas de pH observados para as amostras coletadas variam de 7,32-8,23. Estes valores de pH estão de acordo com a resolução CONAMA nº 396 de 2008, pois os valores máximos permitidos (VMP) de pH para água potável são de 6,0 – 9,0.

O PEZENTE e DÁRIO (2009) nas suas análises encontraram o resultado médio do pH em 5 amostras da água de torneira igual a 7,07. Comparando com os resultados médios das análises neste trabalho, igual $7,75 \pm 0,13$, ambos estão de acordo com a legislação de CONAMA.

5.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

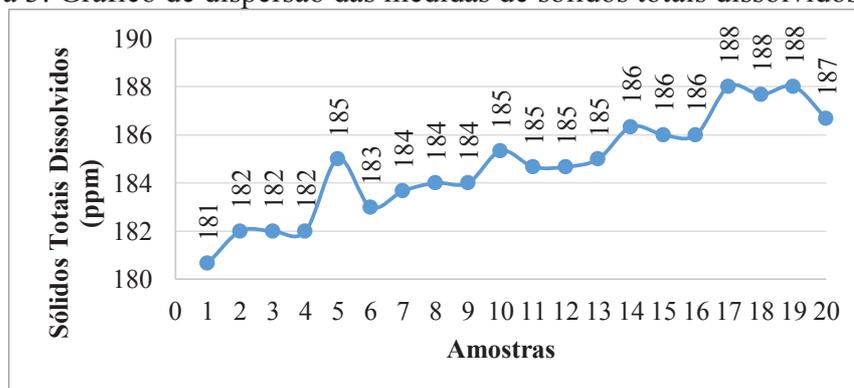
Os dados das análises de sólidos totais dissolvidos estão organizados na Tabela 4 e representados na Figura 3.

Tabela 4: resultado de análise de sólidos totais dissolvidos.

Amostras	Sólidos Totais Dissolvidos (ppm)				
	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	182	180	180	181	1
2A1DT	184	181	181	182	1
3A2DM	182	182	182	182	0
4A2DT	182	182	182	182	0
5A3DM	184	185	186	185	1
6A3DT	183	183	183	183	0
7A4DM	184	184	183	184	0
8A4DT	184	184	184	184	0
9A5DM	184	184	184	184	0
10A5DT	184	188	184	185	2
11A6DM	187	184	183	185	2
12A6DT	184	186	184	185	1
13A7DM	186	185	184	185	1
14A7DT	187	185	187	186	1

15A8DM	186	186	186	186	0
16A8DT	186	186	186	186	0
17A9DM	188	188	188	188	0
18A9DT	189	187	187	188	1
19A10DM	188	188	188	188	0
20A10DT	186	187	187	187	0

Figura 3: Gráfico de dispersão das medidas de sólidos totais dissolvidos (STD)



Os resultados de sólidos totais dissolvidos (STD) observados para as amostras coletadas variaram de 180,7-188,0 ppm. Com este valor de sólidos totais dissolvidos, as amostras de água estão dentro do parâmetro de qualidade, pois, segundo resolução CONAMA nº 396 de 2008, o valor máximo permitido para sólidos totais dissolvidos é 500 ppm.

5.1.4 Turbidez

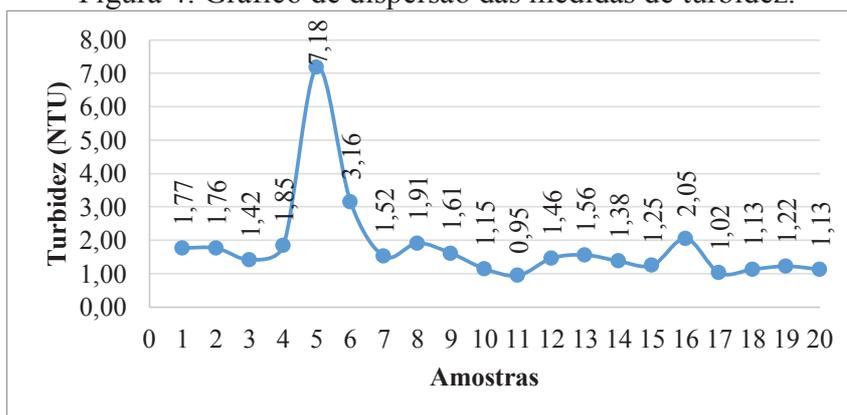
Os dados das análises de turbidez estão organizados na Tabela 5 e representados na Figura 4 a seguir.

Tabela 5: resultado das determinações de turbidez

Amostras	Turbidez (NTU)				
	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	2,13	1,5	1,68	1,77	0,26
2A1DT	1,66	2,11	1,52	1,76	0,25
3A2DM	1,48	1,45	1,32	1,42	0,07
4A2DT	1,86	1,83	1,85	1,85	0,01
5A3DM	7,81	6,16	7,58	7,18	0,73
6A3DT	3,31	2,97	3,19	3,16	0,14
7A4DM	1,72	1,29	1,55	1,52	0,18
8A4DT	1,95	1,96	1,83	1,91	0,06
9A5DM	1,54	1,69	1,6	1,61	0,06
10A5DT	1,11	1,26	1,07	1,15	0,08
11A6DM	1,02	0,85	0,97	0,95	0,07
12A6DT	1,28	1,7	1,41	1,46	0,18
13A7DM	1,31	1,52	1,85	1,56	0,22

14A7DT	1,33	1,51	1,29	1,38	0,10
15A8DM	1,12	1,18	1,45	1,25	0,14
16A8DT	2,01	2,11	2,03	2,05	0,04
17A9DM	1,09	0,98	1	1,02	0,05
18A9DT	0,93	1,26	1,21	1,13	0,15
19A10DM	1,29	1,13	1,25	1,22	0,07
20A10DT	1,07	1,14	1,17	1,13	0,04

Figura 4: Gráfico de dispersão das medidas de turbidez.



