UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL

ALISSON FABRICIO DE OLIVEIRA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SETOR DE HEMODIALISE DE UM HOSPITAL DA REDE PRIVADA DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

JOÃO PESSOA
2023

ALISSON FABRICIO DE OLIVEIRA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SETOR DE HEMODIALISE DE UM HOSPITAL DA REDE PRIVADA DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Química Industrial do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Químico Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Rennio Felix de Sena.

Coorientador: Me. Lucas Araújo Trajano Silva.

JOÃO PESSOA

2023

Catalogação na publicação Seção de

O48m Oliveira, Alisson Fabricio de.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SETOR DE HEMODIALISE DE UM HOSPITAL DA REDE PRIVADA DA CIDADE DE

JOÃO PESSOA ? PB / Alisson Fabricio de Oliveira. - João Pessoa, 2023.

36 f.

Orientação: RENNIO FELIX DE SENA SENA. Coorientação: LUCAS ARAUJO TRAJANO SILVA SILVA.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

UFPB/CT/BSCT CDU 66.01(043.2)

Catalogação e Classificação

Elaborado por ONEIDA DIAS DE PONTES - CRB-15/198

ALISSON FABRÍCIO DE OLIVEIRA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SETOR DE HEMODIALISE DE UM HOSPITAL DA REDE PRIVADA DA CIDADE DE JOÃO PESSOA — PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química Industrial do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Químico Industrial.

Data: 07 de novembro de 2023

Resultado: Aprovado

Banca Examinadora

gov.br Documento assinado digitalmente
RENNIO FELIX DE SENA
Data: 20/11/2023 15:23:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Rennio Felix de Sena
(Orientador)

Me. Lucas Araujo Trajano Silva
(Coorientador)

Prof. Dra. Ana Flavia Santos Coelho(Examinadora Interna)

Me. Rhafael Cainã Santos de Melo
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Deus por todos os livramentos e proteção. 2022 e 2023 foram anos nada fáceis.

A mim mesmo por não ter desistido nem do curso e nem de mim mesmo.

A minha mãe Maria Salete (in memória) que apesar de não estar mais fisicamente entre nós sempre senti seu amor e sua proteção por onde quer que eu fosse.

Ao meu pai Alberto Ferreira, que apesar de seu jeito durão sempre me apoiou e me incentivou a "terminar meus estudos", sou muito grato a Deus pela sua vida.

A minha "madrasta" que na verdade sempre foi uma "boadrasta" Maria Dalvanira que sempre cuidou de mim como se eu fosse seu filho de sangue.

A minha Tia Mercia que sempre orou por mim e me ajudou durante toda a minha graduação.

A minha vovó Maria Eunice que cuidou sempre de mim com muito amor.

As minhas tias Juberlita Moura e Cida Florêncio que foram anjos na minha vida, sempre me dando muito amor e me ajudando a superar muitas dificuldades com suas sabias palavras e conselhos. Muito obrigado mesmo!!

A minha amiga Cecília Pimentel que foi outro anjo na minha vida. Obrigado por dividir seus momentos, suas dores e suas alegrias comigo e sempre me acolher com esse sorriso maravilhoso que você tem!

Aos meus amigos mais próximos do curso que me ajudaram a tornar meus dias mais leves mesmo em fim de período.

A empresa junior PROJEQ e ao Centro Academico de química industrial CAQI por me proporcional tanto crescimento profissional como pessoal.

A Universidade Federal da Paraíba por me proporcionar um ambiente tão diverso e construtivo.

Ao Prof Dr Rennio Felix de Sena por sempre ter me aconselhado a "ter cuidado com essa moto" e por ter aceitado ser meu orientador.

A Prof Drª Ana Flavia Santos Coelho por ter me aceitado como seu aluno de iniciação cientifica e por ter me introduzido e acreditado em mim nesse mundo acadêmico.

Ao Me Lucas Araujo Trajano Silva por ter topado ser meu coorientador e ter me ajudado demais a desmistificar esse meu TCC e também por todos os conselhos e conversas que tivemos. Muito Obrigado!

A toda equipe da Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA pela oportunidade de estágio engrandecedor. A toda a equipe da Coordenadoria de Medições Ambientais (Lucas, Rhafael, Isabel, Laiane, Jose Carlos) que também contribuíram de alguma forma meu crescimento profissional e pessoal.

Aos meus familiares que de alguma forma também me ajudaram nessa jornada da graduação.

Obrigado a todos!!!

“*Os soldados mais fortes não são descobertos em tempo de paz e sim resistindo em meio as suas guerras.”*

(Júlio César)

RESUMO

As análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos são de extrema importância para o monitoramento da qualidade da água utilizada para hemodiálise e devem serem realizadas com uma periocidade continua. Com o objetivo de monitorar e avaliar o desempenho do tratamento da água de diálise de um hospital da rede privada da cidade de João Pessoa no estado da Paraíba comparando os resultados obtidos com o padrão estabelecido pela legislação, foram realizadas análises de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológico que são exigidos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 11 de 13 de março de 2014. Durante o período de março a agosto de 2023, foram realizadas coletas de água mensais no hospital. Os pontos de coleta, denominados "A" e "B", foram fixados, respectivamente, no poço artesiano do hospital, que possui em média 100 metros de profundidade, e logo após todas as etapas da estação de tratamento de água para diálise instalada no local. Os resultados nos mostraram que a estação de tratamento existente no hospital tem um desempenho excelente na diminuição das concentrações dos parâmetros analisados. Porém, mesmo com todo o tratamento feito ainda é possível encontrar concentrações do íon Cromo na água após o processo. Foi proposto ao hospital um controle maior na desinfecção dos equipamentos e uma periocidade menor para a manutenção dos filtros pré-tratamento da água por osmose reversa dando uma atenção maior ao filtro abrandador que é responsável por diminuir a concentração desse tipo de metal. Ter uma água de qualidade para hemodiálise é um meio de prevenção de riscos à saúde dos pacientes.

Palavras-Chave: água, hemodiálise, controle de qualidade, tratamento.

ABSTRACT

Analyzes of physical, chemical, and biological parameters are extremely important for monitoring the quality of water used for hemodialysis and must be carried out on a continuous basis. With the aim of monitoring and evaluating the performance of dialysis water treatment in a private hospital in the city of João Pessoa in the state of Paraíba, comparing the results obtained with the standard established by legislation, analyzes of some physicochemical parameters were carried out. and microbiological that are required by Resolution of the Collegiate Board (RDC) 11 of March 13, 2014. During the period from March 2023 to August 2023, monthly water collections were carried out at the hospital. The first collection point (A) was directly from the water from the hospital's artesian well, which is on average 100 meters deep, and the second collection point (B) was just after all stages of the dialysis water treatment plant installed in the hospital. local. The results showed us that the hospital's existing treatment plant has excellent performance in reducing the concentrations of the analyzed parameters. However, even with all the treatment carried out, it is still possible to find concentrations of Chromium ion in the post-treatment water. The hospital was proposed to have greater control over the disinfection of equipment and a shorter periodicity for the maintenance of reverse osmosis water pre-treatment filters, paying greater attention to the softening filter, which is responsible for reducing the concentration of this type of metal. Having quality water for hemodialysis is a means of preventing risks to patients' health.

