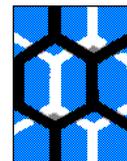




UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL



LAIRA THAIANE CRISÓSTOMO DE MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE MURICI – AL**

MACEIÓ – AL
2018

LAIRA THAIANE CRISÓSTOMO DE MEDEIROS

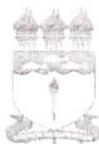
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE MURICI – AL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Alves de Abreu Lima

MACEIÓ – AL

2018



ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC: 21 de Dezembro de 2018

2. Aluno / matrícula: Daira Thairone Bisostome de Medeiros

3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica:
Vitor Lopes de Abreu Lima

4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica):

<u>Vitor Lopes de Abreu Lima</u>	(Presidente)	Nota: <u>10,00</u>
<u>Carmin Lúcio P.S. Zonta</u>	(1º avaliador)	Nota: <u>10,00</u>
<u>João Paulo Tenório da Silva Santos</u>	(2º avaliador)	Nota: <u>10,00</u>
	(3º avaliador)	Nota:

5. Título do Trabalho: Análise da qualidade da água do Sistema de abastecimento da cidade de Muziçal

6. Local: Sala de Reuniões do IQB

7. Apresentação: Horário início: 16:00 Horário final: 16:22
Arguição: Horário início: 16:23 Horário final: 17:30

8. Nota final: 10,00 (Dez)

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 22 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 37 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

() APROVADO COM RESTRIÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

() NÃO APROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Maceió, 21 de Dezembro de 2018.

Presidente: Vitor Lopes de Abreu Lima

1º Avaliador: Carmin Lúcio Zonta

2º Avaliador: João Paulo Tenório da Silva Santos

3º Avaliador:

Candidato: Daira Thairone C. de Medeiros

RESUMO

O controle da qualidade da água de abastecimento é uma medida que visa, principalmente, o monitoramento e a melhoria dos recursos hídricos fornecidos aos consumidores. A preocupação é necessária porque a água é um meio de fácil transmissão de doenças. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da água distribuída à população pelo sistema de abastecimento da cidade de Murici - AL. A água proveniente desse sistema chega até as residências e, muitas vezes, é consumida sem nenhum tratamento doméstico complementar. Foram coletadas amostras de água bruta, água tratada da saída da estação de tratamento e de áreas abastecidas. Foram realizadas coletas em 14 pontos e em três datas distintas. Realizaram-se análises físico-químicas e bacteriológicas em todas as amostras. As análises bacteriológicas foram feitas para determinação da presença de coliformes totais, *E. coli* e contagem padrão de bactérias heterotróficas em placa. As análises físico-químicas avaliaram cloro residual livre, turbidez, pH, cor aparente e sólidos totais dissolvidos. Todas as amostras foram negativas para coliformes totais e *E. coli*. Para bactérias heterotróficas as amostras apresentaram contagem em placa inferior a 500 UFC/mL. Todas as amostras estavam dentro do padrão determinado pela legislação para cloro residual livre, pH, cor, turbidez e sólidos totais dissolvidos. O tratamento de água fornecido a população do município está sendo eficiente, todos os parâmetros analisados estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/11.

Palavras-chave: Potabilidade, tratamento de água, água de abastecimento e recursos hídricos.

ABSTRACT

The control of the quality of the water of supply is a measure that mainly aims at the monitoring and the improvement of the water resources provided to the consumers. Concern is needed because water is a means of easily transmitting disease. The objective of this research was to evaluate the quality of the water distributed to the population by the supply system of the city of Murici - AL. The water from this system reaches the residences and is often consumed without any complementary domestic treatment. Samples of raw water, treated water from the treatment station and supply areas were collected. Collections were collected in 14 points and on three different dates. Physical-chemical and bacteriological analyzes were performed in all samples. The bacteriological analyzes were done to determine the presence of total coliforms, E. coli and standard counts of heterotrophic bacteria in plaque. The physical-chemical analyzes evaluated free residual chlorine, turbidity, pH, apparent color and total dissolved solids. All samples were negative for total coliforms and E. coli. For heterotrophic bacteria the samples had a plate count below 500 CFU / mL. All samples were within the standard set by legislation for free residual chlorine, pH, color, turbidity, and total dissolved solids. The water treatment provided to the population of the municipality is being efficient, all parameters analyzed are in accordance with the standards of potability established by Ministry of Health Ordinance No. 2,914 / 11.

Key words: Potability, water treatment, water supply and water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da cidade de Murici – AL, destacando a BR 104 e a Estação de Tratamento de Água da Casal.....	10
Figura 2 – Estação de Tratamento de Água da CASAL de Murici - AL.....	11
Figura 3 – Filtros utilizados na ETA de Murici – AL.....	12
Figura 4 – Reservatório da ETA – CASAL de Murici – AL.....	12
Figura 5 – Placa de Petri com colônias de coliformes isolados em ágar chromocult.....	14
Figura 6 – Placa de Petri com colônias de bactérias heterotróficas em m-TGE.....	15
Figura 7 – Diagrama do sistema de distribuição de água e pontos de coleta.....	19
Figura 8 – Pontos de coleta de água bruta e água tratada.....	20
Figura 9 – Caixas d’água localizadas na parte interna da casa (Parte baixa da cidade).....	20
Figura 10 – Caixas d’água localizadas na parte externa da casa (Parte baixa da cidade).....	20
Figura 11 – Caixas d’água localizadas na parte interna da casa (Parte alta da cidade).....	21
Figura 12 – Caixas d’água localizadas na parte externa da casa (Parte alta da cidade).....	21
Figura 13 – Caixa térmica com amostras coletadas para análises microbiológicas.....	22
Figura 14 – Sistema de filtração em membrana, em uma capela de fluxo laminar.....	23
Figura 15 – Clorímetro digital MS Tecnopon e reagente DPD em pó.....	25
Figura 16 – Turbidímetro microprocessado HACH modelo 2100Q.....	25
Figura 17 – Colorímetro AquaColor Cor.....	26
Figura 18 – Medidor de pH de bancada microprocessado Quimis.....	26
Figura 19 – Condutivímetro HACH sensION5.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. OBJETIVOS	09
2.1 Objetivo Geral.....	09
2.2 Objetivos Específicos.....	09
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	09
3.1 Local de Estudo.....	09
3.2 Sistema de Abastecimento de Água.....	10
3.3 Tratamento de Água.....	11
3.4 Parâmetros Bacteriológicos.....	13
3.4.1 Coliformes.....	13
3.4.2 Bactérias Heterotróficas.....	14
3.5 Parâmetros Físico-Químicos.....	15
3.5.1 Cloro Residual Livre.....	15
3.5.2 Turbidez.....	16
3.5.3 Cor Aparente.....	17
3.5.4 pH.....	17
3.5.5 Sólidos Totais Dissolvidos.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. AMOSTRAGEM.....	18
4.2. COLETA DE AMOSTRAS.....	21
4.3. METODOLOGIA PARA ANÁLISES.....	22
4.3.1. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS.....	22
4.3.1.1 Membrana Filtrante.....	22
4.3.1.2 Análise do Branco/Padrão.....	23
4.3.1.3 Coliformes Totais e Coliformes Fecais.....	23
4.3.1.4 Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas.....	24
4.3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	24
4.3.2.1 Cloro Residual Livre.....	24
4.3.2.2 Turbidez.....	25
4.3.2.3 Cor Aparente.....	25
4.3.2.4 pH.....	26

4.3.2.5 Sólidos Totais Dissolvidos.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5.1. Coliformes Totais e Coliformes Fecais.....	28
5.2. Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas.....	28
5.3. Cloro Residual Livre.....	30
5.4. Turbidez.....	31
5.5. Cor Aparente.....	32
5.6. pH.....	33
5.7. Sólidos Totais Dissolvidos.....	34
6. CONCLUSÃO.....	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
8. ANEXOS.....	39

1. INTRODUÇÃO

A água constitui um importante recurso natural, indispensável a manutenção da vida no planeta. A quantidade e a qualidade da água potável estão diretamente relacionadas com a saúde humana, devido a sua utilização para o consumo, higiene e produção de alimentos. O monitoramento dos recursos hídricos é fundamental, pois a poluição destes ambientes abrange uma série de fatores como, presença de substâncias nocivas e tóxicas que levam a alteração das características químicas, físicas e biológicas do meio. (CORADI et al., 2009).