Os resultados de análises de turbidez observados para as amostras coletadas variam de 0,95-7,18 NTU. A amostra 5 do 3º dia teve o valor de turbidez mais alto, acima do valor máximo permitido (VMP) de 5,0 UT. Esta amostra apresentou aspectos fisicamente muito turva, sendo relacionados às matérias inorgânicas e orgânicas presentes na água.

Segundo a legislação da Portaria Ministério da Saúde 518, DE 25/03/2004 o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição. Isso significa que as águas dos laboratórios estão de acordo com a regulamentação, pois das 20 amostras da água, apenas uma amostra está fora do padrão da água potável.

5.2 Parâmetros químicos da água

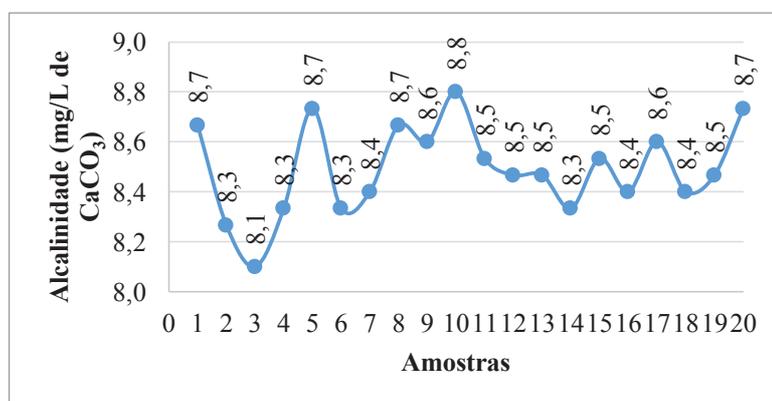
5.2.1 Alcalinidade

Os dados das análises de alcalinidade estão organizados na Tabela 6 e representados na Figura 5.

Tabela 6: resultado de análise de alcalinidade.

Alcalinidade (mg /L de CaCO ₃)					
Amostras	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	8,6	8,6	8,8	8,7	0,1
2A1DT	8,4	8,4	8,0	8,3	0,2
3A2DM	8,1	8,2	8,0	8,1	0,1
4A2DT	8,4	8,2	8,4	8,3	0,1
5A3DM	8,6	8,6	9,0	8,7	0,2
6A3DT	8,4	8,4	8,2	8,3	0,1
7A4DM	8,4	8,4	8,4	8,4	0,0
8A4DT	8,6	8,6	8,8	8,7	0,1
9A5DM	8,6	8,6	8,6	8,6	0,0
10A5DT	9,2	8,6	8,6	8,8	0,3
11A6DM	8,4	8,8	8,4	8,5	0,2
12A6DT	8,0	9,0	8,4	8,5	0,4
13A7DM	8,4	8,4	8,6	8,5	0,1
14A7DT	8,2	8,2	8,6	8,3	0,2
15A8DM	8,4	8,6	8,6	8,5	0,1
16A8DT	8,4	8,2	8,6	8,4	0,2
17A9DM	8,4	8,6	8,8	8,6	0,2
18A9DT	8,4	8,4	8,4	8,4	0,0
19A10DM	8,6	8,4	8,4	8,5	0,1
20A10DT	8,8	8,6	8,8	8,7	0,1

Figura 5: Gráfico de dispersão das medidas de alcalinidade.



Todas as titulações feitas para determinar a alcalinidade mostraram que o íon hidroxila não estava presente nas amostras de água. Isso foi mostrado na adição de indicador fenolftaleína que não houve a mudança de cor nas amostras. Os resultados de alcalinidade observados para as amostras coletadas variam de 8,1-8,8 mg L⁻¹ de CaCO₃. Portanto as amostras de água apresentaram apenas alcalinidade de carbonatos e bicarbonatos.

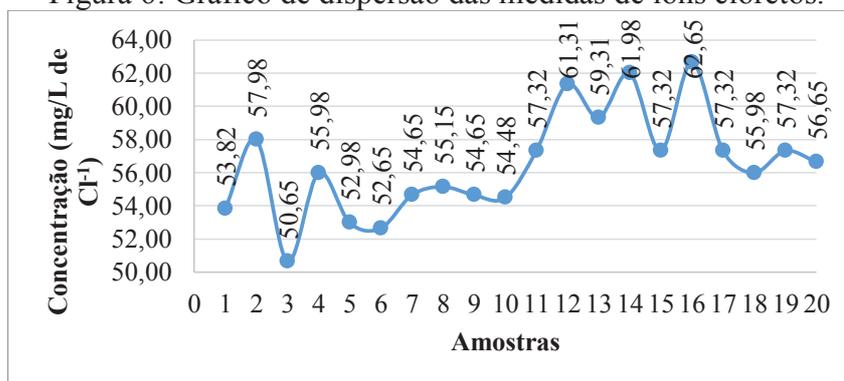
5.2.2 Cloretos

Os dados das análises de cloretos estão organizados na Tabela 7 e representados na Figura 6.