Keywords: water, hemodialysis, quality control, treatment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 OBJETIVOS 12
2.1 OBJETIVO GERAL 12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
3 JUSTIFICATIVA 13
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14
4.1 HEMODIÁLISE 14
4.1.1 Diálise 14
4.1.2 Variações de tratamento para hemodiálise 14
4.1.3 Hemodiálise no cenário brasileiro 15
4.2 ÁGUA PARA HEMODIALISE 16
4.2.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE 18
5 MATERIAIS E METODOS 21
5.1 EQUIPAMENTOS 21
5.2 REAGENTES: 22
5.3 METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA ÁGUA. 22
5.4 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE DADOS 23
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 23
6.1 TRATAMENTO DA ÁGUA DE HEMODIÁLISE 23
6.2 PARAMETROS EXIGIDOS PELA RDC 11/2014 25
7 CONCLUSÃO 36

1 INTRODUÇÃO

A hemodiálise é um procedimento vital em que uma sofisticada máquina assume parte das funções renais que um rim doente já não consegue desempenhar. Consiste em uma filtração e limpeza do sangue, retirando os resíduos prejudiciais à saúde humana., como excesso de sal e de líquidos não desejáveis. Esse tratamento é indicado para pacientes que possuem uma insuficiência renal aguda ou crônica na qual os medicamentos indicados não surtem mais efeito e não impedem a progressão da doença. É papel do médico especialista em doença dos rins (nefrologista) indicar o início do tratamento em conjunto com o próprio paciente. (MINISTERIO DA SAUDE, 2019)

De acordo com a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) (NERBASS, F. B. *et al.*, 2023), havia 849 centros de dialise crônica ativos e registrados na SBN em 2021, esse número é 1,8% maior quando comparado com o ano de 2020. Estima-se que o número total de pacientes em julho de 2021 foi de 148.363 (uma variação de ± 5% = 140.945 a 155.781), 2,5% maior do que em julho de 2020. No contexto da pandemia de Coronavirus, entre janeiro e julho de 2021, dos 834 centros de dialise foram analisados 234 e nestes foram relatados 5.344 casos de COVID-19 e 1.362 óbitos. Durante o mesmo período a cada 10.000 pacientes em tratamento de dialise 1.236 testaram positivos para COVID-19.

Segundo Buzzo *et al*. (2010), o procedimento de hemodiálise é empregado para normalizar o balanço eletrolítico e a remoção de substâncias tóxicas do organismo com o uso de um rim artificial e de uma solução de diálise, composta principalmente por água. Considerando que o paciente é exposto a cerca de 18.000 litros de água ao ano, ter uma água de qualidade é primordial para a prevenção de possíveis contaminações.

A água empregada no procedimento de hemodiálise deve apresentar uma qualidade excepcional, uma vez que os pacientes que têm contato direto com ela são indivíduos imunocomprometidos e altamente suscetíveis a contaminações. (LIMA, Jose *et al*., 2005)

Considerando que os parâmetros da água estão diretamente ligados a qualidade do tratamento dialítico e a segurança da saúde do paciente, foram estabelecidos padrões mínimos de qualidade no Brasil definidos na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 11, de 13 de março de 2014, as quais estabelecem o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise; enquanto a RDC nº 33, de 3 de junho de 2008, dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância

Sanitária. Há também normas internacionais, seguidas pela Comunidade Europeia e as normas sugeridas pela *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI) nos E.U.A.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade e o tratamento da água de poço fornecida para o setor de hemodiálise de um hospital particular da cidade de João Pessoa através de parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e biológicos da água de poço coletada em 2 pontos do hospital de acordo com o que é exigido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 11/2014.

- Avaliar a eficiência do tratamento de água utilizado e propor, de acordo com os resultados obtidos, um plano de ação para ter um maior controle da qualidade da água para a hemodiálise.

3 JUSTIFICATIVA

Para garantir uma maior segurança aos pacientes no hospital, é necessário possuir um controle de infecção hospitalar rigoroso. Em particular, para os pacientes submetidos à hemodiálise, a supervisão da qualidade da água que terá contato "direto" com seu sangue é crucial. Na história existem vários relatos de surtos e tragédias. Pacientes adquirindo sequelas graves e ou vindo a óbito são retratos do falho e mau tratamento da água utilizada no procedimento. É nesse sentido que o presente trabalho destina-se à análise da qualidade da água do setor de hemodiálise de acordo com o que é exigido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 11, de 13 de março de 2014, durante um período de 6 meses, com coletas mensais de amostras.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 HEMODIÁLISE

4.1.1 Diálise

O termo dialise foi criado em 1854 pelo químico escocês Thomas Graham (1805-1869), que descreveu o fenômeno, pelo qual, utilizando uma membrana semipermeável constituída de material vegetal, demonstrou a separação de substâncias coloides e cristaloides. Em 1913, John J. Abel (1857-1938) *et al*. descreveram o mesmo fenômeno como um método em que o sangue retirado de um cachorro era submetido a um fluxo extracorpóreo e, no final do procedimento, retornava à sua circulação, sem prejuízo ao animal. Este ensaio foi realizado através do uso de um aparelho constituído por oito tubos de um material similar ao empregado na fabricação de salsichas, no qual circulava o sangue anticoagulado com hirudina (extraída de sanguessugas), que por sua vez era banhado por uma solução de troca dentro de um cilindro de vidro. Após 11 anos, Georg Haas (1886-1971), realizou o que é considerado por muitos a primeira sessão de hemodiálise (HD) em humanos. Georg conseguiu submeter seu primeiro paciente a uma sessão que durou 15min. Embora, sem resultados claros, o procedimento ocorreu sem nenhuma complicação e demonstrou, pela primeira vez, a possibilidade de purificar o sangue de um ser humano (RIELLA *et al*., 2018).

