



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO- QUÍMICA
CURSO DE QUIMICA INDUSTRIAL

ALICE MARIA BARROZO DE LIMA MORAIS RODRIGUES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DESTILADOR UTILIZADA
PARA ATIVIDADES DE UM LABORATÓRIO**

FORTALEZA

2018

ALICE MARIA BARROZO DE LIMA MORAIS RODRIGUES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DESTILADOR UTILIZADA
PARA ATIVIDADES DE UM LABORATÓRIO**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Química Bacharelado, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Orientador didático-pedagógico: Prof^a. Dra. Gisele Simone Lopes.

Orientador Profissional: Dra. Erika de Almeida Sampaio Braga.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalogo, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B287m Barrozo de Lima Morais Rodrigues, Alice Maria.

Monitoramento da qualidade da água do destilador utilizada para atividades em laboratório / Alice Maria Barrozo de Lima Morais Rodrigues. – 2018.

40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Gisele Simone Lopes.

1. Água Destilada. 2. Qualidade. 3. Monitoramento. I. Título.

CDD 540

ALICE MARIA BARROZO DE LIMA MORAIS RODRIGUES

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DESTILADOR
UTILIZADA PARA ATIVIDADES DE UM LABORATÓRIO**

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Gisele Simone Lopes (Orientador didático)

Universidade Federal do Ceará - UFC

Dra. Erika de Almeida Sampaio Braga

Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC

Mcs. Luzia Suerlange Araújo dos Santos Mendes

Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre comigo, pela graça de persistir, permanecer e seguir com Ele, pois sem Ele nada seria possível. Por nos ter reservado a felicidade. A Ele tudo o que tenho e sou.

A meus pais, Raimunda Barrozo de Lima e José Morais Rodrigues pela dedicação, amor, doação e pelo exemplo que tanto me formou.

A minha família que é base sólida sem a qual não teria conseguido chegar até aqui, em especial a minhas irmãs Aline Maria, Amanda Maria e Andréa Barrozo.

A Prof. Dr. Gisele Simone Lopes, pela orientação.

A Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), especialmente a Dra. Érika de Almeida Sampaio Braga pela ajuda inestimável, Eirilândia Sousa da Silva (Laninha) pela grande contribuição sem a qual não seria possível a realização deste trabalho, por mostrar que o trabalho realizado de maneira comprometida por mais simples que seja é sempre reconhecido.

A Sra. Fátima Regina da Silva pelo carinho, amizade, por fazerem mais suaves os momentos difíceis e desafiadores, pela confiança, por toda ajuda quando eu precisava.

A todos meus amigos, por terem me ajudado em incontáveis momentos e compartilhado os sofrimentos e alegrias, no amadurecimento ao longo de boa parte da minha graduação e da vida. Nayanne, Lucas, Natanael, Natália, Manu, Renata, Matheus, Neilyanne, Jamille, Hannan, Glenda, Connie muito obrigada pela ajuda, paciência, por fazerem parte de minha formação e serem um pouco responsáveis por quem sou hoje, por serem presentes inestimáveis e sobretudo por me compreenderem nas ausências, e por não desistirem de mim.

Por fim, a todos os professores que passaram por minha vida em especial aos da graduação. E a todos que contribuíram não apenas com este trabalho, mas com minha formação e que permanecem generosamente em minha vida e memória

RESUMO

O controle dos parâmetros estabelecidos para a avaliação da qualidade da água reagente produzida por destilador utilizado para as atividades de rotina de um laboratório de análises físico-químicas de água é fundamental para evitar contaminações e, sendo assim, obter-se resultados confiáveis. Para a avaliação da qualidade de água reagente tipo III, água obtida pelo processo de destilação, o Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater (APHA, 2012), estabelece como parâmetros: bactérias, resistividade, condutividade, sólidos totais carbono orgânico total e sílica. Foram coletadas amostras de água do destilador da marca Quimis durante quatro meses para a avaliação da qualidade dessa água. Realizaram-se as análises dos parâmetros pH, condutividade, sólidos totais, sílica e matéria orgânica (oxigênio consumido). Para a realização das análises foram seguidos os procedimentos descritos em (APHA, 2012). As análises foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC). Os resultados obtidos mostraram que a água produzida pelo destilador da marca Quimis estava de acordo com os valores estabelecidos pela referência citada, podendo ser usada como água reagente tipo III para as atividades do laboratório.

Palavras chave: Água de destilador. Parâmetros de qualidade. Monitoramento.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivo Específico.....	10
3	Padrões de qualidade da água para laboratório.....	11
3.1	Controle de qualidade da água reagente.....	12
3.2	Métodos de preparação de água de qualidade para reagentes.....	14
3.3	Descrição dos métodos de preparação de água de qualidade para reagentes.....	15
3.3.1	<i>Destilação.....</i>	15
3.3.1.1	<i>Água destilada.....</i>	16
3.3.1.2	<i>Água ultrapura.....</i>	17
3.3.1.3	<i>Deionização.....</i>	17
3.4	Impurezas encontradas na água.....	18
3.4.1	<i>Contaminantes químicos: inorgânicos.....</i>	18
3.4.2	<i>Contaminantes químicos: orgânicos.....</i>	19
3.4.3	Vantagens e desvantagens do método de purificação.....	20
3.5	Parâmetros selecionados para controle de qualidade da água.....	21
3.5.1	<i>Bactérias.....</i>	21
3.5.2	<i>Resistividade.....</i>	22
3.5.3	<i>Condutividade.....</i>	23
3.5.4	<i>Sílica.....</i>	23
3.5.5	<i>Sólidos totais.....</i>	24
3.5.5.1	<i>Relação de condutividade com resistividade e sólidos totais dissolvidos</i>	25

3.5.6	<i>Matéria orgânica (oxigênio consumido)</i>	25
3.5.7	<i>pH a 25°C</i>	26
3.6	Estudo estatístico dos resultados.....	26
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1	Determinação do pH Value (4500 H ⁺ B – Eletrometric Method).....	28
4.2	Determinação da condutividade (2510 B. Laboratory Method).....	29
4.3	Sólidos totais (2540 B. Total Solids Dried at 103-105°C).....	30
4.4	Determinação de sílica (4500-SiO ₂ C. Molybdosilicate Method).....	31
4.5	Determinação do oxigênio consumido OC (MACEDO, 2003).....	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1	ESTUDO ESTATÍSTICO.....	36
6	CONCLUSÕES.....	38
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial que contribui para o desenvolvimento e a qualidade do laboratório, é o reagente mais utilizado na prática laboratorial, (Brasil, 2005). No laboratório, decorrem de suas propriedades as diversas aplicações: reconstituição de reagentes, diluições, soluções brancas ou padrões, preparação de soluções de enxágue e de tampões, confecção de meios de cultura, alimentação de analisadores automatizados, lavagem, sanitização e recuperação de utensílios. Devendo, Portanto, ser um fator analítico no qual precisa ser controlado e otimizado para reduzir erros potenciais e garantir a qualidade dos resultados (ASTM, 1991). Um dos principais problemas que afetam as atividades laboratoriais é a facilidade de contaminação da água. Um dos principais problemas que afetam as atividades laboratoriais é a facilidade de contaminação da água. Há cinco tipos de contaminantes: material particulado e coloide, substâncias inorgânicas, compostos orgânicos dissolvidos, microrganismos com seus subprodutos (pirogênios) e gases (BASQUES, 2011).