Tabela 7: resultado de análise de cloretos

Amostras	Concentração de íons cloretos (mg /L de Cl ⁻¹)				
	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio
1A1DM	53,5	55,0	53,0	53,8	0,8
2A1DT	60,0	56,0	58,0	58,0	1,6
3A2DM	50,0	50,0	52,0	50,7	0,9
4A2DT	56,0	54,0	58,0	56,0	1,6
5A3DM	54,0	51,0	54,0	53,0	1,4
6A3DT	50,0	54,0	54,0	52,7	1,9
7A4DM	54,0	56,0	54,0	54,6	0,9
8A4DT	56,0	54,5	55,0	55,1	0,6
9A5DM	55,5	54,5	54,0	54,6	0,6
10A5DT	55,0	54,0	54,5	54,5	0,4
11A6DM	58,0	56,0	58,0	57,3	0,9
12A6DT	60,0	68,0	56,0	61,3	5,0
13A7DM	58,0	56,0	64,0	59,3	3,4
14A7DT	60,0	62,0	64,0	62,0	1,6
15A8DM	56,0	58,0	58,0	57,3	0,9
16A8DT	60,0	64,0	64,0	62,6	1,9
17A9DM	56,0	56,0	60,0	57,3	1,9
18A9DT	58,0	54,0	56,0	56,0	1,6
19A10DM	58,0	54,0	60,0	57,3	2,5
20A10DT	58,0	56,0	56,0	56,6	0,9

Figura 6: Gráfico de dispersão das medidas de íons cloretos.



Os resultados de análises do cloreto em água para as amostras coletadas variaram de 50,65 – 62,65 mg/L. Segundo a resolução CONAMA nº 396 de 2008, a concentração máxima do cloreto total em água potável é 250 mg L⁻¹. A partir dos resultados obtidos para esse parâmetro a água está dentro do padrão de potabilidade.

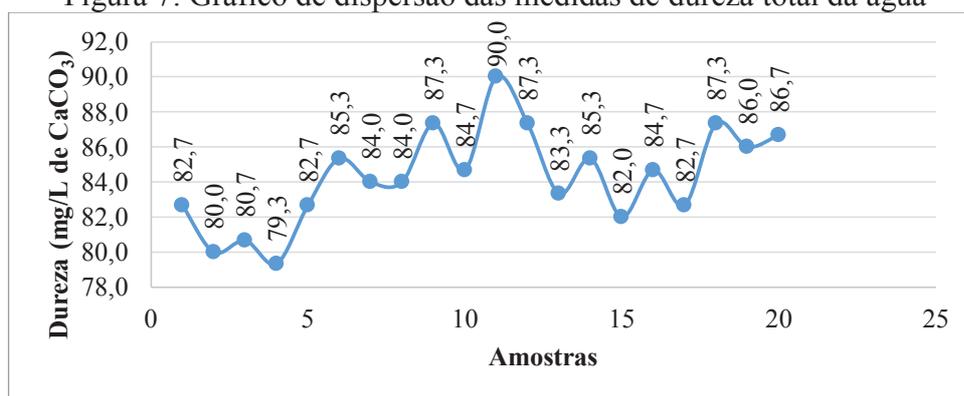
5.2.3 Dureza total da água

Os dados das análises de dureza total da água estão organizados na Tabela 8 e representados na Figura 7.

Tabela 8: resultado de análise de dureza total da água

Amostra	Dureza (ppm de CaCO ₃)			Média	Desvio
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3		
1A1DM	80	86	82	82,7	0,0
2A1DT	82	80	78	80,0	1,6
3A2DM	80	80	82	80,7	0,9
4A2DT	78	76	84	79,3	3,4
5A3DM	80	86	82	82,7	2,5
6A3DT	86	86	84	85,3	0,9
7A4DM	86	82	84	84,0	1,6
8A4DT	80	88	84	84,0	3,3
9A5DM	86	90	86	87,3	1,9
10A5DT	84	86	84	84,7	0,9
11A6DM	90	92	88	90,0	1,6
12A6DT	86	86	90	87,3	1,9
13A7DM	80	86	84	83,3	2,5
14A7DT	84	86	86	85,3	0,9
15A8DM	78	86	82	82,0	3,3
16A8DT	84	84	86	84,7	0,9
17A9DM	76	88	84	82,7	5,0
18A9DT	90	86	86	87,3	1,9
19A10DM	88	86	84	86,0	1,6
20A10DT	86	88	86	86,7	0,9

Figura 7: Gráfico de dispersão das medidas de dureza total da água



Os resultados das análises da dureza total da água observados para as amostras coletadas variaram de 79,3-90,00 mg L⁻¹ de CaCO₃. Logo essa água é classificada como moderada. A dureza total geralmente está associada a presença de íons cálcio e magnésio em água. Segundo a resolução CONAMA nº 396 de 2008, a água deve ter dureza máxima de 500

mg L⁻¹ de CaCO₃. Sendo assim as amostras de águas analisadas estão dentro do padrão de água potável.

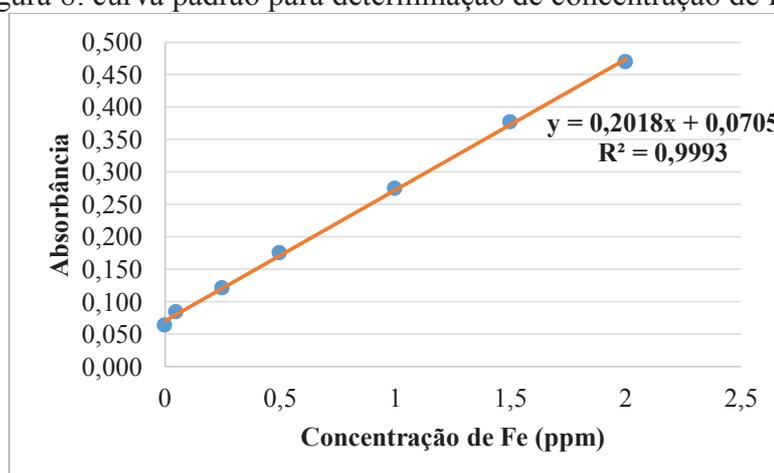
5.2.4 Ferro total

Na análise do ferro utilizou a técnica espectrofotometria por método ortofenantrolina, a curva de calibração foi construída através dos valores de absorbâncias vs concentração de serie soluções padrão de ferro. Os dados da leitura estão organizados na Tabela 9 e representados na Figura 10.