A diálise é um processo no qual a composição de solutos de uma solução, A, no caso o sangue humano, é alterada pela exposição desta solução a uma segunda solução, B, através de membrana semipermeável. (DAUGIRDAS *et al.*, 2016)

4.1.2 Variações de tratamento para hemodiálise

O tempo de cada sessão de HD e sua frequência semanal foram estabelecidos ao longo do tempo, sempre buscando satisfazer a necessidade de reversão da uremia com um tratamento que possibilite o paciente a ter uma rotina de uma pessoa que não faz a utilização da HD. O conceito de diálise adequada é algo que vem em constante mudança ao longo dos anos. Nos primórdios, a dialise tinha como objetivo principal evitar a morte por hipervolemia (excesso de fluidos no sangue) ou hiperpotassemia (nível elevado de potássio no sangue). Hoje a diálise busca reverter sintomas urêmicos, reduzir complicações em longo prazo, diminuir o risco de

mortalidade e proporcionar uma melhoria na qualidade de vida do paciente. (RIELLA *et al*., 2018)

Dentro desse contexto, alguns esquemas de hemodiálise foram propostos ao longo do tempo, visando sempre garantir um maior conforto ao paciente.

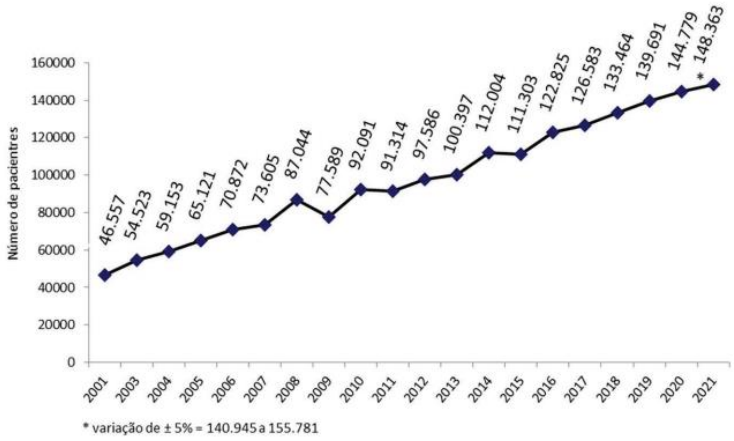
Na maioria dos casos, os pacientes são tratados em unidades de HD dentro de hospitais ou em unidades de clínicas independentes. Em geral, o tratamento segue uma prescrição quase igual para todos em relação a quantidade de sessões e seu tempo de duração. O primeiro esquema é o convencional, de 3 sessões por semana, que é onde se encontra a maior parte dos pacientes em programa regular de HD, geralmente submetidos a 3 sessões semanais com 4 horas de duração por tratamento. O segundo esquema é o diário de curta duração, proposto como alternativa ao convencional por tratar-se de um procedimento simples e de fácil implantação, podendo ser executado tanto nas unidades como em domicílio. Consiste em sessões diárias de 2 a 3 h podendo folgar um dia na semana. O terceiro é a HD noturna prolongada, que embora seja prescrita de forma variada, geralmente consiste em realizar de 5 a 7 sessões semanais de 8 h por noite, nas quais o fluxo de sangue e de solução de diálise são mais lentos do que o convencional. O quarto é o de 3 sessões prolongadas por semana, onde cada sessão pode chegar até 8h de duração. Há relatos que este esquema é o que possui a menor taxa de mortalidade já conhecida. O quinto e último esquema é o de Hemodiafiltração onde os dialisadores possuem uma membrana de alta permeabilidade e a depuração do sangue se dá concomitantemente por difusão e convecção. Este método existe há décadas, porém além de ser um esquema de alto custo, apresenta uma capacidade limitada de remoção de toxinas urêmicas. Em todos os esquemas é de suma importância que a água da solução dialise seja de uma qualidade satisfatória. (RIELLA *et al*., 2018)

4.1.3 Hemodiálise no cenário brasileiro

No Brasil, existiam aproximadamente 841 centros de diálise crônica até julho de 2021. O número de pacientes dependentes do procedimento de HD foi de 148.363 em julho deste mesmo ano (Figura 1), onde sofreu um aumento de cerca de 2,5% comparado ao mesmo período do ano de 2020. O número de pacientes prevalentes em diálise também aumentou, de 684 em 2020 para 696 por milhão da população (pmp) em 2021. (NERBASS *et al.*, 2023)

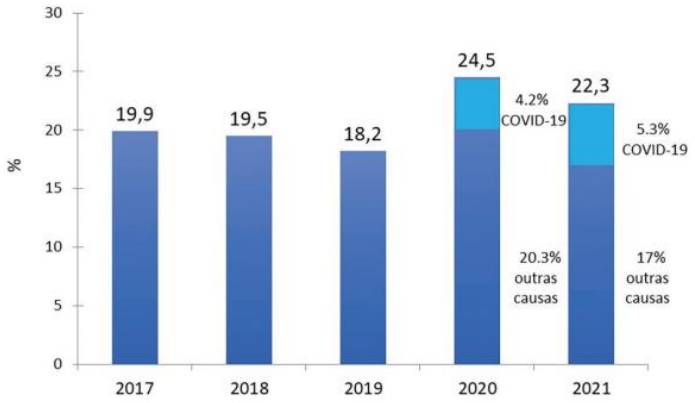
No entanto, ainda que o número de novos pacientes em diálise tenha aumentado 15 pmp comparado ao ano de 2020, avaliando o número estimado de óbitos no ano todo (um total de 33.101) e a taxa bruta de mortalidade, mesmo com a ascensão do COVID-19, houve uma diminuição de 24,5% em 2020 para 22,3% em 2021, uma diminuição de 2,2 pontos percentuais. (Figura 2) (NERBASS *et al.*, 2023)

Figura 1 – Número estimado de pacientes em diálise crônica por ano.



Fonte: Censo Brasileiro de diálise 2021

Figura 2 – Taxa bruta de mortalidade anual estimada de pacientes em dialise.



Fonte: Censo Brasileiro de diálise 2021

4.2 ÁGUA PARA HEMODIALISE

De acordo com o Ministério da Saúde, 2021, é considerada água para consumo humano a água potável destinada a ingestão preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. No Brasil, o padrão de potabilidade é estabelecido pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação n°5, de 28 de setembro de 2017, que fala sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Consumir água fora desses padrões pode oferecer riscos à saúde, causando intoxicações e contaminações por bactérias, vírus, protozoários, helmintos, entre outros.