Para atender ao desenvolvimento de novas tecnologias, a ampliação da sensibilidade dos testes em medicina laboratorial, várias entidades em nível internacional têm estabelecido parâmetros de qualidade para as aplicações da água reagente, com a finalidade de minimizar suas interferências nos ensaios utilizados (BÔLE, 2006). Entre elas, estão:

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA;
- American Society for Testing and Materials - ASTM;
- Standard Methods for Analysis of Water and Wastewaters;
- United States Pharmacopeia - USP;
- American Chemical Society - ACS,
- British Standards Institute - BSI;
- International Organization for Standardization - ISO;
- College of American Pathologists - CAP;
- Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI) e
- Organização Mundial da Saúde – OMS

A qualidade da água usada para as atividades de um laboratório, seja para o preparo de soluções ou para as análises físico-químicas, deve obedecer às especificações de normas de referência padrão, para evitar que contaminações provenientes dessa mesma água possam influenciar nos preparos das análises, possibilitando resultados não confiáveis.

De acordo com o Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater (APHA, 2012), 1080 Reagent C. Reagent Water Quality, os parâmetros de qualidade da água reagente, devem obedecer as concentrações estabelecidos pela tabela Table 1080:II. Reagent Water Specifications

Existem vários processos para obtenção da água reagente, tais como: osmose reversa, a destilação e a deionização. No presente estudo, será dado ênfase ao processo de destilação para a obtenção da água reagente.

Com base nesse contexto, esse trabalho visou avaliar a qualidade da água do destilador da marca Quimis modelo Q 341.22 do laboratório, monitorando os parâmetros estabelecidos pela referência citada, por meio de análises físico-químicas.

As análises físico-químicas foram realizadas seguindo-se os métodos descritos em (APHA, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água do destilador da marca Quimis que é usada para as atividades do Laboratório de Química Ambiental – LQA, da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar monitoramento, no período de agosto a novembro de 2018, análises físico-químicas das águas coletadas do destilador da marca Quimis - Modelo Q341.22;
- Comparar os resultados obtidos com os valores estabelecidos pelo Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater (APHA, 2012);
- Avaliar os resultados obtidos quanto a qualidade da água do destilador.

3 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA LABORATÓRIO

Para utilização laboratorial, a água deve possuir características e qualificação específicas garantidas por purificações químicas em processos controlados e ao final receberá a classificação de água reagente (BREDA, 2001).

Um dos aspectos mais importantes das análises é a preparação de água de qualidade para os reagentes que são utilizadas na diluição destes e para as análises de brancos. Os níveis de qualidade cobrem um espectro que oscila entre o tipo I, sem concentrações detectáveis dos componentes ou elementos a analisar dentro dos limites de detecção do método analítico, e o tipo III para lavagem e análises qualitativas, (tabela 1). (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Com o intuito de atender a exigência quanto a qualidade de água exigida nos laboratórios, tem-se os determinados tipos de água reagente:

- a) Água reagente tipo I: água com a melhor qualidade, ideal para métodos de análise que requeiram mínima interferência e máxima precisão e exatidão. Deve ser utilizada no momento em que é produzida e não pode ser estocada, para evitar contaminação.
- b) Água reagente tipo II: uso geral em laboratórios para procedimentos em que é tolerada a presença de microrganismos, resistividade baixa e quantidade maior de sílica. Deve ser utilizada no mesmo dia da coleta.
- c) Água reagente tipo III: utilizada em procedimentos que requerem a remoção de contaminantes específicos, como endotoxinas, substâncias orgânicas ou outros não especificados, como parâmetros obrigatórios para os demais tipos de água.

A tabela 1 mostra os valores padrões para a água grau reagente, para os diferentes tipos:

Tabela 1 – especificações da água para reagentes

PARÂMETRO DE QUALIDADE	TIPO I	TIPO II	TIPO III
Bactérias UFC/mL	10	1.000	NA
pH	NA	NA	5 – 8
Resistividade mega-cm a 25° C	< 10	> 1	0,11
Resistividade mega-cm a 25° C	< 10	> 1	0,1
Condutividade µmhos/cm a 25° C	< 0,1	1	10
Sílica mg SiO ₂ .L ⁻¹	< 0,05	< 0,1	< 1
Sólidos totais mg.L ⁻¹	0,1	1	6
Carbono orgânico oxidável total mg.L ⁻¹	< 0,05	< 0,2	< 1

Fonte: (APHA, 2012)

NA = não aplicável

3.1 Controle de qualidade da água reagente

A água reagente deve obedecer a um padrão de controle de qualidade rigoroso e o monitoramento da qualidade deve ser feito através das análises dos parâmetros que serão descritos a seguir.

- a) Determinação de resistividade e condutividade: são úteis para mensurar a quantidade de contaminantes iônicos presentes na água, porque determinam indiretamente os sólidos totais dissolvidos. As medidas da resistividade e a condutividade de uma amostra de água reagente devem ser feitas diariamente conforme descrito nas normas CLSI
- b) Determinação de carbono orgânico total (TOC): o carbono total (CT) é definido pela quantidade de gás carbônico (CO₂) produzido, quando uma amostra é oxidada por completo, e inclui a matéria orgânica dissolvida e o carbono inorgânico (CI). O aumento do TOC inativa reagentes por ação enzimática, promovendo bloqueios dos filtros e restrição do fluxo e proporcionando paradas para a manutenção. A análise do TOC deve ser realizada mensalmente para garantir a ausência de moléculas orgânicas,

- c) Controle microbiológico: a água de alimentação pode formar biofilmes, que interferem nos resultados de exames laboratoriais e degradam equipamentos pela biocorrosão. O biofilme é fonte de endotoxinas e polissacarídeos, gerando a contaminação e a perda da pressão da água.

São realizados por meio da técnica de contagem de bactérias heterotróficas (THPC), em que o valor obtido é uma aproximação do número de microrganismos viáveis presente no sistema de purificação. As metodologias utilizadas são as técnicas de espalhamento em placa, de membrana filtrante e por microscopia de epifluorescência. O controle microbiológico deve ser feito semanalmente. Endotoxinas: constituem o maior componente lipídico da membrana externa de bactérias Gram-negativas, que as liberam em seu meio circundante durante sua multiplicação ou quando morrem. As endotoxinas adsorvem-se de modo variado à maioria das superfícies, incluindo o carvão ativado e as resinas.