Tabela de 9: dados de leitura de absorbância das soluções padrão de ferro.

Concentração	Absorbância			Absorbância média
	Abs. 1	Abs. 2	Abs.3	
0	0,062	0,063	0,066	0,064
0,05	0,083	0,083	0,085	0,084
0,25	0,121	0,120	0,121	0,121
0,50	0,174	0,175	0,175	0,175
1,00	0,273	0,273	0,276	0,274
1,50	0,376	0,376	0,379	0,377
2,00	0,469	0,469	0,471	0,470

Figura 8: curva padrão para determinação de concentração de ferro



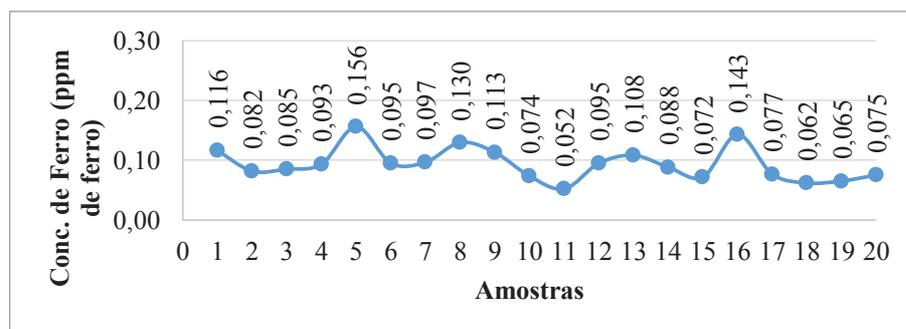
O Limite de Detecção foi calculado pela relação de 3x desvio padrão do branco e a sensibilidade do método (parâmetro angular da reta). Para este método o LD foi de 0,03 mol.L⁻¹, permitindo quantificar baixas concentrações de ferro.

O gráfico da Figura 8 gerou uma equação da reta que foi utilizada para calcular a concentração de ferro total nas amostras de água. Os resultados estão organizados na Tabela 10 e representados na Figura 9.

Tabela 10: resultado da análise de ferro total em água.

Absorbância do ferro no espectrofotômetro						
Amostras	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Média	Desvio	Conc. (ppm)
1A1DM	0,095	0,093	0,094	0,094	0,001	0,116
2A1DT	0,087	0,088	0,088	0,087	0,041	0,082
3A2DM	0,089	0,089	0,085	0,088	0,002	0,085
4A2DT	0,089	0,089	0,09	0,089	0,000	0,093
5A3DM	0,102	0,102	0,102	0,102	0,000	0,156
6A3DT	0,089	0,09	0,09	0,090	0,000	0,095
7A4DM	0,089	0,09	0,091	0,090	0,001	0,097
8A4DT	0,096	0,097	0,097	0,097	0,000	0,130
9A5DM	0,092	0,094	0,094	0,093	0,001	0,113
10A5DT	0,084	0,086	0,086	0,085	0,001	0,074
11A6DM	0,08	0,08	0,083	0,081	0,001	0,052
12A6DT	0,089	0,089	0,091	0,090	0,001	0,095
13A7DM	0,093	0,092	0,092	0,092	0,000	0,108
14A7DT	0,087	0,089	0,089	0,088	0,001	0,088
15A8DM	0,086	0,086	0,083	0,085	0,001	0,072
16A8DT	0,099	0,098	0,101	0,099	0,001	0,143
17A9DM	0,086	0,086	0,086	0,086	0,000	0,077
18A9DT	0,084	0,083	0,082	0,083	0,001	0,062
19A10DM	0,083	0,085	0,083	0,084	0,001	0,065
20A10DT	0,086	0,084	0,087	0,086	0,001	0,075

Figura 9: gráfico de dispersão de medidas ferro total.



A partir das análises e cálculos feitos encontrou-se o valor da concentração média para ferro total em água igual a $0,094 \text{ mg.L}^{-1}$. Segundo a resolução CONAMA nº 396 de 2008 o valor máximo permitido para o ferro é $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$. Com este valor de concentração o parâmetro analisado está de acordo com padrão de água potável.

Verificou-se que as amostras 5A3DM e 16A8DT apresentaram os maiores valores de concentração de ferro, no entanto não se admite que seja pelo aumento da presença do analito, mas pela turbidez das amostras (verificado na Figura 4). Esse tipo de interferência é previsto pelos casos de desvio da Lei de Beer, pela interferência química causado pelo aumento do caminho óptico quando a radiação eletromagnética incide nas partículas em suspensão.

5.3 Análise dos resultados

5.3.1 Comparação com a legislação

Os parâmetros analisados foram comparados com o padrão de água potável segundo a resolução CONAMA nº 396 de 2008. A Tabela 11 apresenta os valores máximos permitidos de cada parâmetro, baseado na resolução, e os valores médios das determinações das 20 amostras.