Normalmente o ser humano consome cerca de 10 L de água por semana, enquanto pacientes de HD convencional e de uso regular são expostos a um volume de água, em média, de 360 L por semana. Tendo em vista esse alto volume, geralmente fornecido pelos sistemas públicos, o tratamento de água utilizado para torná-la potável representam fatores de risco aos pacientes em HD. Por isso, a água utilizada para HD deve ser novamente purificada por um meio de tratamento específico para reduzir/eliminar alguns contaminantes. Atrelada a esse tratamento vem a escolha dos equipamentos fundamentais para adequação a esse processo, sendo eles: um sistema inicial de eliminação de partículas; um filtro de carvão ativado, para a retirada de cloro; um sistema para remoção de íons; um sistema eliminador de partículas após passagem pelo carvão e resinas e um equipamento de osmose reversa. (RIELLA *et al*., 2018)

Em 1996, cerca de 60 pacientes vieram a óbito após sessões de HD na cidade de Caruaru no estado de Pernambuco (PE). Após investigações, causa apontada foi de contaminação da água usada por uma toxina chamada microcistina, liberada pelas cianobactérias, algas verde-azuladas presentes na água no processo de HD. A água naquela ocasião era transportada por caminhões pipa fornecidos pela companhia de saneamento do estado de PE (G1, 2016). Até a década de 70, a água utilizada para realizar o procedimento de hemodiálise era a mesma água que é considerada própria para consumo humano. Com vários relatos de surtos e tragédias causadas por contaminações provenientes da água da HD a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou a qualidade da água para este tipo de tratamento. Atualmente a legislação em vigor para a água de hemodiálise é a RDC nº 11, de 13 de março de 2014, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para hemodiálise. (RIELLA *et al*., 2018)

4.2.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

A qualidade da água pode se classificar como um conjunto de características físicas, químicas e microbiológicas. Os parâmetros utilizados nesse trabalho servem para qualificar e quantificar as concentrações máximas permitidas, de acordo com os limites estabelecidos pela RDC 11, de 13 de março de 2014, mostrados na Tabela 1, acrescidos dos parâmetros de condutividade e sólidos dissolvidos totais que serão discorridos no item 6 Resultados e Discussão do presente trabalho.

Tabela 1: Parâmetros da Qualidade de Água de Hemodiálise

Características	**Parâmetros**	**Valor máximo permitido**
Físico	Cor aparente	Incolor
Físico	Turvação	Ausente
Físico	Sabor	Insípido
Físico-químico	Cloro residual livre	água da rede pública: > 0,2 mg/L; água de fonte alternativa: > 0,5 mg/L
Químico	pH	6,0 a 9,5
Biológico	Coliforme Total	Ausência em 100 ml
Biológico	Contagem de Bactérias Heterotróficas	100 UFC/ml
Biológico	Endotoxinas	0,25 EU/ml

Físico-químico	Alumínio	0,01 mg/l
Físico-químico	Antimônio	0,006 mg/l
Físico-químico	Arsênico	0,005 mg/l
Físico-químico	Bário	0,1 mg/l
Físico-químico	Berílio	0,0004 mg/l
Físico-químico	Cádmio	0,001 mg/l
Físico-químico	Cálcio	2 mg/l
Físico-químico	Chumbo	0,005 mg/l
Físico-químico	Cloro Total	0,1 mg/l
Físico-químico	Cobre	0,1 mg/l
Físico-químico	Cromo	0,014 mg/l
Físico-químico	Fluoreto	0,2 mg/l
Físico-químico	Magnésio	4 mg/l
Físico-químico	Mercúrio	0,0002 mg/l
Físico-químico	Nitrato (N)	2 mg/l
Físico-químico	Potássio	8 mg/l
Físico-químico	Prata	0,005 mg/l

Físico-químico	Selênio	0,09 mg/l
Físico-químico	Sódio	70 mg/l
Físico-químico	Sulfato	100 mg/l
Físico-químico	Tálio	0,002 mg/l
Físico-químico	Zinco	0,1 mg/l

Fonte: RDC 11, de 13 de março de 2014

5 MATERIAIS E METODOS

As análises dos parâmetros de qualidade da água deste trabalho foram feitas no laboratório de Coordenadoria de Medições Ambientais (CMA) da Superintendência de administração do Meio Ambiente (SUDEMA) todas em triplicatas. As coletas foram realizadas nas dependências de um hospital da rede privada da cidade de João Pessoa – PB seguindo as orientações do guia nacional de coleta e preservação de amostras de 2011, durante o período de março a agosto de 2023, sendo realizadas coletas de uma amostra a cada mês. Os pontos de coleta são referentes à captação de água do poço artesiano (A), que possui outorga junto à Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA). Este poço situa-se a uma profundidade de aproximadamente 100 metros. O segundo ponto de coleta é referente à saída de água do tanque de água tratada (B) após todo o pré-tratamento e osmose reversa da água do poço.

5.1 EQUIPAMENTOS

As análises para os parâmetros de cor, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, cromo hexavalente, nitrato, cloro residual livre, cobre e sódio, foram realizadas utilizando os equipamentos demonstrados nas figuras abaixo:

- Espectrofotômetro Pharo 300 M da Spectroquant

- Colorimetro DM-COR da Digimed

- pHmetro da Sensoglass

- Condutivímetro da Sensoglass

Fonte: O autor.

Já para as análises do parâmetro de coliformes totais foi utilizado o método da membrana filtrante contido no manual prático de análise de água da FUNASA e o equipamento e material utilizado foi um sistema filtrante com membrana de contagem conforme imagens abaixo:

Sistema de filtragem

Estufa de cultura bacteriológica da SPlabor

Fonte: O autor

Após filtragem a membrana foi sobreposta em uma placa de petri contendo ágar MFC e incubada a 45°C durante 24horas. Após término do período de incubação foi realizada a contagem do número de colônias surgidas.

5.2 REAGENTES:

- Ágar MFC
- Cromo Test da Merck
- Nitrato Test da Merck
- Cloro Test da Merck
- Cobre Test da Merck
- Sódio Test da Merck

5.3 METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA ÁGUA.

Para as análises feitas na Coordenadoria de Medições Ambientais (CMA) da SUDEMA, foi utilizada a metodologia proposta pelos kits da Merck, para os parâmetros de cromo hexavalente, nitrato, cloro residual livre, cobre e sódio. Tendo como equipamento o Espectrofotômetro Pharo 300 M da Spectroquant que utiliza o princípio da espectrometria por

absorção que tem como base as metodologias contidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition 2017.

5.4 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE DADOS

Os resultados foram examinados e validados de acordo com os valores máximos permitidos na RDC nº 11 de 13 de março de 2014. Os valores que ficaram dentro do limite máximo da legislação foram considerados resultados esperados e para os que não se enquadraram, foi analisada a possível causa da não conformidade. Os resultados que ficaram abaixo do limite de quantificação dos equipamentos foram considerados satisfatórios, pois o limite de quantificação coincide com o valor máximo permitido pela legislação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 TRATAMENTO DA ÁGUA DE HEMODIÁLISE

Inicialmente, foi analisado o tipo de tratamento da água para hemodiálise feito no hospital. Foi constatado que o tratamento realizado é o de osmose reversa dupla, pois é o método comumente utilizado para obter água no padrão adequado. Adicionalmente, existe um pré-tratamento feito através de três tipos de filtros: multimeios, abrandador e carvão ativado. Abaixo, respectivamente, se encontram as figuras 7, 8 e 9, referente aos filtros do pré-tratamento da água. A desinfecção dos filtros é feita mensalmente.