A detecção e/ou a quantificação dos níveis de endotoxinas pode ser feita por teste do coágulo, turbidimetria ou técnica cromogênica

A água para análise não deve conter substâncias que interfiram com os métodos analíticos. A qualidade da água está diretamente relacionada com as análises que vão ser efetuadas. Pode diferir de fato, dependendo dos componentes orgânicos, inorgânicos e microbiológicos e do uso a ser dado a água (APHA-AWWA-WPCF, 1992)..

Sabe-se que a água tem alta capacidade de solubilizar as mais diversas substâncias, desta forma acaba acumulando diversos materiais inclusive indesejáveis, como poluentes e microrganismos. Segundo Silva (2006), os contaminantes comumente encontrados através de análises de águas são:

- a) Material particulado: São exemplos desse tipo de material a sílica, resíduos de metal de tubulações e colóides em geral. Sua presença pode obstruir a malha de filtros, membranas do processo de osmose reversa;
- b) Materiais inorgânicos: sólidos e gases inorgânicos são detectados, íons cálcio e magnésio (Ca^{2+} e Mg^{2+}), dióxido de carbono (CO_2), íons de ferro, liberados de tubulações e outros superfícies; fosfatos e nitratos, oriundos do uso de fertilizantes;

sulfatos, cobre entre outros. Quanto mais íons presentes maiores serão os valores da condutividade e menores serão as resistividades;

- c) Materiais orgânicos: solventes, pesticidas, herbicidas, resíduos de tecido animal e vegetal, além de muitas vezes estarem presente resíduos de tubulações, tanques de estocagem, enfim do equipamento utilizado para o tratamento e purificação da água, por isso a importância da qualidade do material destinado a esta função para que ele não transfira contaminantes para a água;
- d) Microrganismos: Existe na água grande variedade de microrganismos, fungos, bactérias, protozoários, algas entre outros.

Qualquer tipo de preparação de água de qualidade para reagentes é aceitável sempre que se cumpram os requisitos adequados, já que um sistema mal conservado pode levar a indução de contaminantes. A osmose reversa, a destilação e a deionização em diferentes combinações podem ser usadas para o mesmo propósito se forem usadas adequadamente. Também podem ser usadas nesse processo a ultrafiltração, o tratamento com luz ultravioleta ou uma combinação de ambas (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

3.2 Métodos de preparação de água de qualidade para reagentes

Existem diversos processos utilizados com a finalidade de elevar o grau de pureza da água, e dependendo da qualidade da água *in natura* utilizada e da qualidade pretendida esses processos podem ser utilizados em conjunto ou separadamente são eles: destilação, deionização, filtração, ultrafiltração, osmose reversa, oxidação através de radiação ultravioleta entre outros, conforme mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – principais contaminantes e eficiência da purificação

Processos	Sólidos ionizados	Gases ionizados	Matéria orgânica	Partículas	Bactérias
Destilação	E/B	P	B	E	E
Deionização	E	E	P	P	P
Osmose reversa	B	P	B	E	E
Carvão ativado	P	P	E/B	P	P
Ultrafiltração	P	PB	B	E	E

Fonte: (LABTEST, 2016)

E = excelente, B = boa, P = pobre (remoção pequena ou nula)

3.3 Descrição dos métodos de preparação de água de qualidade para reagentes

3.3.1 Destilação

A destilação é uma operação unitária antiga. Está embasada no princípio de mudança de fases. Por meio de evaporação e condensação são separados os constituintes de uma mistura ou é feita concentração de certa substância.

É importante considerar o equilíbrio líquido-vapor na realização da destilação, pois o líquido vaporiza-se até atingir a pressão de equilíbrio entre as fases líquida e vapor, nesta condição o número de moléculas que passam do estado líquido para o vapor é igual ao número de moléculas que passam ao estado líquido (ROITMAN, 2002).

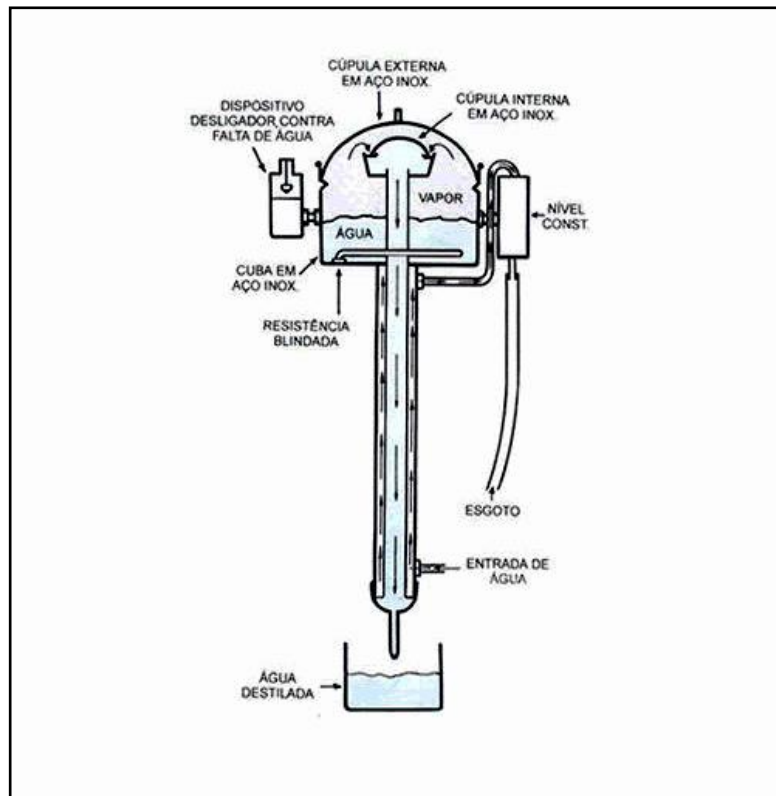
O agente de separação desse processo é o calor; para sua realização são necessários dois trocadores de calor de mudança de fase, um deles é denominado refeedor e é responsável pela vaporização, e o condensador que promove a condensação das frações vaporizadas.

3.3.1.1 Água destilada

A água resultante do processo de destilação comumente destinada ao uso em laboratórios de pesquisa, ensino e processos industriais é geralmente destinada a lavagem de vidraria, preparo de algumas soluções, diluições entre outras aplicações.

Para uso laboratorial, um destilador de pequena escala é mais adequado e comum, na figura 1, tem-se um esquema deste destilador simples

Figura 1-Destilador Simples



Fonte: (RTMed, 2007)

No destilador apresentado na figura 1, a água é conduzida pelo cano mais longo até o compartimento de nivelamento de água, se a água atinge o limite máximo é descartada. A água é direcionada a seguir para a cúpula externa, onde existe uma resistência elétrica que será responsável pelo processo de vaporização, o vapor é transferido para a cúpula interna seguindo por um tubo espécie de

condensador, onde ocorre a troca de calor com a água fria. Em um destilador que dissipa em seu aquecimento uma potência de 3000 W, são descartados cerca de 20 litros de água potável para obtenção de 3 litros de água destilada. (ASSIRATI, 2011).