Antes de ser consumida é necessário que a água passe por processos de tratamento para torná-la potável e livre de agentes transmissores de doenças. Após sua captação e tratamento, as águas naturais destinadas ao consumo humano a serem distribuídas às comunidades devem ser seguras do ponto de vista sanitário, ou seja, não devem ser prejudiciais à saúde do consumidor. Para isso, a qualidade dessas águas deve sempre satisfazer aos padrões de potabilidade, os quais são estabelecidos pelos órgãos competentes com base em critérios que visam à garantia da saúde do consumidor, onde são apresentados valores máximos permitidos para as características microbiológicas, físicas e químicas. No Brasil encontra-se em vigência o padrão de potabilidade fixado através da Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS). (Calijuri et.al., 2013)

A água pode ser responsável por muitas doenças quando serve de veículo para a transmissão de uma variedade de microrganismos resultantes da ingestão de água contaminada. Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% de todas as doenças que afetam os países em desenvolvimento provêm da água de má qualidade. Desta forma o tratamento adequado da água é muito importante na prevenção de doenças. Os métodos microbiológicos têm sido largamente empregados no monitoramento da contaminação fecal e determinação de presença de microrganismos patogênicos na água. Os níveis de contaminação toleráveis e padrões sanitários de qualidade da água são estabelecidos em função do uso pretendido (OMS, 2018).

A água destinada ao abastecimento público deve ser submetida a análises físico-químicas e microbiológicas, para que seja possível garantir sua potabilidade e segurança aos consumidores. Com o intuito de avaliar a água que abastece grande

parte do município de Murici – AL, foram analisados parâmetros bacteriológicos como a presença de coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas, parâmetros físico-químicos como cloro residual livre, turbidez, pH, cor aparente e sólidos totais dissolvidos em toda a rede de tratamento e distribuição.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar a qualidade da água distribuída à população pelo sistema de abastecimento público da cidade de Murici-AL.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar parâmetros bacteriológicos como coliformes e bactérias heterotróficas e parâmetros físico-químicos como cloro residual livre, turbidez, pH, cor aparente e sólidos totais dissolvidos na água de abastecimento público;
- Comparar os resultados obtidos com os padrões estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/11.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Local de Estudo

Murici está localizado na Zona da Mata Alagoana, é um município brasileiro do estado de Alagoas com uma população estimada de 28.137 habitantes (2018). Está a uma distância de aproximadamente 44 km da capital Maceió e ocupa uma área de 418 km². É uma cidade de fácil acesso, tendo a BR 104 como sua principal rodovia. (IBGE, 2018).

O setor responsável pelo abastecimento de água tratada no município é a CASAL (Companhia de Saneamento de Alagoas). A água que abastece grande parte da cidade de Murici é captada nas barragens do Gravatá das Antas e da Bigodeira, fazendas que ficam próximas à cidade, e, enviada a estação de tratamento, através de tubulações que funcionam por gravidade. Após o tratamento a água segue para os reservatórios, para então, ser distribuída a população. A estação de tratamento de água da cidade é uma estação compacta que trata

aproximadamente 130m³/h e opera 24 horas por dia, possuindo em torno de 3.645 ligações ativas. (CASAL, 2018)

Figura 1 - Mapa da cidade de Murici, destacando a BR 104 e Estação de Tratamento de água da Casal.



Fonte: IBGE (2017).

3.2 Sistema de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água representa o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para consumo doméstico, consumo industrial, serviços públicos e outros. Basicamente, esse sistema é formado por diversas unidades, sendo elas: (COPASA, 2018)

- O **manancial**: Fonte onde se retira a água para abastecimento da região. (COPASA, 2018)
- A **captação**: Consiste nos equipamentos e instalações que retiram a água do manancial e a envia para o sistema de abastecimento. (COPASA, 2018)
- A **adução**: Tubulação que liga a captação ao tratamento e/ou do tratamento à rede de distribuição. Essa etapa pode funcionar de duas formas: Por gravidade ou por recalque. (COPASA, 2018)
- O **tratamento**: Melhoria das características da água do ponto de vista, químico, físico, organoléptico e bacteriológico. (COPASA, 2018)
- O **reservatório**: Tem a finalidade de armazenar a água. Seu objetivo é atender as demandas de emergência, manter uma pressão constante na rede e atender a variação de consumo. (COPASA, 2018)

- A **rede de distribuição**: Unidade do sistema que transporta a água do reservatório para os consumidores. (COPASA, 2018)
- O **ramal domiciliar**: Ligação que é feita da rua até a residência. (COPASA, 2018)

3.3 Tratamento de Água

A Estação de Tratamento de água (ETA's) (Figura 2) têm a finalidade de transformar a água bruta, ou seja, a água que não possui tratamento e é considerada imprópria para consumo, em água denominada potável. Por este motivo, a qualidade da água no manancial abastecedor exerce influência direta no tipo de tratamento a ser adotado pelas ETA's, a fim de que a mesma, ao final do processo, esteja dentro dos padrões de potabilidade adequados ao consumo humano, conforme legislação específica. (COMUSA, 2018).

Figura 2 - Estação de Tratamento de Água - CASAL



Fonte: Autor, 2018.

A estação de tratamento da cidade possui 6 filtros que auxiliam no tratamento da água (Figura 3), onde, 3 filtros operam em movimento ascendente e 3 em movimento descendente.

Figura 3 - Filtros utilizados na ETA da CASAL de Murici-AL.



Fonte: Autor, 2018.

A água bruta recebe uma dosagem de sulfato de alumínio, dosado por uma bomba dosadora e entra no espaço central do filtro ascendente. São nesses filtros ascendentes que ocorrem a floculação e a primeira filtração da água. Os filtros ascendentes são constituídos por uma camada espessa de areia colocado sobre uma camada suporte de seixos rolados. Acima da camada de areia, as calhas coletoras recolhem a água filtrada, que em seguida, passa para os filtros descendentes, onde ocorre a segunda filtração. (CASAL, 2018)

Após o processo de filtração a água recebe uma dosagem de cloro a gás e é encaminhada ao reservatório de água filtrada (Figura 4). (CASAL, 2018)

Figura 4 - Reservatório da ETA – CASAL de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

Vale ressaltar que tanto a falta quanto o excesso de cloro na água podem trazer danos à saúde. O cloro é adicionado à água após o tratamento, pois sua presença é fundamental como agente bactericida. A ausência, ou concentrações muito baixas de cloro residual torna a água suspeita do ponto de vista bacteriológico. (CASAL, 2018)

3.4 Parâmetros Bacteriológicos

A portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a qual estabelece a determinação da presença de coliformes totais e termotolerantes (*E.coli*) e a contagem de bactérias heterotróficas para verificar a qualidade da água para consumo humano, sendo que a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL) e ausência de coliformes em 100mL de amostra.

3.4.1 Coliformes

As bactérias do grupo coliforme têm sido extensivamente utilizadas na avaliação da qualidade das águas, sendo até hoje o parâmetro microbiológico básico incluído nas legislações relativas a águas para consumo humano. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos. (TORTORA et al., 2010).

Dentro dos principais grupos de coliformes estão os coliformes totais e os fecais. Os coliformes totais compõem os grupos de bactérias gram-negativas que podem ser aeróbicas ou anaeróbicas (isto dependerá do ambiente e da bactéria), não originam esporos e fermentam a lactose, produzindo ácido e gás a 35-37°C. (TORTORA et al., 2010).

Já os coliformes fecais são também conhecidos como “termotolerantes” por suportarem uma temperatura superior a 40°C, convivem em simbiose com humanos, bois, gatos, porcos e outros animais de sangue quente. (TORTORA et al., 2010).

O meio de cultura bastante utilizado para a análise de coliformes é o ágar chromocult, por se tratar de um meio de cultura seletivo e diferencial, onde permite a detecção simultânea, diferenciação e enumeração de bactérias *E. coli* e coliformes em água potável. (TORTORA et al., 2010).

A contagem de bactérias coliformes é possível devido a habilidade da β -D-galactosidase, uma enzima que é característica de bactérias coliformes, para clivar o substrato Salmão-GAL. A reação resulta em uma coloração salmão vermelho, coloração que representa as colônias de coliformes totais. A contagem de *E. coli* é baseada na clivagem de ambos os substratos X-glucuronido pela β -D-glucuronidase e Salmon-GAL por β -D-galactosidase, uma enzima combinação que é característica da *E. coli*. Na presença de *E. coli*, ambos os substratos são clivados, resultando em colônias que assumem uma coloração azul escuro a violeta. (TORTORA et al., 2010).

As placas de coliformes isoladas em ágar chromocult devem ser incubadas a uma temperatura de 35°C e a leitura realizada dentro de 24 horas. (TORTORA et al., 2010).

Figura 5 – Placa de Petri com colônias de Coliformes isolados em ágar Chromocult.



Fonte: Analítica Labor, 2018.