Figura 7: Filtro multimeios.

Figura 8: Filtro abrandador.

Figura 9: Filtro carvão ativado

Fonte: O autor.

O filtro multimeios é composto por camadas sucessivas e de diferentes granulometrias de zeólitas como meio filtrante. Na base possui uma camada de zeólita de maior granulometria e à medida que aumenta a altura do leito diminui-se a granulometria. A filtração da água ocorre através de um fluxo descendente, onde as partículas vão ficando retidas na superfície do meio filtrante. A lavagem do filtro é feita através de uma retrolavagem, essa medida é necessária para retirar as partículas que ficaram retidas. Seu principal objetivo é remover sólidos em suspensão da água para obter melhores resultados no processo de filtração.

Em seguida o abrandador é composto por resinas de troca iônica, onde, com o passar da água é realizado a retenção dos cátions (cálcio e magnésio) e liberação de sódio. Com o tempo, os sítios ativos das resinas ficam saturados e o resultados é a perda da eficiência da troca iônica. O filtro é equipado com um sistema de regeneração temporizada. Esse processo é ativado antes que a resina atinja sua capacidade máxima de retenção e envolve a adição controlada de cloreto de sódio ao material. O propósito principal desse sistema é a remoção eficiente de cálcio e magnésio, que são as principais fontes de dureza na água. Esse procedimento é crucial para evitar incrustações de difícil remoção e a formação de depósitos nas superfícies das membranas dos demais filtros.

Por último no pré-tratamento, encontra-se o filtro de carvão ativado que é composto por tanques contendo este material granulado e são ligados em série. Para recuperação do filtro existem válvulas de controle automáticas para realizar a retrolavagem dos meios filtrantes. O carvão ativado é altamente adsorvente e remove cloro, cloraminas e matéria orgânica da água. Sua função é remover esses compostos citados anteriormente que representam uma ameaça tanto aos pacientes quanto aos sistemas membranas.

O tratamento da osmose reversa dupla consiste em um tratamento de separação do solvente do soluto por aplicação de uma alta pressão exercida sobre uma membrana permeável e o termo “dupla” se refere a repetição do tratamento logo após a primeira osmose por um mesmo equipamento conforme observa-se nas figuras 10 e 11. Sua desinfecção é feita mensalmente através de uma solução de ácido peracético (APC) 17%.

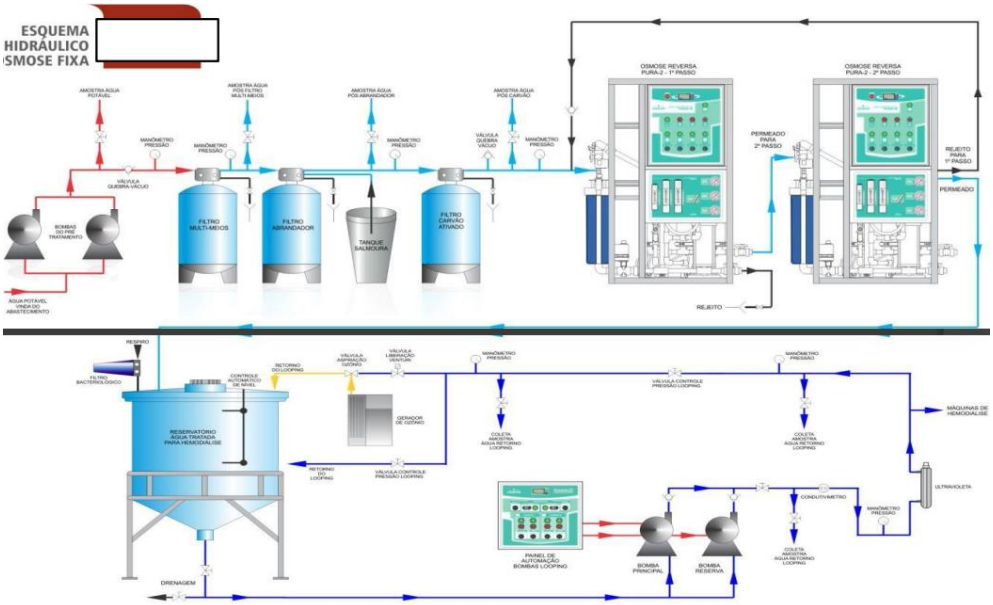
Figura 10: Osmose reversa 1.

Figura 11: Osmose reversa 2.

Fonte: O autor.

Na figura 12, segue um fluxograma do tipo de tratamento de água para hemodiálise que é realizado no hospital onde foram feitas as coletas das amostras de água.

Figura 12: Fluxograma do tratamento de água para hemodiálise realizado pelo hospital.



Fonte: FINOTTI JUNIOR, Renato (2016)

6.2 PARAMETROS EXIGIDOS PELA RDC 11/2014

COR DA ÁGUA PARA HEMODIALISE

De acordo com a RDC 11 de 13 de março de 2014 o parâmetro aceitável, conforme mostrado na Tabela 1 e abaixo na Tabela 2, é incolor. Conforme analises as amostras coletadas na saída de água do poço (A) apresentaram resultados acima do esperado pela RDC, enquanto

as amostras coletadas na saída do tanque de água tratada (B) apresentaram resultados dentro do parâmetro aceitável da RDC. Este resultado nos mostram que, para esse parâmetro, o tratamento da água feito pelo hospital é eficiente.

Tabela 2 – Resultados das análises da cor das amostras de água coletadas no hospital.

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio
Mês 1	A	Incolor	53,3
	B	Incolor	0,1
Mês 2	A	Incolor	2,1
	B	Incolor	0,1
Mês 3	A	Incolor	0,5
	B	Incolor	0
Mês 4	A	Incolor	50,3
	B	Incolor	0,1
Mês 5	A	Incolor	35
	B	Incolor	0,1
Mês 6	A	Incolor	27
	B	Incolor	0,1

Fonte: O autor.

DETERMINAÇÃO DO pH

Os resultados obtidos das análises do parâmetro pH para as amostras de água coletadas no hospital podem ser conferidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados médios de pH das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio
Mês 1	A	6,0 a 9,5	7,29
	B	6,0 a 9,5	7,31
Mês 2	A	6,0 a 9,5	7,23
	B	6,0 a 9,5	6,6
Mês 3	A	6,0 a 9,5	7,34
	B	6,0 a 9,5	6,42
Mês 4	A	6,0 a 9,5	7,25

	B	6,0 a 9,5	6,35
Mês 5	A	6,0 a 9,5	7,27
	B	6,0 a 9,5	6,53
Mês 6	A	6,0 a 9,5	7,3
	B	6,0 a 9,5	6,49

Fonte: O autor.