3.3.1.2 Água ultrapura

A água ultrapura é aquela que apresenta resistividade de aproximadamente 18,2 MΩ.cm a 25 °C. É obtida através de um sistema, denominado sistema Milli-Q constituído basicamente por resinas de troca iônica de alta eficiência e filtros de carvão ativado, além de um polimento final com ultrafiltração para eliminação de microorganismos e retenção de partículas. A ultrafiltração é realizada por meio de filtro de membrana de 0,22 μm, algumas vezes utilizam-se acoplados a este filtro uma lâmpada ultravioleta (UV) de comprimento de onda 254 nm, que age impedindo a reprodução de microorganismos o que garante ainda mais a segurança microbiológica.

A água ultrapura pode ser utilizada em aplicações que exigem baixíssima presença iônica ou de partículas, como para análises de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), espectrofotometria, emissão e absorção atômica.

3.3.1.3 Deionização

No processo de deionização utilizam-se colunas com resinas de troca iônica. Assim, são removidos íons que podem interferir em análises ou serem prejudiciais aos equipamentos utilizados. De acordo com a substância a ser deionizada, são definidas as resinas, colunas, tempo de cada processo. O processo está baseado na capacidade de certas resinas trocarem seus íons fracamente ligados por outros, provindo de soluções aquosas, quando há contato entre a resina e a solução (SILVA, 2006).

As resinas de troca iônica são de origem natural ou sintética. As resinas sintéticas são constituídas, na sua maioria de copolímeros do estireno ou do ácido acrílico, com divinil benzeno, DVB, na forma de emulsão que forma pequenas esferas. Resinas de troca iônica, aniônica e catiônica, funcionam trocando íons

contaminantes. No caso de resinas de troca catiônica, íons hidrogênio (H^+) presentes da resina são trocados por contaminantes catiônicos, como Cálcio, Maganês, Cobre, Zinco, Cromo entre outros. Já com relação a resinas de troca aniônica trocam-se íons hidroxilas (OH^-) pelos contaminantes aniônicos como cloratos, cloreto, sulfato e ânions diversos. (DANTAS, 1988).

3.4 Impurezas encontradas na água

A água possui uma estrutura química peculiar, com um momento dipolo e tem grande facilidade em formar ligações de hidrogênio. Essas características fazem da água um excelente meio para solubilizar, absorver, suspender ou adsorver uma infinidade de compostos. Entretanto, sua pureza pode ser alterada pela facilidade em agregar contaminantes, o que pode comprometer a qualidade dos produtos elaborados a partir dela e também a vida útil dos sistemas de purificação (CARVALHO *et al.*, 2012; FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010; OLIVEIRA; PELEGRINI, 2011; WANCZINSKI *et al.*, 2011).

Existem diferentes tipos de impurezas na água de alimentação que entram no sistema de tratamento de água purificada, cuja remoção é de fundamental importância para preservar a vida útil dos aparelhos, bem como dos filtros e não sobrecarregar o sistema (SILVA, 2006).

Os contaminantes da água são constituídos por dois grandes grupos: químico e microbiológico (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010).

3.4.1 Contaminantes químicos: inorgânicos

Os contaminantes químicos podem ser inorgânicos e possuem diversas origens. A fonte de alimentação podem conter compostos de sílica oriundos da lixiviação dos rios e da extração de íons cálcio e magnésio provenientes dos materiais que a água entra em contato. Além disso, a água pode absorver gases como o dióxido de carbono que sofre ionização e forma o ácido carbônico. Ela também pode conter resíduos poluentes como os íons cobre, manganês e alumínio e os nitratos de fertilizantes (ALVES, 2013).

A forma mais simples de verificar estas substâncias inorgânicas é realizar a medida direta da condutividade ou da resistividade elétrica. A maioria das substâncias inorgânicas dissolvidas tem carga elétrica, positiva (cátions) ou negativa (ânions), e gera corrente elétrica quando os eletrodos são mergulhados na água e é aplicada uma voltagem. Quanto maior for a quantidade de íons presentes, maior será a condutividade e menor será a resistividade (BREDA, 2001).

3.4.2 Contaminantes químicos: orgânicos:

Os compostos orgânicos na água de alimentação podem ser de fonte natural e sintética. De fonte natural, são oriundos principalmente da decomposição da matéria orgânica, além de bactérias e outros seres vivos e seus subprodutos. Os compostos orgânicos de fontes sintéticas incluem resíduos industriais, lixo doméstico como detergentes, solventes, produtos agroquímicos, como os fertilizantes, herbicidas e pesticidas. Outros compostos são gerados por reações com produtos químicos decorrente de tratamento como o cloro (WHITEHEAD, 2003).

A especificação de carbono orgânico total COT é incluída por causa da contaminação da água purificada, pois pode ser uma fonte de interferências, por exemplo, inativar reagentes por ação enzimática (CLSI, 2006).

A análise de (COT) é necessária para monitorar os níveis de contaminação por impurezas orgânicas e auxiliar no controle dos processos de purificação e distribuição. A análise do COT deve ser realizada mensalmente para garantir a ausência de moléculas orgânicas (CLSI, 2006). Os Valores típicos de carbono orgânico total em água são mostrados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores típicos de carbono orgânico total

Tipo de purificação	Faixa esperada de COT (mg·L ⁻¹)
Água potável	0,5 a 7,0
Destilação	Cerca de 0,10
Deionização	0,05 a 0,50
Osmose reversa	0,04 a 0,10
Osmose reversa + deionização	0,01 a 0,05
Tecnologias combinadas	0,003 a 0,005
Tecnologias combinadas + oxidação UV	< 0,002

Fonte: (CLSI, 2006).

3.4.3. Vantagens e desvantagens do método de purificação

Existem vários métodos para remoção de impurezas, por isso é necessário recorrer a uma combinação de tecnologias, associando suas vantagens (tabela 4), a fim de se obter uma água de alta qualidade.

Tabela 4 – vantagens e desvantagens dos métodos de purificação

Métodos	Vantagens	Desvantagens
Filtração	Remoção de cloro, partículas e matéria orgânica	Produto sem eliminação de íons e bactérias
Destilação	Remove grande porcentagem de todo tipo de contaminantes	Alto custo e consumo de energia
Ultravioleta	Baixo consumo de energia	Danifica o mecanismo de replicação, sem remoção dos microrganismos
Deionização	Eficiência na substituição dos compostos inorgânicos	Saturação rápida das resinas de troca iônica
Eletrodeionização	Regeneração das resinas por corrente elétrica	Não há remoção de partículas e matéria orgânica
Micro/ultrafiltração	Filtração esterilizante	Morte dos microrganismos retidos por trás do filtro
Osmose reversa	Remove grande porcentagem de contaminantes	Membranas sujeitas a incrustações e obstruções a longo prazo

Fonte: (MENDES, M. *et al.*, 2011)

3.5 Parâmetros selecionados para controle de qualidade da água

De acordo com APHA, 2012, os parâmetros que devem ser monitorados na água reagente são bactérias, resistividade, condutividade, sílica, sólidos totais e carbono orgânico total.