3.4.2 Bactérias Heterotróficas

A contagem de bactérias heterotróficas (Figura 6), genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. O teste inclui a detecção inespecífica de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Servindo, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na

desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição. (MADIGAN et al., 2010).

As bactérias heterotróficas desenvolvem um amplo número de colônias coloridas, incluindo transparentes. O formato da colônia pode variar de formas espalhadas planas a formas de acúmulo de elevações. Fungos podem crescer também nessas placas, mas não são considerados na contagem final. (MADIGAN et al., 2010).

O caldo m-TGE (Extrato de Glicose Triptona da membrana) é o meio de cultura utilizado para a determinação de contagens bacterianas utilizando filtração por membrana em laboratório. O caldo m-TGE é um meio nutriente não seletivo para a determinação de contagens bacterianas devido a digestão enzimática de caseína e extrato de carne que fornecem nitrogênio, minerais, vitaminas e aminoácidos ao m-TGE caldo. A dextrose fornece carbono como fonte de energia, auxiliando no crescimento das colônias de bactérias heterotróficas. (TORTORA et al., 2010).

As placas de bactérias heterotróficas isoladas em m-TGE devem ser incubadas a uma temperatura de 35°C e a leitura realizada dentro de 48 horas. (TORTORA et al., 2010).

Figura 6 – Placa de Petri com colônias de Bactérias heterotróficas em m-TGE.



Fonte: Analítica Labor, 2018.

3.5 Parâmetros Físico-Químicos

3.5.1 Cloro Residual Livre

O cloro gasoso quando empregado como desinfetante reage com a água, gerando como subprodutos o ácido hipocloroso e o íon hipoclorito, variando suas

concentrações em relação ao pH da água. A soma das concentrações desses subprodutos caracteriza o Cloro Residual Livre (CRL). (ARAÚJO, 2010)

A cloração consiste na dissolução do gás em uma quantidade pequena de água, por um dispositivo (clorador). Essa solução concentrada é aplicada na água após filtração, garantindo a inativação dos microrganismos, bem como assegurando a cloração da água que por ventura seja contaminada durante a distribuição. (ARAÚJO, 2010)

O método utilizado para a análise de cloro livre é o método DPD (sigla para o composto N,N-dietil-p-fenilenodiamina). O DPD reage com o cloro (Cl_2), com o ácido hipocloroso (HClO) e com íons hipoclorito (ClO^-), formando um complexo de cor rósea. (ARAÚJO, 2010)

A reação se dá em uma faixa de pH entre 5,5 e 6,5. A intensidade da cor formada pelo complexo róseo é medida semiquantitativamente por um clorímetro. (ARAÚJO, 2010)

O padrão, segundo a Portaria 2.914/2011 do MS, determina a obrigatoriedade de se manter, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição. Essa faixa de controle tem a capacidade de eliminar os microrganismos sem causar intoxicação à população exposta.

3.5.2 Turbidez

A turbidez exprime a quantidade de partículas suspensas na água, geralmente composta por minerais erodidos, algas, microrganismos e água residuária. Causa uma aparência nebulosa na água, mas além da estética ruim, a turbidez também tem significado sanitário, pois interfere na desinfecção da água, dado que partículas podem servir de proteção aos microrganismos (ARAÚJO, 2010).

A turbidez pode ser determinada pelo princípio de medição nefelométrico, este princípio se baseia na medição da quantidade de material sólido suspenso, a partir da luz dispersa em um ângulo de 90° em relação a um feixe de luz incidente. O aparelho utilizado para a medição da turbidez é o turbidímetro, este aparelho é constituído basicamente por uma fonte de iluminação, cubeta de amostra e um fotodetector, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (NTU). (ARAÚJO, 2010)

A Portaria 2.914/2011 do MS define que o valor máximo permitido para a água tratada é de 1,0 NTU, nas saídas das estações de tratamento de água e em

qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 NTU como padrão organoléptico de potabilidade.

3.5.3 Cor Aparente

A cor pode ser classificada como aparente ou verdadeira. A aparente é a soma das partículas suspensas com as dissolvidas. A verdadeira, por sua vez, é formada pelas partículas dissolvidas, eliminando as suspensas por um processo de centrifugação ou filtração (SANTOS, 2011). A cor analisada neste trabalho é a aparente, padronizada pela Portaria 2.914/2011 do MS em 15 uC como padrão organoléptico para consumo humano.

A cor é proveniente da presença de ácidos húmicos e fúlvicos, que têm origem na decomposição orgânica, ou devido à presença de ferro e manganês. Aparentemente não apresenta risco sanitário, contudo pode estar associada a sabor e odor da água. (SANTOS 2011).

A análise de cor pode ser medida através do colorímetro que possui uma faixa de medição de 0 a 500 uC e a leitura pode ser realizada em uC – PCU, unidade de Cor (APHA), escala Hazen Pt/Co e coordenadas X,Y. A indicação da tonalidade e comprimento de onda são representados no display. (SANTOS, 2011)

3.5.4 pH

O pH é o cologaritmo da concentração de íons hidrogênio, ele varia de 0 a 14, influenciando em vários aspectos do tratamento (coagulação, desinfecção, remoção de ferro, manganês e metais pesados), na solubilidade de produtos químicos e atividade microbiana (ARAÚJO, 2010).

O pH pode ser obtido pelo método potenciométrico, utilizando o medidor de pH de bancada microprocessado, calibrado em solução tampão de pH 4,00 a 20°C e solução tampão padrão de pH 7,00 a 20°C.

Esse medidor é formado por um eletrodo de vidro que é relativamente imune à interferência de cor, turbidez, material coloidal, cloro livre, oxidantes, redutores e elevado teor de sais. O eletrodo funciona como um sensor, que está conectado a um potenciômetro e por isso o valor do potencial é convertido em pH. (ARAÚJO, 2010)

O padrão estabelecido na Portaria 2.914/2011 do MS é uma faixa entre 6,0 e 9,5.

3.5.5 Sólidos Totais Dissolvidos

A presença dos sólidos pode estar associada tanto as características químicas como biológicas. A existência de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Mesmo que os parâmetros de turbidez e os sólidos estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. (BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Os sólidos totais dissolvidos podem ser medidos através do condutivímetro, que é um instrumento responsável por medir a quantidade de corrente elétrica ou condutância em uma solução, sendo que esta condutividade é útil para determinar a saúde geral de um corpo composto por água natural. É também uma forma de medir mudanças que podem ocorrer nos processos de tratamento de águas residuais em estações de tratamento de água. (ARAÚJO, 2010)

O condutivímetro digital microprocessado de bancada é equipado com uma sonda que é colocada no líquido a ser medido, o medidor aplica uma tensão entre dois eletrodos dentro da sonda. A resistência elétrica da solução causa uma queda na voltagem, que então pode ser lida pelo condutivímetro. O valor medido indica o total de sólidos dissolvidos e o total de sólidos dissolvidos é a quantidade de sólidos capazes de passar através de um filtro de fibra de vidro. O equipamento possui uma faixa de medição de STD: 0 a 1.000 mg/L e 1,00 a 19,90 g/L. (ARAÚJO, 2010)