Tabela 11: comparação dos resultados das análises com padrão da qualidade da água

Parâmetro	Unidade	Valor máximo permitido (VMP)	Resultados das Análises (n=20)	Faixa $V_{\min.} - V_{\max.}$
Alcalinidade	mg/L de CaCO_3	-	$8,49(\pm 0,24)$	8,1 – 8,8
Cloretos	mg/L	250	$56,5(\pm 3,62)$	50,65 – 62,65
Condutividade	$\mu\text{S/cm}$	1000	$369 (\pm 4)$	361 – 376
Dureza Total	mg/L de CaCO_3	500	$84,3(\pm 3,53)$	79,3 – 90,0
Ferro Total	mg/L	0,3	$0,099(\pm 0,027)$	0,052 – 0,156
pH	-	6,0-9,0	$7,7 (\pm 0,3)$	7,3 – 8,2
STD	ppm	500	$185 (\pm 2)$	181 – 188
Turbidez	NTU	5,00	$1,82 (\pm 0,5)$	0,95 – 3,16

A partir dos resultados dos parâmetros analisados, nas amostras de água é possível afirmar que a água de abastecimento se apresenta dentro do padrão de qualidade para consumo humano.

5.3.2 Comparação entre os turnos da manhã e da tarde

Fez-se uma verificação se houve alteração dos parâmetros estudados durante o dia. As Figuras 11 a 18 apresentam os gráficos de dispersão dos valores dos parâmetros nos 10 dias estudados, durante os períodos da manhã e da tarde.

Figura 11: Gráfico de comparação de medidas de condutividade nos turnos manhã e tarde.

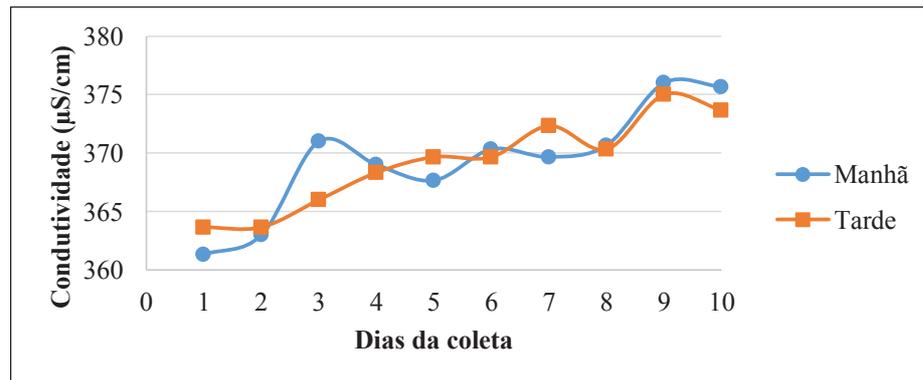


Figura 12: gráfico de comparação de medidas de pH dos turnos manhã e tarde.

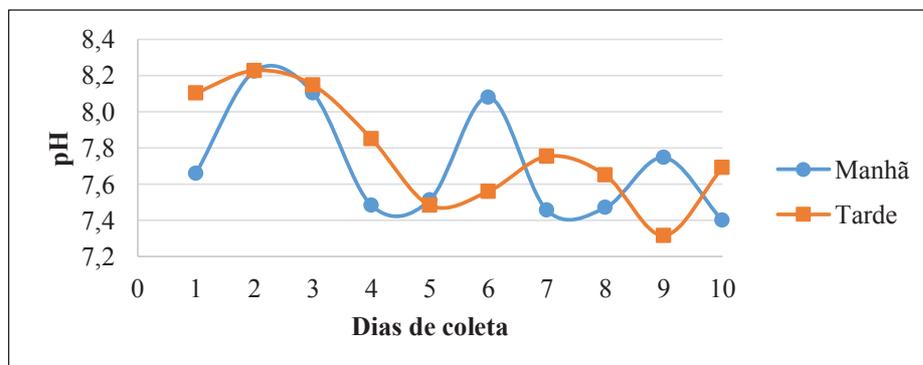


Figura 13: gráfico de comparação de medidas STD dos turnos manhã e tarde.

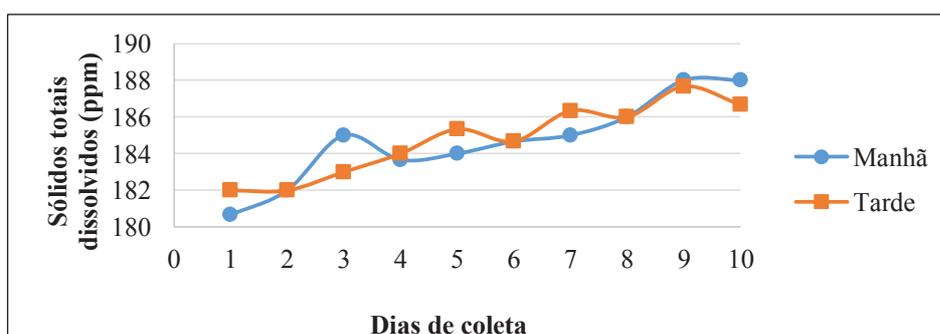


Figura 14: gráfico de comparação de medidas turbidez dos turnos manhã e tarde.

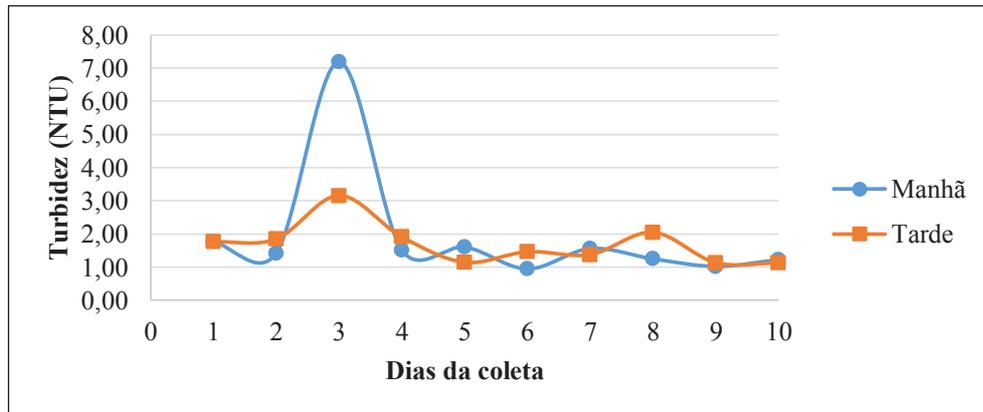


Figura 15: gráfico de comparação de medidas alcalinidade dos turnos manhã e tarde.