Nesse trabalho foi realizada, em substituição a determinação do carbono orgânico total (COT), a determinação da matéria orgânica (oxigênio consumido), e pH.

3.5.1 Bactérias

Uma grande quantidade de microrganismos encontra-se incorporada à poeira e, ao se dissolverem na água, algumas espécies são capazes de proliferar e crescer ocasionando problemas, tais como o aparecimento de bactérias sésseis, formadoras de limo, que podem causar a aglutinação de sólidos em suspensão na água formando fouling capazes de bloquear trocadores de calor, crescimento de algas, fungos e como consequência, um meio anaeróbio sob o biofilme.(DANTAS, 1988).

As características biológicas das águas naturais referem-se aos diversos microrganismos que habitam o ambiente aquático. Sua relevância manifesta-se na possibilidade de transmitir doenças e na transformação da matéria orgânica dentro dos ciclos biogeoquímicos de diversos elementos como o nitrogênio. A segunda vertente consiste na degradação da matéria orgânica, realizada por bactérias, na qual obtém-se compostos minerais inorgânicos como nitratos, sulfatos e fosfatos passíveis de serem assimilados por outros microrganismos. (LIBÂNIO, 2005).

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser efetivada de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes. (VON SPERLING, 2005).

A detecção de coliformes totais e fecais, qualitativa ou quantitativa pode ser realizada pelo método dos tubos múltiplos, por meio da contagem da membrana filtrante e em substrato cromogênico. (LIBÂNIO, 2005).

3.5.2 Resistividade

Resistividade elétrica é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica. Quanto mais baixa for a resistividade, mais facilmente o material permite a passagem de uma carga elétrica. Sua unidade no SI é o ohm metro.

A resistência, R , é proporcional à distância, l , entre os eletrodos e é inversamente proporcional à área da seção transversal da amostra, A . Escrevendo ρ (rho) para a resistência específica (ou resistividade),

$$R = l A \rho. \quad \{ \displaystyle R = \{ \frac {} \} \{ A \} \} \rho. \} R = \{ \frac {} \} \{ A \} \} \rho.$$

Na prática, a célula de condutividade é calibrada usando soluções de resistência específica conhecida, ρ^* , portanto as quantidades de A não precisam ser conhecidas com precisão. Se a resistência da solução de calibração for R^* , uma constante de célula, C , é derivada.

$$R^* = C \times \rho^* \quad \{ \displaystyle R^* = C \times \rho^* \} R^* = C \times \rho^*$$

A condutância específica (condutividade), κ (kappa) é a recíproca da resistência específica.

$$\kappa = 1 / \rho = C / R \quad \{ \displaystyle \kappa = \{ \frac {} \} \{ \rho \} \} = \{ \frac {} \} \{ C \} \{ R \} \} \kappa = \{ \frac {} \} \{ \rho \} \} = \{ \frac {} \} \{ C \} \{ R \} \}$$

A condutividade também é dependente da temperatura. Às vezes, a razão de l e A é chamada de constante de célula, denotada como G^* , e a condutância é denotada como G . Então, a condutância específica κ (kappa) pode ser mais convenientemente escrita como: $\kappa = G^* \times G$

$$\kappa = G^* \times G$$

A resistência é medida por um medidor de condutividade. O recíproco da resistividade é a condutância, que mede a capacidade de conduzir uma corrente e é expressa em ohms recíprocos ou mhos. A unidade normal de medição de resistividade megohm = 1.000.000 ohm.

A condutividade elétrica de uma solução de um eletrólito é medida pela determinação da resistência da solução entre dois eletrodos planos ou cilíndricos separados por uma distância fixa. Uma tensão alternada é usada para evitar a eletrólise.

Conversão de unidades de resistividade em condutividade: $1 \text{ ohm} / 2 \times 10^{-5} = 1 / \text{condutividade} = 1 / 2 \times 10^{-5} \text{ ohm} = 0,5 \times 10^{-5} \text{ ohm} = 5 \times 10^{-4} \text{ ohm}$

3.5.3 Condutividade

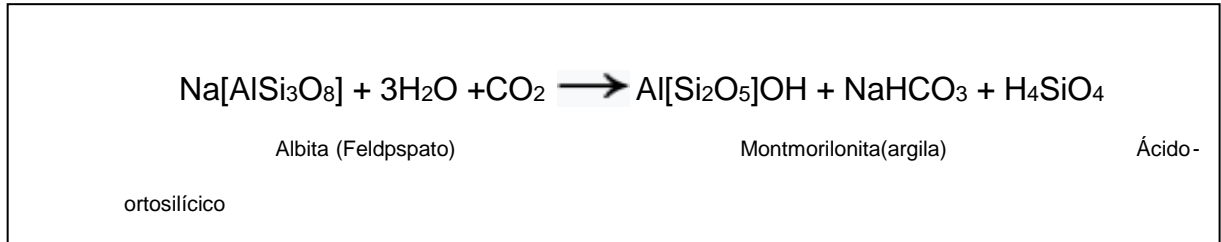
É uma propriedade iônica que indica a capacidade de condução de corrente elétrica na água, tem proporcionalidade direta com a concentração de sólidos dissolvidos, crescendo com a temperatura e variando com o tipo de sal dissolvido para uma mesma concentração. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela medida de condutividade de uma água. (MIRANDA, 2007).

A medida é feita através de um condutivímetro e a unidade usada é o MHO (inverso de OHM, unidade de resistência). Como a condutividade aumenta com a temperatura, usa-se 25°C como temperatura padrão, sendo necessário fazer a correção da medida em função da temperatura se o condutivímetro não o fizer automaticamente. No sistema internacional de unidades, adotado pelo Brasil, a unidade de condutância é siemens (S). (MIRANDA, 2007).

3.5.4 Sílica

O silício (Si) não é encontrado na natureza no estado elementar, mas sim em formas combinadas com a sílica e minerais silicatados. As argilas, micas, granitos, feldspatos, amianto e outros minerais que constituem a maior parte dos solos e rochas são silicatos e resultaram da combinação do dióxido de silício (óxido ácido) com vários óxidos básicos. Devido a presença de sílica no solo, nas rochas e na água, a ocorrência de Si é comumente relatada em SiO₂, quando analisadas amostras destes materiais. A sílica e as rochas tem pequena solubilidade em água e são difíceis de dissolver mesmo em ácidos fortes. Todos estes minerais (rochas) sofrem o processo de intemperização figura 2, sendo esta a via de entrada do silício nas águas. (POHLING, 2009).

Figura 2 – processo de intemperização dos minerais



Fonte: (POHLING, 2009).

A sílica solúvel, também chamada sílica reativa, geralmente está presente em águas brutas na forma de ácido silício e silicatos solúveis cuja concentração pode variar de 2 a mais de 100 mg.L⁻¹. A sílica em combinação com a dureza produz incrustações duríssimas e de difícil remoção em superfícies de troca de calor, como uma caldeira ou trocador de calor. (MIRANDA, 2007).