A tabela 3 mostra os resultados médios de pH para as amostras de água e o valor máximo permitido conforme RDC. Como mostra os resultados, todas as amostras estão em conformidade de acordo com a RDC 11/2014 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Estes resultados demonstram não apenas a eficácia do tratamento, mas também a adequação da qualidade da água proveniente do poço para este parâmetro.

SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT)

Esse parâmetro é um dos que não é exigido pela legislação vigente de água para hemodiálise. Porém, conforme resultados mostrados na Tabela 4, ele serviu como um guia para constatar a eficiência dos filtros do pré-tratamento da água. Nota-se uma diminuição significativa na concentração de SDT do ponto A que seria a água bruta do poço para o ponto B que seria a água pós-tratamento.

Tabela 4 – Resultados médios de SDT das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A	Não consta	341
	B	Não consta	9,72
Mês 2	A	Não consta	329
	B	Não consta	8,11
Mês 3	A	Não consta	279
	B	Não consta	5,94

Fonte: O autor

Tabela 4 – Resultados médios de SDT das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 4	A	Não consta	310
	B	Não consta	5,54
Mês 5	A	Não consta	336

Mês 6	B	Não consta	8,3
	A	Não consta	292
	B	Não consta	6,3

Fonte: O autor.

TURBIDEZ

De acordo com a RDC 11/2014 o parâmetro aceitável é ausência de turbidez. Como mostrado na Tabela 5, todos os valores das amostras mensais foram abaixo do limite de quantificação do equipamento (Espectrofotômetro Pharo 300 M) mostrando conformidade com o que a legislação determina.

Tabela 5 – Resultados médios da turbidez das amostras de água coletadas no hospital

Amostra		Valor Médio RDC	Valor Médio (NTU)
Mês 1	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1
Mês 2	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1
Mês 3	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1
Mês 4	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1
Mês 5	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1
Mês 6	A	Ausente	< 1
	B	Ausente	< 1

Fonte: O autor.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Este parâmetro não é mandatório conforme as diretrizes estabelecidas pela RDC 11/2014. No entanto, analisá-lo e monitorá-lo é de vital importância para a longevidade tanto do equipamento quanto da membrana do desmineralizador de água (sistema de osmose reversa).

Uma água com alta condutividade elétrica indica uma concentração significativa de sais, podendo levar à saturação e ruptura da membrana de osmose reversa, bem como causar danos às tubulações do equipamento, resultando na formação de incrustações difíceis de remover.

Tabela 6 – Resultados médios da condutividade das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (µS/cm)
Mês 1	A	Não consta	539
	B	Não consta	14,2
Mês 2	A	Não consta	489
	B	Não consta	11,78
Mês 3	A	Não consta	400
	B	Não consta	8,65
Mês 4	A	Não consta	454
	B	Não consta	7,93
Mês 5	A	Não consta	436
	B	Não consta	8,73
Mês 6	A	Não consta	413
	B	Não consta	7,98

Fonte: O autor.

De acordo com, CHAVES, Alan et al. 2015, as variações de concentração da condutividade elétrica nas águas de poços dão-se devido ao período de chuva existente no local. Quanto maior o volume de chuva maior seria a diluição das águas nos mananciais e com isso a diminuição da condutividade elétrica. Como foi observado durante o período de março a agosto de 2023 houve pouco volume de chuva na cidade de João Pessoa – PB, sendo notável pouca variação nos resultados obtidos das amostras (A) coletadas direto do poço do hospital.

CROMO

Conforme a RDC 11/2014, os níveis máximos permitidos para a concentração de Cromo na água utilizada em hemodiálise são de 0,014 mg/L, conforme especificado na Tabela 7. Todos os resultados obtidos excedem esse limite, indicando uma não conformidade com as normas estabelecidas.

A presença desse tipo de metal deve-se a vários fatores e um deles seria a geologia da terra, ou seja, rochas com a presença de cromo em sua estrutura podem contaminar as águas subterrâneas ou a presença de atividades industriais por perto da área do poço, que podem estar descartando de forma incorreta seus resíduos. (MARCOLAN, Leonardo *et al*. 2008)

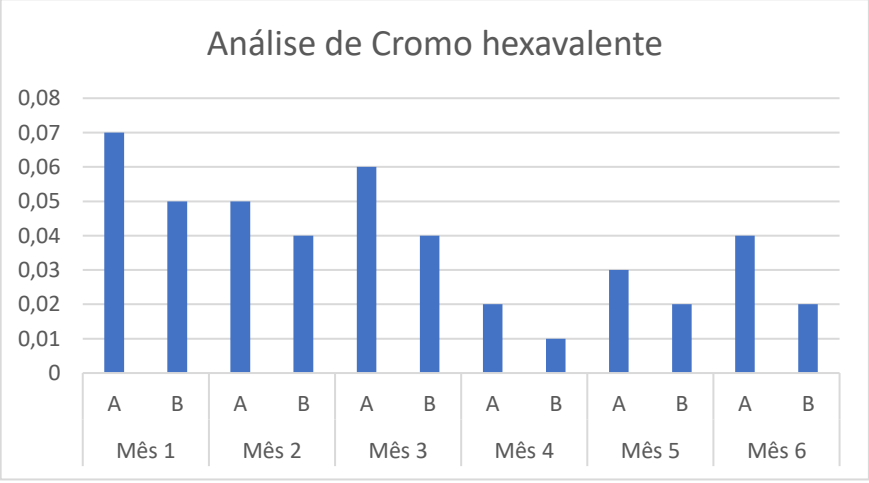
Tabela 7 – Resultados médios de cromo das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A	0,014 mg/L	0,07
	B	0,014 mg/L	0,05
Mês 2	A	0,014 mg/L	0,05
	B	0,014 mg/L	0,04
Mês 3	A	0,014 mg/L	0,06
	B	0,014 mg/L	0,04
Mês 4	A	0,014 mg/L	0,02
	B	0,014 mg/L	0,01
Mês 5	A	0,014 mg/L	0,03
	B	0,014 mg/L	0,02
Mês 6	A	0,014 mg/L	0,04
	B	0,014 mg/L	0,02

Fonte: O autor.

Para melhor comparar as concentrações das amostras A e B, foi elaborado o Gráfico 1 que nos mostra com mais clareza os resultados apresentados na Tabela 7.

Gráfico 1: Resultados obtidos das análises da presença de cromo nas amostras de água.



Fonte: O autor.

A exposição ao cromo em seres humanos, dependendo da forma (ingestão, inalação ou contato com a pele) podem gerar alguns problemas gastrointestinais, problemas respiratórios ou reações alérgicas. (Manuais MSD, 2021)

NITRATO

A diretriz nos diz que a concentração máxima permitida de nitrato em água para o tratamento de hemodiálise é de 2 mg/L conforme observado na Tabela 8. Os valores obtidos das análises ficaram todos abaixo do limite de quantificação do equipamento e da RDC. Estabelecendo uma conformidade com a legislação

Tabela 8 – Resultados médios de nitrato das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A		< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1
Mês 2	A		< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1
Mês 3	A		< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1
Mês 4	A		< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1
Mês 5	A		< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1
Mês 6	A	2mg/L	< 0,1
	B	2mg/L	< 0,1

Fonte: O autor.