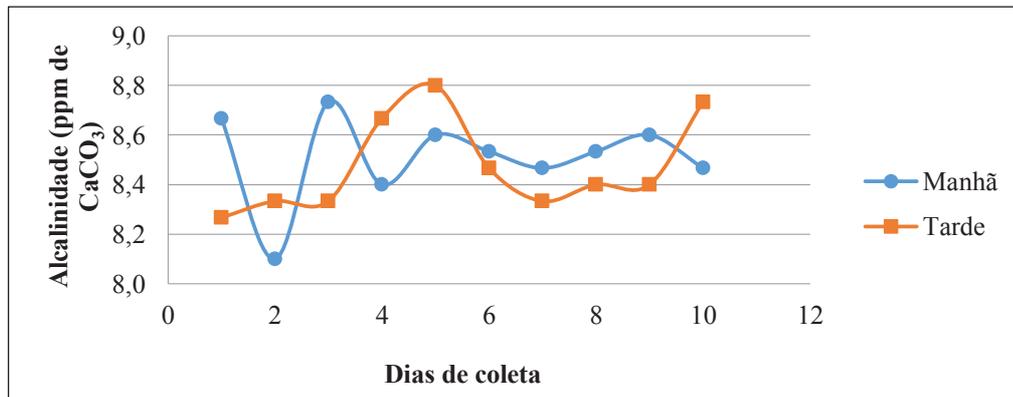


Figura 16: gráfico de comparação de medidas de cloretos dos turnos manhã e tarde.

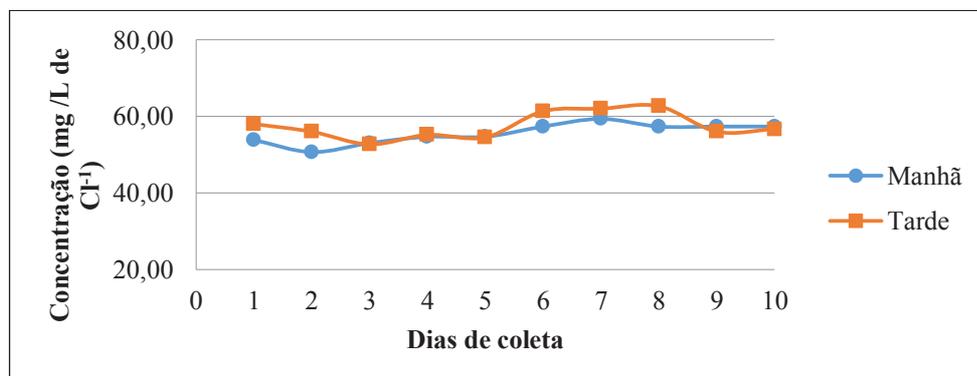


Figura 17: gráfico de comparação de medidas de dureza total dos turnos manhã e tarde.

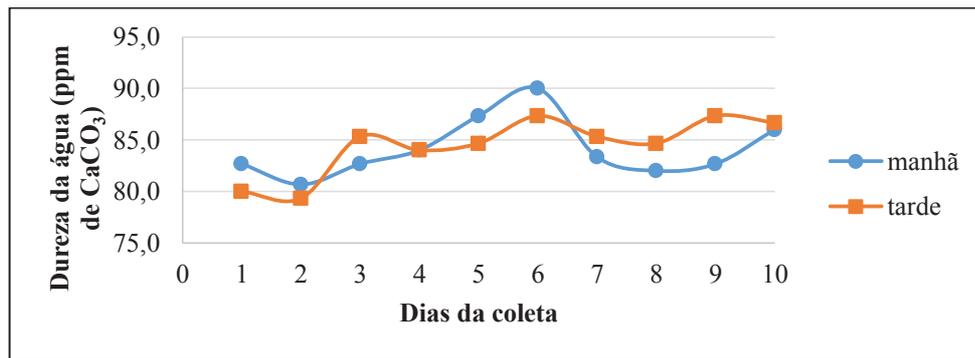
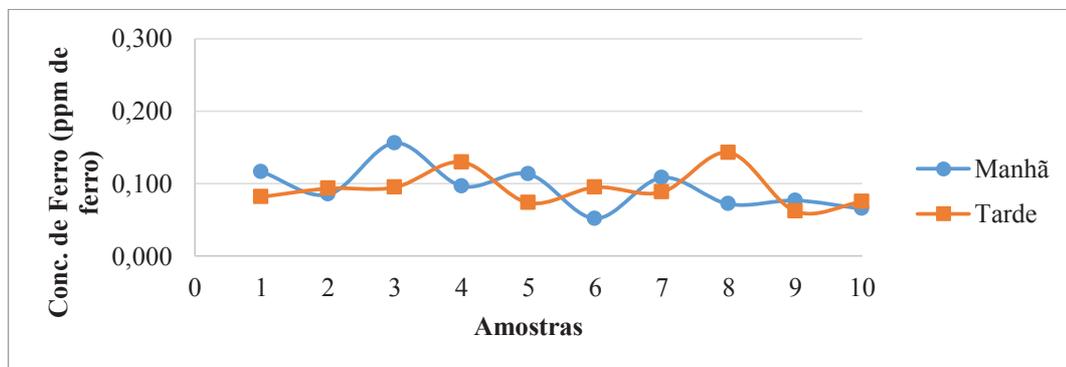


Figura 18: gráfico de comparação de medidas de ferro total dos turnos manhã e tarde.