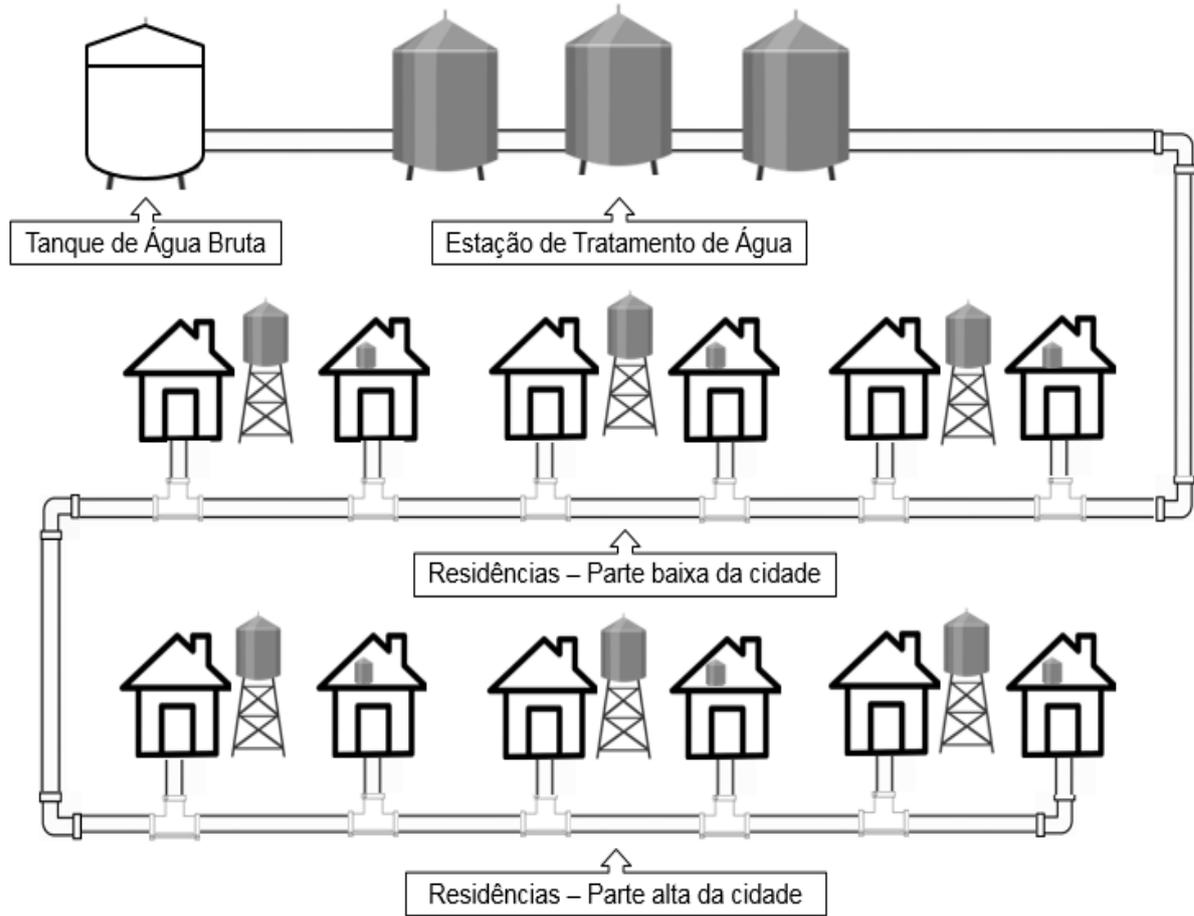
O padrão de potabilidade refere-se apenas a sólidos totais dissolvidos, com um limite de 1000 mg/L, segundo a Portaria 2.914/2011 do MS, tendo em vista que essa parcela demonstra a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água. (BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Amostragem

Para obter uma rastreabilidade do processo de tratamento até o consumo final, foram coletadas amostras de água bruta, água tratada na saída da estação de tratamento e nas residências que recebem a água tratada.

Figura 7: Diagrama do sistema de distribuição de água e pontos de coleta.



Fonte: Autor, 2018.

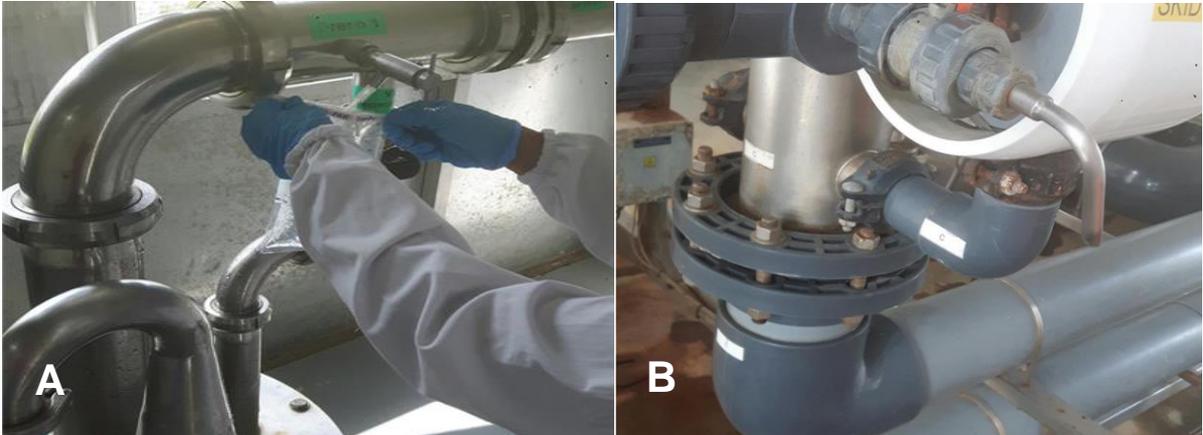
As coletas foram realizadas em três datas distintas. A primeira coleta realizada em 18/11/2017, a segunda em 27/01/2018 e a terceira em 23/06/2018.

Foram realizadas coletas de água tratada na parte baixa e na parte alta da cidade, em diferentes situações:

- Em residências onde a caixa que armazena a água se encontrava na parte interna da casa.
- Em residências onde a caixa de água se encontrava na parte externa da casa.

Ao todo foram coletados 14 pontos, são eles:

Figura 8: Pontos de coleta. (a) Coleta de água bruta. (b) Ponto de coleta de água tratada.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 9: Caixas d'água localizadas na parte interna da casa (Parte baixa da cidade). (C1) Caixa d'água 1, (C2) Caixa d'água 2, (C3) Caixa d'água 3.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 10: Caixas d'água localizadas na parte externa da casa (Parte baixa da cidade). (C4) Caixa d'água 4, (C5) Caixa d'água 5, (C6) Caixa d'água 6.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 11: Caixas d'água localizadas na parte interna da casa. (Parte alta da cidade). (C7) Caixa d'água 7, (C8) Caixa d'água 8, (C9) Caixa d'água 9.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 12: Caixas d'água localizadas na parte externa da casa. (Parte alta da cidade). (C10) Caixa d'água 10, (C11) Caixa d'água 11, (C12) Caixa d'água 12.



Fonte: Autor, 2018.

4.2 Coleta de Amostras

Para análise bacteriológica utilizaram-se sacos plásticos estéreis contendo tiosulfato de sódio para neutralizar o cloro residual livre possivelmente presente na água. Para a coleta de amostras para análises físico-químicas, utilizaram-se frascos plásticos ambientados, com capacidade de 300 mL. Logo após as coletas todos os recipientes contendo amostra foram acondicionados em caixa térmica (Figura 13), mantidos sob refrigeração e encaminhados para análise no Laboratório de análises microbiológicas e físico químicas da CASAL.

Figura 13: Caixa térmica com amostras coletadas para análises microbiológicas.



Fonte: Autor, 2018.

4.3 Metodologia para Análises

4.3.1 Análises Bacteriológicas

4.3.1.1 Membrana Filtrante

As membranas filtrantes são folhas finas e porosas, com poros pequenos o bastante para reter a passagem de microrganismos. Durante a filtração de uma amostra, os microrganismos não conseguem passar através da membrana ficando retidos em uma superfície, por intermédio da seleção do tamanho do poro, meio nutriente e temperatura de incubação, grupos específicos de microrganismos crescem para formar colônias visíveis que possam ser contadas. (FRANCO et al., 2001).

A técnica da membrana filtrante envolve:

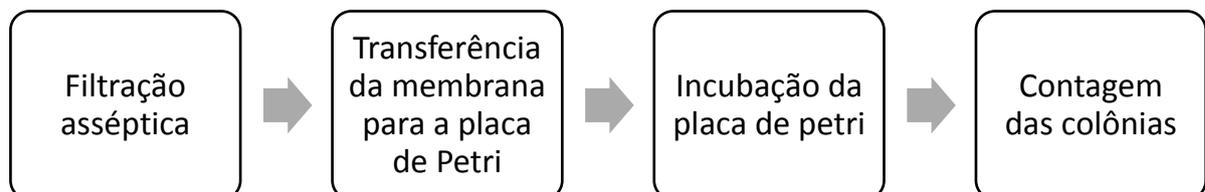


Figura 14: Sistema de filtração em membrana.



Fonte: Autor, 2018.

4.3.1.2 Análise do Branco/Padrão

Antes de iniciar a filtração em membrana é necessário que seja realizada a análise do branco/padrão. Essa análise é realizada em cada copo de filtração para cada parâmetro. Isso permite o monitoramento da condição estéril não apenas da solução de rinsagem (Água peptonada ou solução fisiológica a 0,85%) usada, como também dos materiais. O padrão é realizado para assegurar que o meio de cultura e a placa não tenham sido contaminados durante o preparo. Após filtrados, os brancos são incubados à temperatura adequada e tempo de incubação adequados para cada tipo de parâmetro a ser determinado. Esses ensaios são realizados no início e no fim das filtrações das amostras. Esses controles asseguram que as contagens obtidas nas amostras são as mais exatas possíveis, pois comprovam que não houve contaminação cruzada entre os materiais e reagentes utilizados durante a análise. (FRANCO et al., 2001).