Em um artigo feito por Prado, Filho (2020), a presença de nitrato em aquíferos subterrâneos é mais comum do que aparenta no Brasil. A ingestão dessa água pode ocasionar doenças como a metehemoglobinemia (ou síndrome do bebê azul), alguns tipos de câncer, como o linfático e gástrico e/ou problemas no sistema reprodutivo. No presente trabalho, os níveis de Nitrato foram ínfimos, de modo que o equipamento não conseguiu mensurar. A qualidade da água, para esse parâmetro, do hospital pode ser definida como segura para seus pacientes de hemodiálise.

ANÁLISE DE CLORO RESIDUAL LIVRE

O valor máximo de cloro residual livre permitido pela RDC 11/2014 é de 0,5 mg/L conforme mostrado na Tabela 9. Observa-se que todos os valores obtidos das amostras A e B ficaram dentro do limite máximo da legislação, mostrando uma conformidade com o padrão estabelecido.

Tabela 9 – Resultados médios de cloro livre das amostras de água coletadas no hospital

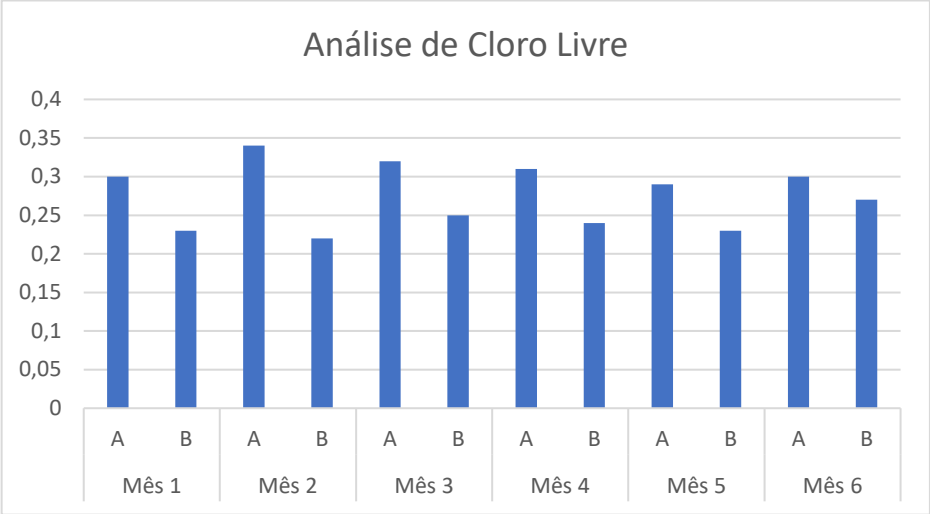
	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A	0,5 mg/L	0,3
	B	0,5 mg/L	0,29
Mês 2	A	0,5 mg/L	0,34
	B	0,5 mg/L	0,22
Mês 3	A	0,5 mg/L	0,32
	B	0,5 mg/L	0,25
Mês 4	A	0,5 mg/L	0,31
	B	0,5 mg/L	0,24
Mês 5	A	0,5 mg/L	0,29
	B	0,5 mg/L	0,23
Mês 6	A	0,5 mg/L	0,3
	B	0,5 mg/L	0,27

Fonte: O autor.

Conforme Lacerda (2021), a ausência de Cloro residual Livre (CRL) pode possibilitar a presença e proliferação de patógenos na água o que a tornaria nociva a saúde humana. A água que possui uma concentração de CRL 0,5mg/L após 30 min já oferece uma excelente desinfecção. No processo avaliado no presente trabalho, é realizado um pré-tratamento de cloração na água do poço do hospital o que caracteriza a presença do CRL nos resultados acima.

Com o objetivo de proporcionar uma visualização mais clara dos dados presentes na Tabela 9, foi elaborado o Gráfico 2, para comparar as concentrações de cloro residual livre nas amostras A e B.

Gráfico 2: resultados obtidos da análise de cromo nas amostras de água.



Fonte: O autor.

Os resultados são variados tendo sido menor valor obtido no ponto B, no mês 2 (abril de 2023); enquanto o maior valor foi proveniente do ponto A no mesmo mês. É valido salientar que a presença de cloro, em quantidades específicas, nas águas é benéfica para evitar a proliferação de microrganismos que são prejudiciais à saúde.

COBRE

A concentração máxima permitida de cobre é de 0,1 mg/L conforme observado na Tabela 10. Os resultados oriundos das análises ficaram todos abaixo do limite de quantificação do equipamento (0,1 mg/l) e, consequentemente, também abaixo da RDC. Estabelecendo uma conformidade com a legislação.

Tabela 10 – Resultados médios de cobre das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1
Mês 2	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1
Mês 3	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1
Mês 4	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1

Tabela 10 – Resultados médios de cobre das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 5	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1
Mês 6	A	0,1 mg/L	< 0,1
	B	0,1 mg/L	< 0,1

Fonte: O autor.

Em estudos feitos por Zina (2015) e Souza (2022), é dito que o Cobre em concentrações elevadas acrescenta sabores a água e apresenta riscos à saúde humana. A ingestão de 100mg/L por dia de Cobre Total pode produzir uma intoxicação com lesões no fígado, enquanto apenas 5mg/L são suficientes para deixar a água com um sabor desagradável. Os resultados oriundos das análises feitas com a água de poço do hospital foram de excelente qualidade para este parâmetro, apresentando concentrações abaixo do limite de quantificação do equipamento. Isto caracteriza uma água segura e livre de Cobre.

ANÁLISE DE SÓDIO

Segundo a legislação vigente de água para hemodiálise (RDC 11/2014), o valor máximo permitido de sódio é de 70 mg/L conforme mostrado na Tabela 11. Os resultados obtidos oriundos das análises ficaram todos abaixo do limite de quantificação do equipamento e consequentemente também abaixo do valor máximo permitido pela RDC. Isto estabelece uma conformidade com a legislação.

Tabela 11 – Resultados médios de sódio das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 1	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10
Mês 2	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10
Mês 3	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10
Mês 4	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10

Tabela 11 – Resultados médios de sódio das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (mg/L)
Mês 5	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10
Mês 6	A	70 mg/L	< 10
	B	70 mg/L	< 10

Fonte: O autor.

ANÁLISE DE COLIFORMES TOTAIS

A quantidade máxima em 100 ml para a presença de microrganismos coliformes totais é ausente. De acordo com a Tabela 12, todos os valores obtidos através do método de incubação por 24horas em ágar MFC foi de zero colônias em 100ml de amostra. Caracterizando uma conformidade com o padrão exigido pela RDC 11/2014.