O método para determinação da sílica solúvel se baseia na reação do molibdato de amônio com o ácido silícico, dissolvido em meio ácido, formando o ácido sílico-molibdênio de cor amarela. O produto de redução deste ácido com o sulfito de sódio será o azul de sílico-molibdênio, que pode ser quantificado colorimetricamente (figura 2).

3.5.5 sólidos totais

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Os sólidos totais (ST) é o resíduo que resta na cápsula após evaporação em banho-maria de uma porção da amostra e sua posterior secagem em estufa a 103 – 105°C até peso constante. (BECKER, 2008).

3.5.5.1 Relação de condutividade com resistividade e sólidos totais dissolvidos

A condutividade tem proporcionalidade direta com a concentração de sólidos dissolvidos, crescendo com a temperatura e variando com o tipo de sal dissolvido para uma mesma concentração. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela medida de condutividade de uma água. (MIRANDA, 2007).

A tabela 5 mostra a relação entre os parâmetros condutividade, resistividade e sólidos totais dissolvidos.

Tabela 5 – relação de proporcionalidade sais dissolvidos e a condutividade elétrica,

Condutividade ($\mu\text{mhos.L}^{-1}$)	Resistividade (Ohms.cm)	Sólidos totais dissolvidos (mg.L ⁻¹)
0,056	18.000.000	0,0277
0,084	12.000.000	0,417
0,167	6.000.000	0,833
1,00	1.000.000	0,500
2,50	400.000	1,25
20,0	50.000	10,0
200	5000	100
2000	500	1.000
20.000	50	10.000

Fonte: Conductivity (electrolytic)

3.5.6 Matéria orgânica (oxigênio consumido)

A determinação da matéria orgânica (oxigênio consumido) fornece a quantidade de material orgânico, que é oxidável nas condições impostas durante o ensaio. A informação sobre a quantidade oxigênio consumido (OC) é útil para definir alterações da qualidade da água a ser tratada e indicar a efetividade do processo do tratamento aplicado, além de indicar o desenvolvimento de microrganismos nas unidades de tratamento. (MACEDO, 2003).

Este método se baseia na reação de oxidação por parte do permanganato de potássio (KMnO_4) em meio ácido, neste caso, utiliza-se o ácido sulfúrico (H_2SO_4),

em função do íon sulfato (SO_4^{2-}) não ser afetado pelo permanganato, que não o consome. (MACEDO, 2003).

O objetivo é oxidar quantitativamente as substâncias oxidáveis nas condições da determinação. Por este motivo, é necessário adicionar o permanganato em excesso e trabalhar a quente. (MACEDO, 2003).

A seguir adiciona-se uma solução redutora, neste caso utiliza-se o oxalato de sódio (NaC_2O_4) em quantidade estequiométrica, ou equivalente a permanganato adicionado previamente. (MACEDO, 2003).

Logicamente, ocorrerá uma sobra de oxalato equivalente ao permanganato que tenha sido consumido pelas substâncias oxidáveis contidas na amostra. (MACEDO, 2003).

A sobra ou excesso de oxalato será titulada com permanganato, sendo que, o volume gasto será igual ao consumido pela amostra.

3.5.7 pH a 25°C

Potencial hidrogeniônico, representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa é de 0 a 14. (VON SPERLING, 2005).

A origem natural são a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. (VON SPERLING, 2005).

A origem antropogênica são despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais, por exemplo, lavagem ácida de tanques. A forma do constituinte responsável são sólidos dissolvidos e gases dissolvidos. (VON SPERLING, 2005).

3.6 Estudo estatístico dos resultados

O boxplot é um gráfico construído com base no resumo dos cinco números, constituído por: valor mínimo, primeiro quartil (Q_1), mediana, segundo quartil (Q_2), terceiro quartil (Q_3) e valor máximo.

O gráfico é formado por uma caixa paralela ao eixo da escala dos dados (pode ser horizontal ou vertical). Essa caixa vai desde o primeiro quartil até o terceiro quartil e nele traça-se uma linha na posição da mediana. Essa caixa descreve os 50% centrais da distribuição, é comum a todas as variantes do boxplot. Pode-se acrescentar também uma linha, paralela à linha mediana, para indicar a média.

Na variante que usa efetivamente o resumo dos cinco números, continua-se a construção do boxplot traçando-se uma linha paralela à escala que vai de cada extremidade da caixa ao correspondente valor extremo dos dados. É praxe traçarem-se essas linhas pelo meio da caixa.

Outra variante bastante comum, trata de forma especial os valores atípicos, que são valores muito afastados da grande maioria dos dados. Há diferentes opções para se estabelecerem os limites que separam os valores atípicos, mas, estabelecida uma regra, os valores que se encontram entre esses limites são chamados valores adjacentes e aqueles fora dos limites são chamados valores extremos ou atípicos (FARIAS, 2009)).

O boxplot é uma ferramenta importante na análise exploratória, mostra graficamente a posição central dos dados (mediana) e a tendência, indicativo de simetria ou assimetria dos dados e os outliers.

O boxplot lado a lado no mesmo gráfico, compara a variabilidade (diferença entre os quartis ($Q3 - Q1$)) entre os dados. A distribuição é simétrica quando a média e a mediana coincidem, se a linha mediana dentro da caixa não é equidistante dos extremos, diz-se que os dados são assimétricos.

Na caixa o limite superior indica o percentual de 75% dos dados e o limite inferior indica o percentil de 25%.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água do destilador da marca Quimis modelo Q 341.22 (figura 3) foram coletadas mensalmente, no período de agosto a novembro de 2018 e as análises dos parâmetros selecionados para avaliação foram realizadas seguindo-se os métodos descritos em (APHA, 2012).

Figura 3 – Destilador da marca Quimis



Fonte: elaborada pela autora

Para a realização das análises foram seguidas as metodologias descritas em (APHA, 2012).

4.1 Determinação do pH Value (4500 H⁺ B – Eletrometric Method)

Figura 4 – pHmetro Digimed



Fonte: elaborada pela autora

Ajustou-se o pHmetro marca Digimed, modelo DM 22, com soluções tampões pH = 4,00 e 7,00 seguindo-se as informações do manual de instruções do fabricante.

Transferiu-se uma quantidade da amostra para um bécker de 100 mL. Lavou-se o eletrodo com água destilada e enxugou-se com um papel macio, em seguida fez-se a imersão do eletrodo no bécker contendo a amostra. Aguardou-se estabilização e anotou-se o resultado mostrado no visor do pHmetro..

4.2 Determinação da condutividade (2510 B. Laboratory Method)

Este método baseia-se na medida da habilidade da água ou solução aquosa em conduzir corrente elétrica. A unidade básica da resistência elétrica é o ohm, porém os instrumentos são calibrados usualmente em μohm . Conforme Sistema Internacional de Unidades a condutividade é expressa em $\mu\text{mho}\cdot\text{L}^{-1}$, devido a pequenas medidas de condutividade ($1 \mu\text{mho}\cdot\text{L}^{-1} = 1 \mu\text{S}\cdot\text{L}^{-1}$)..