4.3.1.3 Coliformes Totais e Coliformes Fecais

As amostras foram analisadas seguindo a Portaria nº 2.914/2011 do ministério da saúde. Não excedendo o tempo de 24 horas entre o tempo de coleta e a realização da análise.

Atrás da chama acesa de um bico de Bunsen abriu-se o saco que continha as amostras de água e iniciou-se a filtração. Foram filtrados 100mL de cada amostra, ao final, as membranas foram transferidas para uma placa de Petri onde continha o meio de cultura chromocult Agar, indicado para crescimento de coliformes por se tratar de um meio de cultura seletivo e diferencial, que permite a detecção, diferenciação e contagem de E. coli e coliformes de água potável, dentro de 24

horas. As placas foram incubadas invertidas na estufa a 35°C, para impedir a condensação sobre a superfície da membrana. A leitura do resultado foi realizada com 24 horas \pm 2 horas e o resultado foi reportado como número de UFC de coliformes/*E.coli* por tamanho da amostra.

4.3.1.4 Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas

O mesmo procedimento foi utilizado para a análise de bactérias heterotróficas. O meio de cultura utilizado foi o m-TGE BROTH, que é um meio nutriente não seletivo para a contagem de bactérias através da filtração em membrana. Foi filtrado 1mL de cada amostra, ao final, as membranas foram transferidas para uma placa de Petri onde continha o meio de cultura.

As placas foram incubadas invertidas na estufa a 35°C, para impedir a condensação sobre a superfície da membrana. A leitura do resultado foi realizada com 48 horas \pm 2 horas e o resultado foi reportado como número de UFC de bactérias por tamanho da amostra.

4.3.2. Análises Físico-Químicas

4.3.2.1 Cloro Residual Livre

O medidor de cloro portátil (Figura 15) é utilizado para medição de cloro livre, baseado no método DPD.

Preparação do branco

Antes de realizar a medição da amostra, é necessário a realização do branco, que influencia na exatidão das leituras. Encheu-se a cubeta com a amostra a ser analisada (aproximadamente 10mL) e realizou-se a leitura.

Preparação da amostra

Para cada amostra ambientou-se a cubeta e acrescentou-se 10mL da amostra, adicionou-se o reagente DPD em pó e realizou-se a leitura no clorímetro, conforme Figura 15.

Figura 15: Clorímetro digital MS Tecnopon e Reagente DPD em pó.



Fonte: Autor, 2018.

4.3.2.2 Turbidez

A turbidez foi determinada pelo princípio de medição nefelométrico, utilizando o turbidímetro microprocessado HACH modelo 2100Q (Figura 16).

Colocou-se a mostra previamente homogeneizada em cubeta até a marca indicada e esta foi inserida no compartimento do aparelho e fez-se a leitura. O resultado da turbidez aparece no display como unidades nefelométricas de turbidez NTU.

Figura 16: Turbidímetro microprocessado HACH modelo 2100Q.



Fonte: Autor, 2018.

4.3.2.3 Cor Aparente

A análise de cor foi determinada através do método colorimétrico utilizando o colorímetro AquaColor Cor (Figura 17), foram medidos, aproximadamente, 10mL da

amostra em uma cubeta e esta foi inserida no compartimento do equipamento, cujo disco forneceu diretamente o valor da cor expresso em unidades de cor. O equipamento possui faixa de medição de 0 a 500 uC e a leitura pode ser realizada em uC.

Figura 17: Colorímetro AquaColor Cor.



Fonte: Autor, 2018.

4.3.2.4 pH

O pH foi obtido pelo método potenciométrico, utilizando o medidor de pH de bancada microprocessado Quimis (Figura 18). O aparelho foi calibrado com tampão pH 7,00 e pH 4,00.

Figura 18: Medidor de pH de bancada microprocessado Quimis.



Fonte: Autor, 2018.

4.3.2.5 Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos foram quantificados utilizando o condutivímetro HACH sensION5 (Figura 19). O eletrodo do condutivímetro foi posicionado de forma que a ponta do eletrodo ficasse imersa dentro da solução que se deseja analisar, o valor apresentado no display indica o total de sólidos dissolvidos. O equipamento possui uma faixa de medição de STD: 0 a 1.000 mg/L.

Figura 19: Condutivímetro HACH sensION5.



Fonte: Autor, 2018.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Coliformes Totais e Coliformes Fecais

Dos 42 resultados obtidos para coliformes totais e fecais não tivemos nenhum resultado fora da especificação, todas as amostras analisadas apresentaram 0UFC/100mL de coliformes.

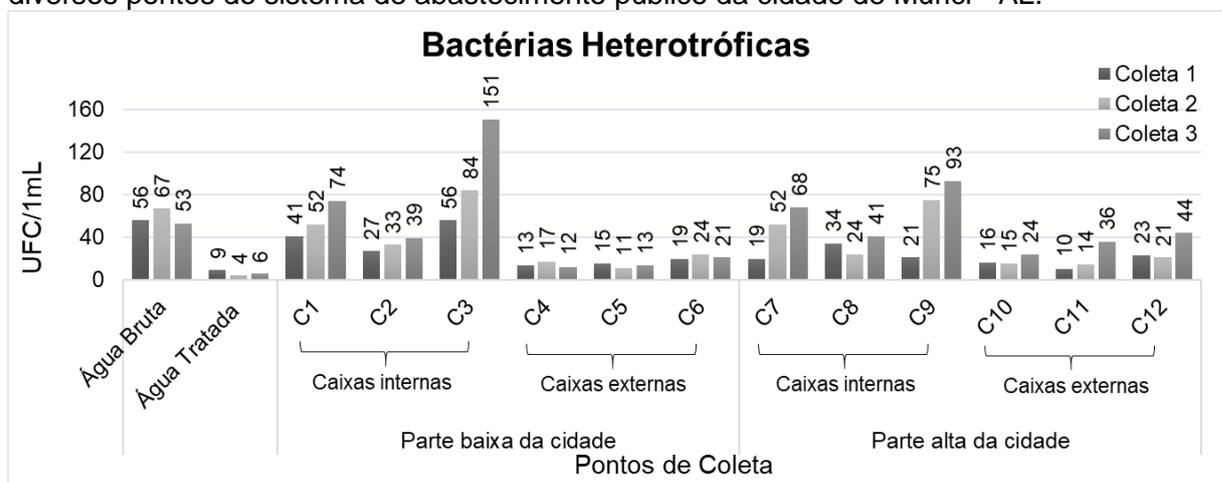
Com a determinação de bactérias coliformes podemos avaliar a eficácia do tratamento da água e dos seus processos de desinfecção. A Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece que a água adequada ao consumo humano deve estar livre de coliformes totais e termotolerantes/*Escherichia coli* em 100mL de amostra.

Logo no início do processo, na análise de água bruta, não tivemos contaminação por coliformes, o que nos garante a qualidade da água utilizada no processo. Os resultados da água, pós-tratamento e no decorrer da rede de distribuição até os reservatórios particulares não apresentaram proliferação desse microrganismo. A ausência de coliformes totais e termotolerantes são indicativas da eficiência dos métodos de desinfecção, utilizados no sistema de abastecimento, na eliminação desse microrganismo.

5.2 Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas

Observa-se no gráfico 1 que todas as amostras analisadas apresentaram resultados abaixo de 500 UFC/mL.

Gráfico 1: Resultados de amostras de água para bactérias heterotróficas coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL). Dessa forma, os resultados obtidos atenderam ao padrão de potabilidade estabelecido pela legislação brasileira em vigor.

Avaliando o Gráfico 1, podemos observar que os resultados encontrados na análise de água bruta atenderam ao requisito exigido pela legislação nas três coletas realizadas. Após o tratamento da água, o nível de contaminação por bactérias totais diminuiu, garantindo a eficiência do tratamento utilizado. Nas residências, podemos verificar que nos pontos onde encontramos caixa d'água dentro da residência (C1, C2, C3, C7, C8 e C9), o nível de contaminação é mais elevado e que no decorrer do tempo, essa contaminação se apresenta de uma forma crescente.

A contagem de bactérias heterotróficas indica, de uma forma geral, a qualidade microbiológica da água tratada e, quando realizada regularmente, pode demonstrar alterações devido ao armazenamento, eficiência dos métodos de tratamento, integridade e limpeza do sistema de distribuição.

No ponto de coleta C3, observamos um aumento significativo da contaminação, fazendo uma projeção, caso a limpeza da caixa d'água não seja realizada em aproximadamente 4 anos, a contaminação por bactérias totais pode aumentar e exceder o limite estabelecido pela legislação em vigor, tornando a água imprópria para consumo.