Avaliando o comportamento dos parâmetros nos diferentes turnos, na Figura 14, a turbidez da amostra do terceiro dia foi muito diferente das outras. Isso devido à água que apresentou a coloração. Nas Figuras 11 a 13 e 15 a 18, foi possível verificar que os valores têm a variabilidade semelhante em torno dos mesmos valores, o que se pode afirmar que as amostras de água de abastecimento público para a Unilab não apresentou diferença significativa entre os períodos do dia durante os 10 dias estudados neste trabalho.

5.3.3 Estudo de correlação entre os parâmetros estudados

Fez-se um estudo de verificação de correlação entre alguns parâmetros estudados com objetivo de explicar algumas alterações de resultados.

a) Condutividade Elétrica, Dureza Total e Cloretos.

As Figuras 19 e 20 apresentam a comparação entre os gráficos de dispersão dos valores de condutividade elétrica, dureza total e cloreto da água nos 10 dias estudados (20 amostras).

Figura 19: gráfico de comparação de medidas condutividade e dureza.

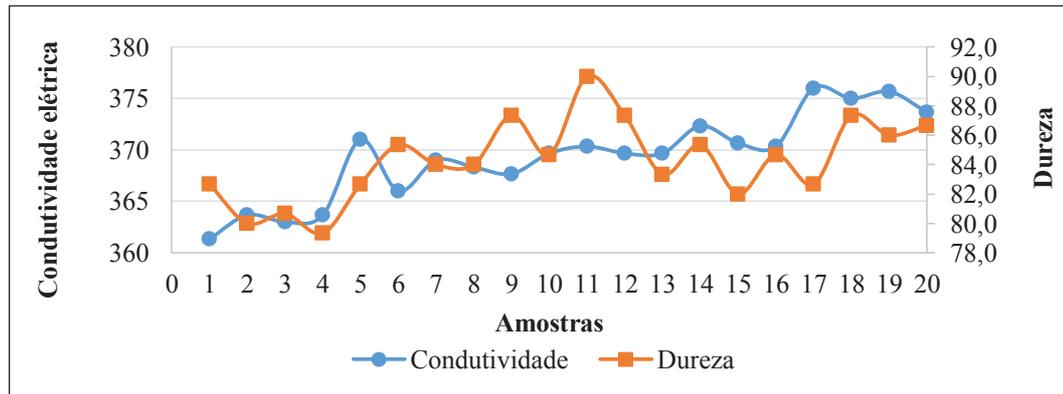
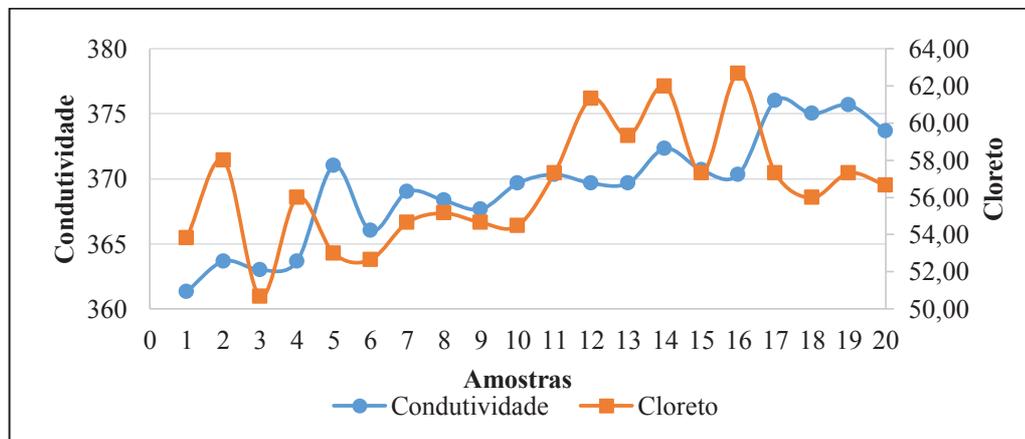


Figura 20: gráfico de comparação de medidas condutividade e cloreto

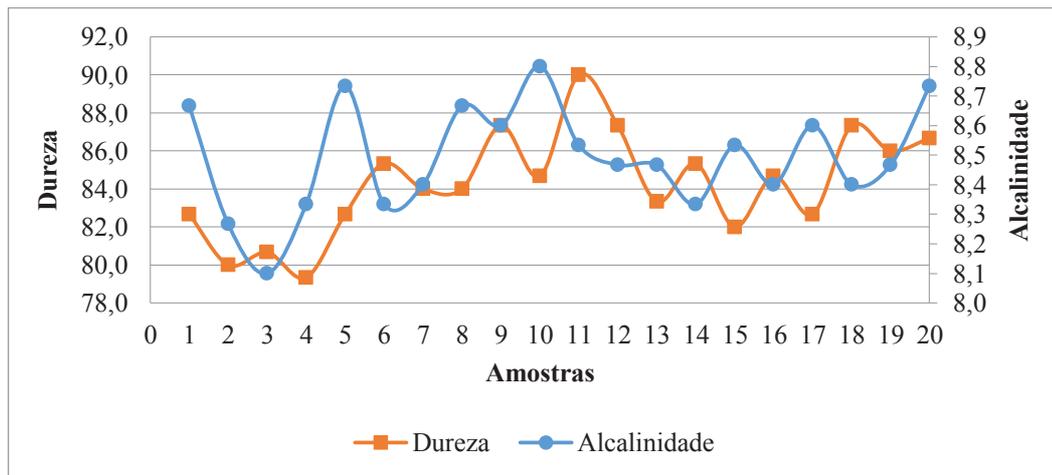


É possível verificar o mesmo comportamento de dispersão tendo perfil de subida a partir da amostra 4 até 12, perfil de descida a partir da amostra 13 até 16, e posterior subida até a amostra 20. Esse comportamento é justificado pela influencia da presença dos íons Ca^{++} e Mg^{++} e Cl^{-1} presentes nestes parâmetros.

b) Alcalinidade e dureza total

A Figura 21 apresenta a comparação dos gráficos de dispersão da alcalinidade e dureza total da água nas 20 amostras estudadas.