Para a determinação da condutividade foi usado um condutímetro da marca Digimed, modelo DM 32, conforme mostrado na figura 5.

Figura 5- Condutímetro



Fonte: elaborada pela autora

Ajustou-se o condutivímetro marca Digmed, modelo DM 32, com uma solução padrão 0,01M de KCl, que corresponde a 1,412 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, seguindo-se as informações do manual de instruções do fabricante.

Transferiu-se uma quantidade da amostra para um bécker de 100 mL. Lavou-se o eletrodo com água destilada e enxugou-se com um papel macio, em seguida fez-se a imersão do eletrodo no bécker contendo a amostra. Aguardou-se estabilização e anotou-se o resultado mostrado no visor do condutivímetro.

4.3 Sólidos totais (2540 B. Total Solids Dried at 103-105°C)

Os sólidos totais (ST) é o resíduo que resta na cápsula após evaporação em banho-maria de uma porção da amostra e sua posterior secagem em estufa a 103 – 105°C até peso constante. (BECKER, 2008).

Em uma cápsula previamente seca por 1h e 30 minutos em estufa regulada na temperatura de 105°C, esfriada em dessecador e pesada, adicionou-se 100 ml da amostra e levou-se a evaporação em banho-maria. Depois de seca, em estufa e esfriada em dessecador, nas mesmas condições a cápsula foi pesada em balança analítica até peso constante (figura 6)..

Figura 6 – evaporação das amostras em banho-maria



Fonte: a autora

O resultado do resíduo seco foi calculado em mg.L^{-1} , segundo a equação:

$$\text{mg.L}^{-1} = (\text{peso 2} - \text{peso 1}) 1000 / V (1)$$

Onde:

P2 = peso da cápsula com o resíduo seco

P1 = peso da cápsula antes de colocar a amostra

V (L) = volume da amostra

4.4 Determinação de sílica (4500-SiO₂ C. Molybdosilicate Method)

Este procedimento analítico é aplicável à determinação de sílica em águas na faixa de 0 a 100 mg.L^{-1} . O molibdato de amônio forma com o ácido silício, dissolvido em meio ácido, ácido sílico-molibdico de cor amarela. O produto de redução deste ácido com o sulfito de sódio será o azul de sílico-molibdênico, que pode ser quantificado colorimetricamente.

A partir de uma solução padrão de sílica de 2139,0 $\text{mg SiO}_2\text{.L}^{-1}$ foram preparados cinco soluções padrões de 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 5,0 $\text{mg SiO}_2\text{.L}^{-1}$ (figura 7).

Figura 7 – soluções padrões de sílica



Fonte: elaborada pela autora

Transferiu-se 10 ml de cada um das soluções padrões para erlenmeyeres e em cada um deles foram adicionados 5 ml de ácido clorídrico (HCl) 2%, 1ml de ácido oxálico 10%, 5 ml de molibdato de amônio 10% e 10 ml de sulfito de sódio 17%. para a formação do composto azul de sílico-molibdênico (figura 8).

Figura 8 – soluções padrões de sílica



Fonte: elaborada pela autora

A leitura das absorvâncias para construção da curva de calibração de absorvância versus concentração de sílica foi feita no espectrofotômetro da marca Thermo. O mesmo procedimento foi usado para as amostras.

4.5 Determinação do oxigênio consumido OC (MACEDO, 2003)

Este método se baseia na reação de oxidação por parte do permanganato de potássio (KMnO_4) em meio ácido, neste caso, utiliza-se o ácido sulfúrico (H_2SO_4), em função do íon sulfato (SO_4^{2-}) não ser afetado pelo permanganato, que não o consome. (MACEDO, 2003).

Transferiu-se 50,0 ml da amostra em duplicata em erlemeyer de 250 ml, adicionou-se 1,0 ml de ácido sulfúrico concentrado, levou-se a fervera em chapa

aquecedora por 10 minutos, adicionou-se 10,0 ml de oxalato de sódio e titulou-se a quente com solução de permanganato de potássio (KMnO_4) – 0,0125 N (figuras 9 e 10).

A concentração de OD é calculada de acordo com a equação 2:

$$\text{O}_2 \text{ consumido. mg.L}^{-1} = N \cdot V(\text{ml}) \cdot Fc \cdot 8 \cdot 1000 / V \quad (2)$$

Onde:

N = concentração da solução de KMnO_4 – 0,0125 M

fc = fator de correção

V (mL) = volume gasto da solução de KMnO_4 – 0,0125 M

V (mL) = volume da amostra

Figura 9 – titulação da amostra



Fonte: elaborada pela autora

Figura10 – final da titulação



Fonte: elaborada pela autora

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pureza da água destilada ou deionizada, é verificada comumente por medições condutimétricas. A condutividade da água destilada varia de $0,5 \times 10^{-6}$ a $3 \times 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ou $0,5$ a $3 \text{ } \mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1}$ e o menor traço de uma impureza iônica leva a um grande aumento da condutividade. A monitoração condutimétrica é empregada em laboratórios para acompanhar a operação de unidades de troca iônica que produzem água deionizada (MACEDO, 2003).

A tabela 6 mostra os resultados médios obtidos dos parâmetros analisados para a água coletada do destilador no período citado.

Tabela 6 – resultados médios obtidos para os parâmetros analisados

PARÂMETROS	RESULTADOS MÉDIOS			
	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
pH a 25°C	6,10±0,07	6,20±0,07	6,06±0,01	6,25±0,0
Condutividade ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	1,95±0,05	1,91±0,02	1,98±0,04	2,74±0,15
Sílica ($\text{mg SiO}_2.\text{L}^{-1}$)	$\leq 10,7$	$\leq 10,7$	$\leq 10,7$	$\leq 10,7$
Sólidos totais (mg.L^{-1})	1,2±0,05	1,0±0,02	1,2±0,04	1,6±0,15
Matéria orgânica (mg O_2 consumido. L^{-1})	17,9±0,04	18,0±0,04	17,0±0,41	16,0±0,04

Fonte: elaborada pela autora

De acordo com os valores da tabela 6, verificou-se que somente o valor de matéria orgânica (OC), decresceu, enquanto para os outros parâmetros analisados, exceto a sílica, apresentaram maiores valores no mês de novembro, isso pode ser explicado provavelmente por consequência da qualidade da água de entrada no destilador ou a formação de incrustações nas membranas, mostrando que é de fundamental importância o monitoramento da qualidade da água de entrada e a limpeza do destilador, para preservar a vida útil dos aparelhos, bem como dos filtros e não sobrecarregar o sistema (SILVA, 2006).

Segundo Becker (2010) o termo qualidade da água refere-se à concentração dos constituintes particulados e dissolvidos na água e que podem ter uma influência direta ou indireta nos seus usos. Um laboratório, para produzir dados consistentemente confiáveis, deve então implementar um programa apropriado de procedimentos de garantia de qualidade.