A limpeza e a manutenção da caixa d'água devem ser frequentes por conta da proliferação de bactérias e de insetos. As origens dessa contaminação são diversas, no caminho entre a estação de tratamento e a residência, pode haver resíduos perigosos nas tubulações que serão carregados pela água, um cuidado maior com a tampa e com o material da caixa d'água pode evitar que animais maiores, como gatos e ratos entrem na caixa e bebam a água, contaminando-a. Além de entupimentos decorrentes de sujeira acumulada no fundo da caixa e até o surgimento de algas que podem liberar toxinas, ou mais frequentemente bactérias e protozoários que provocam sérios problemas de saúde.

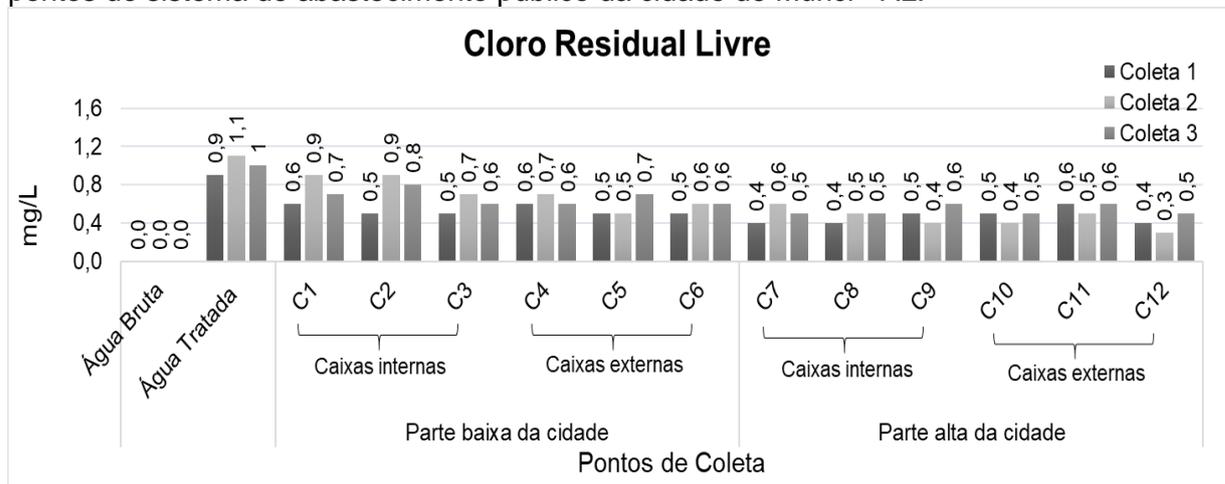
Segundo os moradores das residências visitadas, a frequência de limpeza das caixas que ficam na parte interna da casa, onde foram encontrados resultados maiores de bactérias heterotróficas, é a cada 5 anos, caso a água esteja com aparência, gosto e odor considerados normais. A dificuldade se encontra em

acessar a caixa d'água, que em geral fica na parte superior da casa, além de ser um ambiente fechado e as pessoas ficarem sem água até que a caixa esteja cheia completamente, o que demanda um longo tempo. Já nas caixas localizadas na parte externa da casa, onde encontramos valores mais baixos, a limpeza é realizada a cada 2 anos.

5.3 Cloro Residual Livre

Observa-se no Gráfico 2 que todas as amostras de água tratada analisadas apresentaram teor de cloro residual dentro dos parâmetros recomendados pela legislação, indicando que o processo de cloração está sendo eficiente

Gráfico 2: Resultados de amostras de água para cloro residual livre coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

A portaria 2.914 do MS, faz menção à obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a rede de distribuição e recomenda que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.

As amostras de água bruta tiveram como resultado ausência de cloro residual livre, visto que a água não recebe nenhum tratamento nesse início do processo.

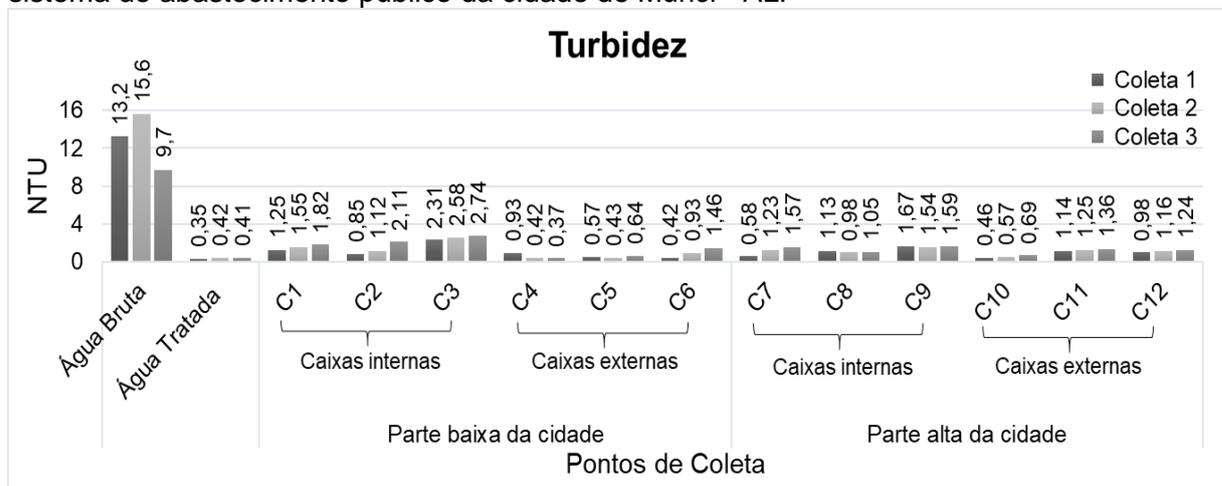
Os resultados de cloro encontrados na água tratada atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação e a concentração de cloro residual livre se manteve dentro da especificação em todos os pontos de coleta após o tratamento. Observa-se que a concentração de cloro vai diminuindo em alguns pontos avaliados, isso pode acontecer devido a distância que a água percorre até o seu destino final. Um

dos mais importantes atributos de um desinfetante é sua capacidade de manter residuais minimamente estáveis após a sua aplicação e reações na água, sendo esta uma das principais vantagens do cloro.

5.5 Turbidez

Todas as amostras analisadas nesse estudo apresentaram níveis de turbidez dentro do aceitável pela legislação vigente, conforme Gráfico 3. A ausência de turbidez torna a água mais límpida e conseqüentemente mais aceitável pelo consumidor.

Gráfico 3: Resultados de amostras de água para turbidez coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de turbidez quando submetida a filtração rápida deve ser observado um valor máximo de 0,5 NTU e o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 NTU, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 NTU em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). A presença de turbidez torna a água esteticamente desagradável e o consumidor tende a rejeitar uma água turva.

A portaria 2.914, em seu artigo 30, relaciona turbidez com qualidade microbiológica da água e cita que para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez e devem ser observadas as demais exigências contidas nesta portaria.

Avaliando os resultados, nota-se que na água bruta foram encontrados valores altos de turbidez, resultado de materiais sólidos em suspensão que acabam elevando o nível de turbidez da água. Após o tratamento da água, o nível de turbidez diminuiu, atendendo aos requisitos estabelecidos pela legislação e assegurando a qualidade da água.

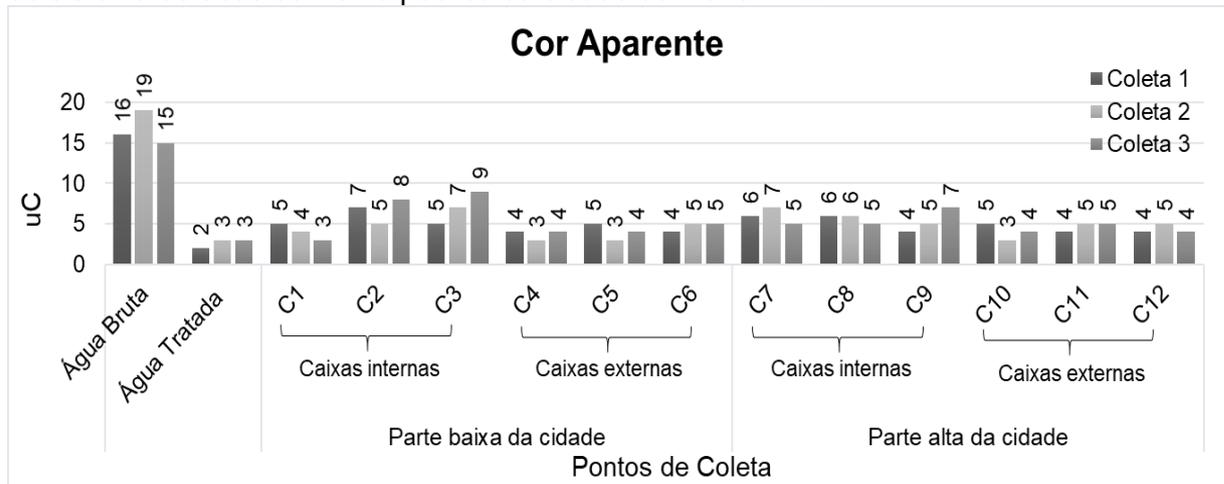
Nas residências onde a caixa d'água se encontra na parte interna da casa, os valores de turbidez são maiores, principalmente na parte baixa da cidade. A turbidez pode aumentar devido interferências como a formação de biofilmes. Analisando o ponto C3 (Caixa d'água interna 3 – Parte baixa da cidade), observamos que os valores de turbidez encontrados foram mais altos em relação aos demais pontos. Em conversa com os moradores, a caixa d'água analisada não era higienizada há mais de 4 anos, o que pode estar interferindo nos resultados, visto que a cada coleta o valor de turbidez aumenta.