Figura 21: gráfico de comparação de relação entre alcalinidade e dureza.



É possível verificar que a alcalinidade e dureza possuem o mesmo comportamento, apresentando o mesmo perfil gráfico, pois existe relação entre alcalinidade e dureza segundo Wilson (2010). Alcalinidade e dureza são relacionadas através de íons comuns formados em sistemas aquáticos. Especificamente, os contra-íons associados com a fração carbonato de bicarbonato e alcalinidade são os principais íons responsáveis pela dureza (geralmente Ca^{++} e Mg^{++}). Como resultado, a fração de carbonato de dureza (expressa como equivalentes de CaCO_3) é quimicamente equivalente aos bicarbonatos de alcalinidade presentes em água (Burton Jr. e Pitt 2002) em áreas onde a água interage com calcário (TIMMONS et al., 2002).

6 CONCLUSÃO

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e químicos estudados inferem que a água de abastecimento público para a Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) no Campus das Auroras está dentro do padrão de água potável que está descrito na resolução de CONAMA nº 396 de 2008.

Na comparação dos resultados entre os turnos da manhã e da tarde, a água não apresentou a diferença características significativas durante o trabalho realizado.

Em relação à condutividade elétrica, os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} que responsável a dureza total da água e os íons cloretos contribuíram muito para o aumento dos valores da condutividade elétrica analisados.

Foi possível verificar que a dureza total da água e a alcalinidade possuíam o mesmo comportamento apresentados no gráfico de dispersão, pois isso devido aos carbonatos presentes na água.

Os teores de ferro nas amostras estão abaixo no máximo permitido, mas deve-se ter bastante cuidado com os casos de desvios da Lei de Beer por se tratar de amostras muito diluídas e que são muito sensíveis aos interferentes físicos e químicos.

Os resultados poderão ser utilizados para comparar com outras regiões do maciço de Baturité, além de auxiliar outros parâmetros químicos e microbiológicos que justificar aspectos ruins à água do município de Redenção, ainda não investigados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. Á. D.; **Qualidade da água de irrigação**. – Dados eletrônicos. – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- BACCAN, N. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2001. Reimpressão 2015.
- BAIRD, C.; CANN M. **Química Ambiental**. 4ª ed., Porto Alegre, 2011.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª Ed.; São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. **Fundação Nacional De Saúde. Manual Prático De Análise De Água**. 3ª ed. rev. – Brasília: 2009.
- BRASIL. **Manual De Instruções Condutivímetro Micro processado De Bancada CG1800**. 2015. Disponível em: <<http://www.gehaka.com.br/sistema/produtos/290/webmanualcg1800.pdf>>. Acesso em 03 de agosto de 2016.
- BRASIL. **Portaria Ministério Da Saúde 518, DE 25/03/2004**. Disponível no site: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 31 de julho de 2016.
- BREDA, E. D. M. **Água Grau Reagente Para Laboratório E Outros Fins Especiais**. Conselho Regional de Química. São Paulo. 2001.
- DIAS, A. M.; DUBOW, M.; CARDOSO, I. P.; SUZUKI, L. E. A. S.; FARIA, L. C.; MILANI, I. C. B. **Características Físico-Químicas De Águas Minerais Das Regiões Sul E Sudeste Do Brasil**. 21º Congresso de Iniciação Científica, 4ª Mostra Científica. Universidade Federal de Pelotas – UFPel. 2012.
- FARIAS, N. R. **Monografia: Caracterização Físico-Químico Nas Águas Da Praia Do Francês E Praia Do Saco, Marechal Deodoro – Alagoas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – Maceió. 2009.
- IRLANDA. **Parameters Of Water Quality: Interpretation and Standards**. Environmental Protection Agency. Ireland, 2001

LENZI, E. **Introdução À Química Da Água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2^a ed. Átomo. São Paulo, 2008.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. D. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. – Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PEZENTE, Á.W.; G. M. DÁRIO,. **Monografia: Análise Microbiológica, Física E Química Da Água Dos Bebedouros E Torneiras Consumida Na E.E.B Timbé Do Sul, Localizada No Centro Do Município De Timbé Do Sul – SC**. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC – 2009.

POHLING, R. **Reações Química Na Análise Da Água**. Fortaleza: Arte Visual, 2009.

POSTMA, J. M., ROBERTS Jr, J. L., HOLLENBERG, J. L.. **Química no Laboratório**. 5^a Ed. – São Paulo: Manole, 2009.

SÃO PAULO. **Qualidade Das Águas Interiores No Estado De São Paulo: Significado Ambiental E Sanitário Das Variáveis De Qualidade Das Águas E Dos Sedimentos E Metodologias Analíticas E De Amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009.

WILSON, P. C. **Water Quality Notes: Alkalinity and Hardness**. University of Florida. EUA, 2010.

WORLD HEALTHY ASSOCIATION. **Guidelines for drinking-water quality: Surveillance and control of community supplies**. 2nd ed. V. 3. Geneva – 1997.