Também foi observado que a condutividade tem proporcionalidade direta com a concentração de sólidos dissolvidos, crescendo com a temperatura e variando com o tipo de sal dissolvido para uma mesma concentração. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela medida de condutividade de uma água. (MIRANDA, 2007).

Os parâmetros de qualidade da água reagente, devem obedecer as concentrações estabelecidos pela Table 1080:II. Reagent Water Specifications do Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater (APHA, 2012), 1080 Reagent C. Reagent Water Quality, a qual estabelece o valor de condutividade

de 10 ($\mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$) e de sólidos totais de 6 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) para água tipo III, portanto a água destilada do laboratório está em conformidade com a referência citada.

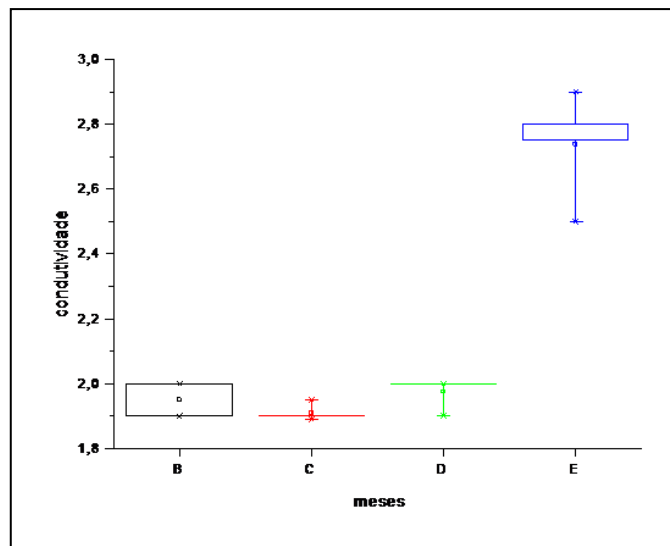
Em relação a sílica, a concentração manteve-se menor que o limite de detecção (LD) do método.

Em relação ao resultado de matéria orgânica, o decréscimo na concentração pode ser explicado pelo fato do aumento das concentrações da condutividade e sólidos totais, por consequência do aumento dos sólidos totais dissolvidos na água destilada. Quando a amostra não contém impurezas, o reagente permanganato de potássio não é consumido.

5.1 Estudo estatístico

Com relação aos resultados obtidos para o valor de condutividade, foram construídos gráficos tipo boxplot usando o programa Origin para estudar a variabilidade dos dados de condutividade e sólidos totais (gráficos 1 e 2).

Gráfico 1 – boxplot da condutividade

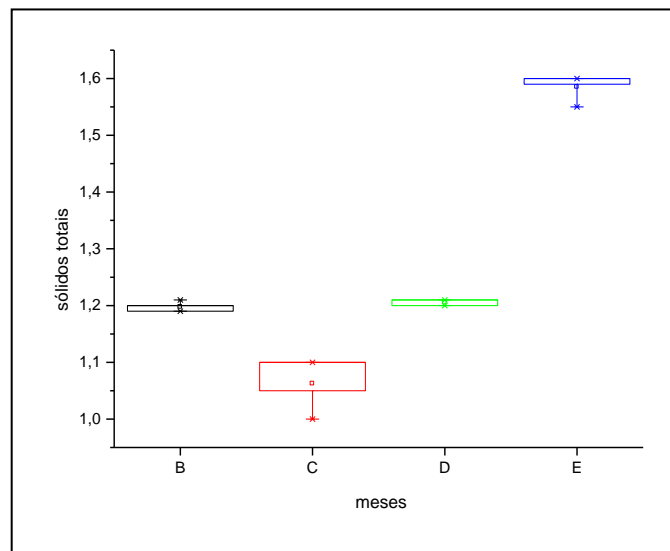


Fonte: elaborado pela autora

Legenda:

- B= Agosto
- C=Setembro
- D=Outubro
- E=Novembro

Gráfico 2 – boxplot dos sólidos totais



Fonte: elaborado pela autora

De acordo com o gráfico 1, observou-se que os resultados de condutividade apresentaram menor variabilidade no mês de agosto (letra B) e de acordo com o gráfico 2, observou-se que os resultados de sólidos totais apresentaram menor variabilidade no mês de outubro (letra D).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- O destilador de marca Quimis - Modelo Q341.22, é um equipamento monitorado com realizações de limpezas mensais, o que proporciona uma maior segurança no desenvolvimento das atividades do laboratório;
- À água destilada do laboratório encontra-se com os valores de condutividade, sólidos totais e sílica, em conformidade com os valores estabelecidos pela tabela de especificações para água reagente tipo III do Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater (APHA, 2012);
- Apesar de não ser um parâmetro estabelecido em (APHA, 2012), observou que a qualidade da água de entrada que alimenta o destilador influencia diretamente na qualidade da água destilada que é produzida.

Conclui-se então que a água de entrada da mesma forma que a água destilada produzida, deve ser monitorada, assim como também a limpeza do equipamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Diáz de Santos,S.A. **APHA-AWWA-WPCF**: Métodos Normalizados para el analisis de aguas potables y residuales. Madrid (España): Ediciones, 1992.

APHA. **Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater**. American Public Associations. 22th. Washington DC, 2012.

BASQUES, F. W. A. **A água como reagente**. Labtest, 2010. Disponível em: . Acesso em: 7 maio 2011. 4. BASU, S.; PAL, A.; DESAI, P. K. Quality control of culture media in a microbiology laboratory. Indian J Med Microbiol, 2005. Disponível em: . Acesso em: 18 jan. 2011

BECKER. Helena. **Controle analítico de águas**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Dispõe sobre regulamentação técnica para funcionamento de laboratórios clínicos. Resolução da Diretoria Colegiada, RDC no 302, 2005.

BÔLE, J.; MABIC, S. Clin Chem Lab Med, :**Utilizing ultrafiltration to remove alkaline phosphatase from clinical analyzer water**. p. 603, 2006.

BURLIN, C. L.; ALBERTÃO, F. Rev Meio Filtrante: **Qualidade no laboratório**. ed. 26, 2007.

CLEMENTINO, M. R. A.; NETO, P. J. R.; ALENCAR, J. R. B. Rev Bras Farm :**Carbono orgânico total**: metodologia analítica e aplicações para indústria farmacêutica. 1.Ed,. 74p.

DANTAS,Evandro. **Geração de vapor e água de refrigeração** Rio de Janeiro: José Olympio,1988.

Farias, Ana Maria Lima de. **Métodos Estatísticos I**. Rio de Janeiro : Fundação CECIERJ, 2009.

LIBÂNIO. Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**.São Paulo: Átomo,2005.

MACEDO,Jorge Antônio Barros de. **Métodos de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte, 2003.

MIRANDA,Luís Alcides Schiavo. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Porto alegre, 2007. 148p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução a qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

POHLING, Rolf. **Reações químicas na análise de água**. Fortaleza. 334p. 2009.