Nas estações de tratamento de água, a turbidez e a cor, são parâmetros operacionais de extrema importância para o controle dos processos de filtração. Há uma preocupação adicional que se refere à presença de turbidez nas águas submetidas a desinfecção pelo cloro. Estas partículas grandes podem abrigar microrganismos, protegendo-os contra a ação desse agente desinfetante, podemos notar essa ação quando faz-se uma comparação com os resultados de bactérias heterotróficas, onde foi encontrado o maior valor em UFC/1mL desse microrganismo no ponto de coleta C3, onde se obteve o maior valor de turbidez.

5.6 Cor Aparente

Todas as amostras analisadas atenderam ao padrão para cor aparente estabelecido pela legislação, pois apresentaram valores <15 uC tornando a água esteticamente aceitável para o consumo, conforme Gráfico 4.

Gráfico 4: Resultados de amostras de água para cor aparente coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

A cor, embora seja um atributo estético da água, não se relacionando necessariamente com problemas de contaminação, é padrão de potabilidade. A presença de cor provoca repulsa psicológica pelo consumidor, pela associação com a descarga de esgotos.

A legislação em vigor, estabelece valor máximo permitido de 15 uC (Unidade de Cor) para água destinada ao consumo humano.

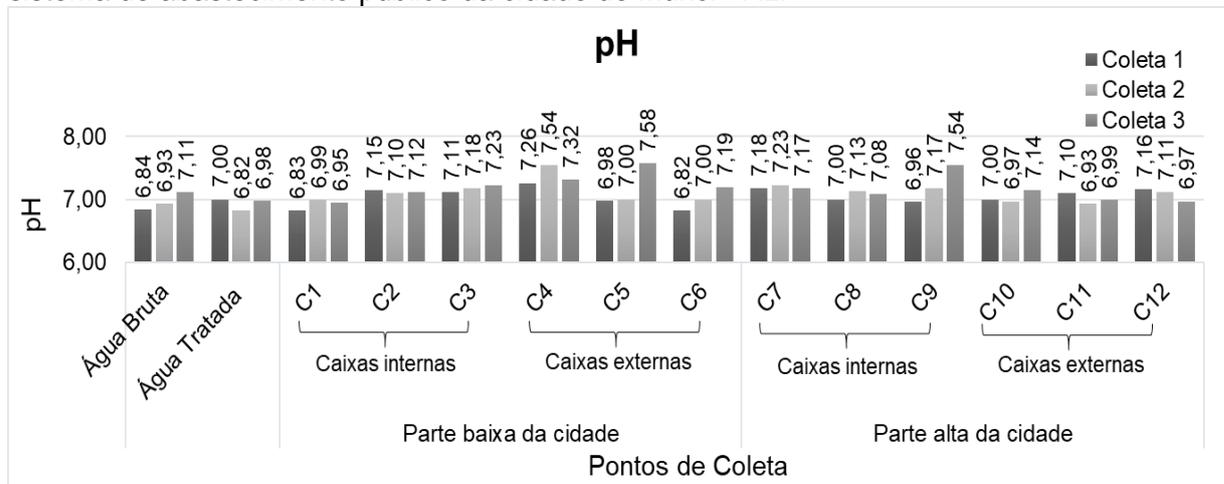
Os resultados de cor aparente encontrados na água bruta podem ser resultados de substâncias orgânicas em decomposição, como folhas e madeira, além da possível existência de compostos de ferro ou materiais corados, que em contato com a água pode mudar sua coloração. A alteração da cor causa objeção no consumo por parte do consumidor, pois põe em dúvida sua potabilidade. Após o tratamento da água foi verificada uma redução nos valores de cor aparente da água, indicando um tratamento eficiente para este parâmetro.

Nos pontos de coleta em que a caixa d'água estava localizada na parte interna da casa, apresentaram resultados de cor aparente maiores, o que indica que a tubulação, ao longo do trajeto até a residência, ou a própria caixa d'água podem ter influenciado no resultado, a falta de higienização é um fator que está diretamente ligado aos resultados de cor aparente.

5.7 pH

Avaliando o Gráfico 5, podemos verificar que todas as amostras analisadas apresentaram resultados de pH dentro do aceitável pela legislação vigente.

Gráfico 5: Resultados de amostras de água para pH coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

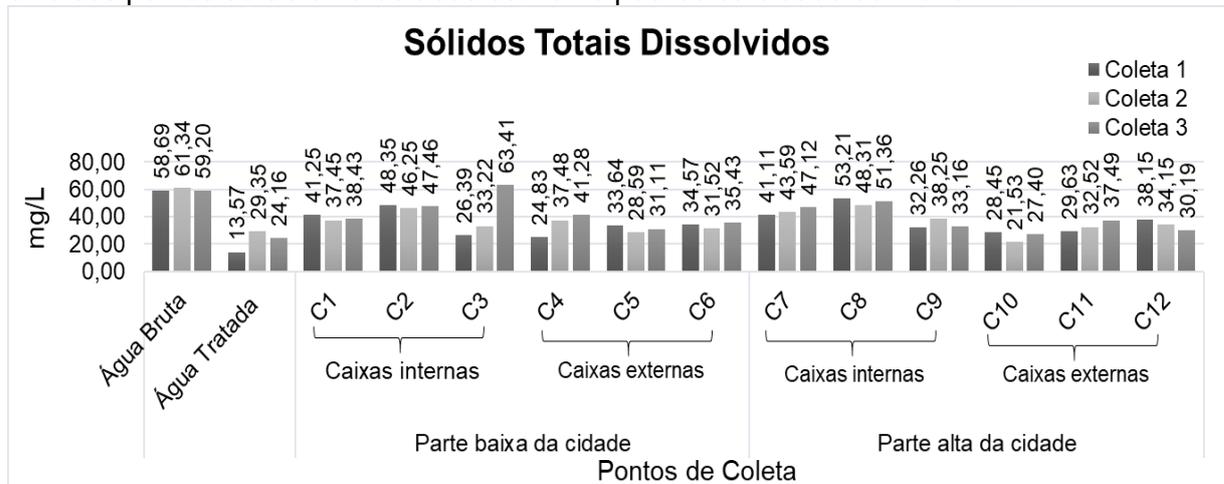
Os limites estabelecidos pela Portaria do MS nº 2.914/2011 para pH são 6,0 para valor mínimo e 9,5 para valor máximo. O pH dentro dessa faixa previne os equipamentos utilizados quanto a corrosão e favorece uma melhor eficiência da desinfecção.

Como o pH das amostras analisadas se enquadrou nos limites estabelecidos pelo padrão brasileiro de potabilidade, da água bruta até a distribuição, se mantendo entre 6,82 e 7,58 não se espera eventuais problemas nos sistemas de abastecimento e principalmente problemas relacionados com a saúde dos consumidores.

5.8 Sólidos Totais Dissolvidos

Todas as amostras analisadas apresentaram resultados de sólidos totais dissolvidos bem abaixo do requerido pela legislação vigente, conforme Gráfico 6.

Gráfico 6: Resultados de amostras de água para sólidos totais dissolvidos coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.



Fonte: Autor, 2018.

As análises de sólidos são importantes para o controle de processos de tratamento biológicos e físicos e para avaliar o cumprimento das exigências das agências reguladoras. O excesso de sólidos na água pode causar alterações no sabor e problemas com corrosão. Segundo a Portaria 2.914 do MS é recomendado um VMP (Valor Máximo Permitido) de 1000 mg/L de sólidos totais.

Os resultados de sólidos totais dissolvidos ficaram entre 13,57mg/L e 63,41mg/L. Na água bruta e nas caixas d'água internas foram encontrados valores maiores devido à falta de limpeza das caixas de armazenamento de água das residências e a falta de tratamento inicial na água bruta, mas todos em consonância com as exigências da Portaria mencionada.

Após o tratamento da água bruta, houve uma diminuição significativa nos resultados, assegurando a eficiência do tratamento.

No ponto de coleta C3 os resultados se apresentaram de forma crescente nas três coletas realizadas, na coleta 3 o resultado aumentou gradativamente, cerca de 91% em relação a coleta 2, sendo o maior resultado de sólidos dissolvidos encontrado durante a pesquisa. Nos demais pontos de coleta os resultados se apresentaram sem muita variação.

6. CONCLUSÃO

Os resultados de coliformes totais e fecais atenderam aos limites estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da saúde em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Através da análise de bactéria heterotrófica foi possível verificar que os resultados ficaram abaixo da especificação, porém as caixas d'água que ficam na parte interna da casa apresentaram uma maior proliferação desse microrganismo, devido ao ambiente e a dificuldade em realizar a higienização.

Dos resultados físico-químicos, todos os parâmetros avaliados atenderam as especificações determinadas pela legislação. Nas análises de cloro residual livre da água bruta que indicaram ausência desse parâmetro devido à falta de tratamento nesse início de processo.

Os resultados apontam que a limpeza das caixas de armazenamento de água das residências deve ser frequente, visto que os valores se apresentaram de forma crescente e em maior quantidade em residências que não tinha uma frequência de limpeza estabelecida.

A Portaria do Ministério da Saúde requer muito mais parâmetros para avaliar a adequação da água à condição de potabilidade, pois os indicadores monitorados nesse estudo são apenas alguns dos itens necessários, fundamentais e básicos para atender a condição de água potável.

Com base nos parâmetros avaliados e nos resultados obtidos podemos concluir que o tratamento da água fornecida a população da cidade de Murici – AL está sendo eficaz e que a água distribuída não necessita de tratamento doméstico adicional, podendo ser considerada água potável e apta para consumo humano.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALÍTICA – Equipamentos e Suprimentos para Análises Laboratoriais. Disponível em: <http://www.analitalabor.com.br/>. Acesso em 11/08/2018.

ARAÚJO, M. C. S. P. de. Indicadores de Vigilância da Qualidade da Água de Abastecimento da Cidade de Areia (PB). Campina Grande – PB: UFCG, 2010. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde/ Ministério Público. Manual prático de análise de água. 2.ed. Brasília, 2006.

BRASIL. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário oficial da união. 12 dez. 2011.

CALIJURI C.M., CUNHA F.G.D. Engenharia ambiental- conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2013. p. 97, 98, 99, 405, 406, 439, 440.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Disponível em: <https://www.casal.al.gov.br/tag/murici/>. Acesso em 06/08/2018.

COMUSA – Serviços de Água e Esgoto. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>. Acesso em 08/08/2018.

COPASA. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>. Acesso em 06/08/2018.

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.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. 1 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2001. 192p.

IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/murici/panorama>. Acesso em 06/08/2018.

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

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V.; CLARK, D.P. Microbiologia de Brock. 12. Ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 1160p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Disponível em <https://www.paho.org/bra/>. Acesso em 05/05/2018.

SABESP. Poços profundos.

Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=34>
Acesso em: 26/07/2018.

SANTOS, S. G. dos. Distribuição Espacial de Bactérias Heterotróficas na Rede de Distribuição de Água de Campina Grande – PB. Campina Grande – PB: UFCG, 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B.R.; CASE, CL. Microbiologia. 10. Ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

ANEXOS

Tabela 1 – Resultados de amostras de água para coliformes totais e *Escherichia coli* coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

		Coliformes Totais e Coliformes Fecais (UFC/100mL)					
		Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3	
Ponto de coleta		CT	E. coli	CT	E. coli	CT	E. coli
Água Bruta		0	0	0	0	0	0
Água Tratada		0	0	0	0	0	0
Parte baixa da cidade	C1	0	0	0	0	0	0
	C2	0	0	0	0	0	0
	C3	0	0	0	0	0	0
	C4	0	0	0	0	0	0
	C5	0	0	0	0	0	0
	C6	0	0	0	0	0	0
Parte alta da cidade	C7	0	0	0	0	0	0
	C8	0	0	0	0	0	0
	C9	0	0	0	0	0	0
	C10	0	0	0	0	0	0
	C11	0	0	0	0	0	0
	C12	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 2 - Contagem em UFC/mL de bactérias heterotróficas das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

Bactérias Heterotróficas (UFC/1mL)				
Pontos de coleta		Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
Água Bruta		56	67	53
Água Tratada		9	4	6
Parte baixa da cidade	C1	41	52	74
	C2	27	33	39
	C3	56	84	151
	C4	13	17	12
	C5	15	11	13
	C6	19	24	21
Parte alta da cidade	C7	19	52	68
	C8	34	24	41
	C9	21	75	93
	C10	16	15	24
	C11	10	14	36
	C12	23	21	44

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 3 - Concentração de cloro residual livre em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento da cidade de Murici - AL.

Cloro livre (mg/L)				
Pontos de coleta		Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
Água Bruta		0,0	0,0	0,0
Água Tratada		0,9	1,1	1,0
Parte baixa da cidade	C1	0,6	0,9	0,7
	C2	0,5	0,9	0,8
	C3	0,5	0,7	0,6
	C4	0,6	0,7	0,6
	C5	0,5	0,5	0,7
	C6	0,5	0,6	0,6
Parte alta da cidade	C7	0,4	0,6	0,5
	C8	0,4	0,5	0,5
	C9	0,5	0,4	0,6
	C10	0,5	0,4	0,5
	C11	0,6	0,5	0,6
	C12	0,4	0,3	0,5

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 4 - Valores para turbidez em NTU das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

		Turbidez (NTU)			
		Pontos de coleta	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
		Água Bruta ⁹	13,2	15,6	9,7
		Água Tratada	0,35	0,42	0,41
Parte baixa da cidade	C1	1,25	1,55	1,82	
	C2	0,85	1,12	2,11	
	C3	2,31	2,58	2,74	
	C4	0,93	0,42	0,37	
	C5	0,57	0,43	0,64	
	C6	0,42	0,93	1,46	
Parte alta da cidade	C7	0,58	1,23	1,57	
	C8	1,13	0,98	1,05	
	C9	1,67	1,54	1,59	
	C10	0,46	0,57	0,69	
	C11	1,14	1,25	1,36	
	C12	0,98	1,16	1,24	

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 5 - Valores para cor em uC das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

		Cor (uC)			
		Pontos de coleta	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
		Água Bruta	16	19	15
		Água Tratada	2	3	3
Parte baixa da cidade	C1	5	4	3	
	C2	7	5	8	
	C3	5	7	9	
	C4	4	3	4	
	C5	5	3	4	
	C6	4	5	5	
Parte alta da cidade	C7	6	7	5	
	C8	6	6	5	
	C9	4	5	7	
	C10	5	3	4	
	C11	4	5	5	
	C12	4	5	4	

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 6 - Valores para pH das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

		pH			
		Pontos de coleta	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
		Água Bruta	6,84	6,93	7,11
		Água Tratada	7,00	6,82	6,98
Parte baixa da cidade	C1	6,83	6,99	6,95	
	C2	7,15	7,10	7,12	
	C3	7,11	7,18	7,23	
	C4	7,26	7,54	7,32	
	C5	6,98	7,00	7,58	
	C6	6,82	7,00	7,19	
Parte alta da cidade	C7	7,18	7,23	7,17	
	C8	7,00	7,13	7,08	
	C9	6,96	7,17	7,54	
	C10	7,00	6,97	7,14	
	C11	7,10	6,93	6,99	
	C12	7,16	7,11	6,97	

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 7 - Valores para sólidos totais em mg/L das amostras de água coletadas em diversos pontos do sistema de abastecimento público da cidade de Murici - AL.

Sólidos totais dissolvidos (mg/L)				
	Pontos de coleta	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3
	Água Bruta	58,69	61,34	59,20
	Água Tratada	13,57	29,35	24,16
Parte baixa da cidade	C1	41,25	37,45	38,43
	C2	48,35	46,25	47,46
	C3	26,39	33,22	63,41
	C4	24,83	37,48	41,28
	C5	33,64	28,59	31,11
	C6	34,57	31,52	35,43
Parte alta da cidade	C7	41,11	43,59	47,12
	C8	53,21	48,31	51,36
	C9	32,26	38,25	33,16
	C10	28,45	21,53	27,40
	C11	29,63	32,52	37,49
	C12	38,15	34,15	30,19

Fonte: Autor, 2018.