Tabela 12 – Resultados médios de coliformes totais das amostras de água coletadas no hospital

	Amostra	Valor Médio RDC	Valor Médio (UFC)
Mês 1	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0
Mês 2	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0
Mês 3	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0
Mês 4	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0
Mês 5	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0
Mês 6	A	Ausência em 100ml	0
	B	Ausência em 100ml	0

Fonte: O autor.

De acordo com Morais (2020), um dos motivos para que uma água de poço artesiano venha a ser contaminada por bactérias do grupo coliformes seria a má higienização nos arredores do poço e/ou a uma assepsia feita de forma errônea da estrutura que interliga o poço

à central de distribuição da água subterrânea. Ao contrário do estudo citado, a água coletada no poço do hospital na cidade de João Pessoa – PB está em conformidade aos padrões estabelecidos pelas diretrizes o que a torna de boa qualidade.

SUGESTÃO AO HOSPITAL

A maioria dos parâmetros analisados apresentaram conformidade com a legislação, exceto o Cromo. As causas para essa não conformidade com a legislação ainda são desconhecidas, porém existe a possibilidade de ser uma falha operacional no processo de limpeza e desinfecção dos filtros do pré-tratamento em especial o filtro abrandador que é responsável pela remoção de cátions e ións da água.

Com isso, foi proposto que o hospital realizasse um outro monitoramento para o parâmetro de cromo utilizando uma outra metodologia de análise e a diminuição no período em que é realizada manutenção, desinfecção e limpeza dos filtros e equipamentos. Também foi sugerida a instalação de um outro filtro abrandador, além do aumento da dosagem de sal na salmoura. Realizando estas modificações, a eficiência do tratamento irá aumentar e, consequentemente, mais parâmetros entrariam em conformidade com a legislação vigente

7 CONCLUSÃO

Conforme resultados obtidos, as seis amostras de água coletadas nos pontos A e B de um hospital particular de João Pessoa – PB, apresentaram resultados extremamente satisfatórios. Utilizando a RDC como parâmetro de comparação, foi possível avaliar os resultados a eficiência da estação de tratamento da água para hemodiálise do hospital em questão. Obteve-se como resposta um excelente tratamento de água. Ainda, foi proposto uma diminuição da periocidade de limpeza e desinfecção dos equipamentos com o intuito de manter os filtros funcionando em sua capacidade máxima e a contratação de um químico responsável técnico para a coleta, monitoramento, interpretação e tomada de decisão para manter a água com a qualidade exigida estando em conformidade e não conformidade em algum parâmetro.

REFERÊNCIAS

BUZZO, M. L. *et al*. A importância de programas de monitoramento da qualidade da água para diálise na segurança dos pacientes. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 1-6, mar./2010.

CHAVES, Alan del Carlos Gomes; ALMEIDA, Ricardo Ricelli Pereira de; CRISPIM, Diego Lima. Condutividade Elétrica, pH e a Relação de Adsorção de Sódio nas Águas de Poços do Município de Pombal-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [Pombal-PB-Brasil], 2015, v.10, n.1, p.6. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3222 . Acesso em: out. 2023.

DAUGIRDAS, John T. *et al*. **Manual de diálise**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 562 p

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 6a ed. Brasilia: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br>

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual prático de análise de água, Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br >

FINOTTI JUNIOR, Renato. Monitoramento da Qualidade da Água Tratada em Serviços de Hemodiálise. [2016]. Apresentação de slides. Disponível em: https://www.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/AGUA-PARA-HEMODIALISE-VISA-DEZ-16.pdf. Acesso em: 21 out. 2023.

G1**. 'Tragédia da Hemodiálise' que deixou quase 60 mortos completa 20 anos**. 2016. Disponível em: https://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2016/02/tragedia-da-hemodialise-que-deixou-quase-60-mortos-completa-20-anos.html. Acesso em: 13 jun. 2022

LACERDA JUNIOR, Orivaldo da Silva, et al. Análise Físico-química e Microbiológica de água de poços particulares e públicos da Cidade de Crateús-CE. Revista Conexão com Ciência, Ceará, v.5, n.1, 2021

LIMA, J. D. R. O. *et al*. MICROBIOLOGICAL ANALYSES OF WATER FROM HEMODIALYSIS SERVICES IN SÃO LUÍZ, MARANHÃO, BRAZIL. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Luiz, v. 36, n. 2, p. 103-108, abr./2005.

MARCOLAN, Leonardo; BOUROTTE, Christine; BERTOLO, Reginaldo. Estratificação das concentrações de cromo hexavalente nas águas subterrâneas do Aquífero Adamantina, Município de Urânia, SP, Brasil. Artigo Científico. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 20, 2008

Manuais MSD. Toxicidade do Cromo. [On-line]. Disponivel em: https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/disturbios-nutricionais/deficiência-e-toxicidade-minerais/toxicidade-do-cromo. Acesso em: 20 out. 2023

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Hemodiálise**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/hemodialise/. Acesso em: 12 jun. 2022.

MORAIS, Mércia Estela Fonsêca et al. Contaminação por Escherichia coli em águas de um poço profundo na zona rural de Penaforte – Ceará Revista Arquivos Científicos (IMMES). Macapá, AP, Ano 2020, v. 3, n. 2, p. 114-119, 2020.

NERBASS, F. B. *et al*. Censo brasileiro de dialise. **Braz. J. Nephrol**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 193-199, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jbn/a/FPDbGN5DHWjvMmRS98mH5kS/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 out. 2023.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues do. A contaminação dos aquíferos por nitrato. Revista Digital AdNormas, online, 2020. Disponível em: https://revistaadnormas.com.br/2020/03/17/a-contaminacao-dos-aquiferos-por-nitrato. Acesso em: 31 out 2023.

RIELLA, Miguel Carlos *et al*. **Princípios de nefrologia e distúrbios hidreletrolíticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 1136 p.

SIMÕES, Marise. Água de diálise: parâmetros físico-químicos na avaliação do desempenho das membranas de osmose reversa. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 2, n. 64, p. 173-178, 08 maio 2005.

SOUZA, Yone de Fátima Carvalho de. Avaliação da potabilidade das águas de poços artesianos de residências adjacentes aos cemitérios na cidade de Bragança - Pará. Orientador: Pedro Andrés Chira Oliva. 2022. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Faculdade de Ciências Naturais. Instituto de Estudos Costeiros, Campus

Universitário de Bragança, Universidade Federal do Pará, Bragança-PA, 2022. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/5648. Acesso em: 31 out 2023

ZINA, Izabelli. Avaliação da contaminação por nitrato e metais pesados na água subterrânea e superficial: estudo de caso do entorno do cemitério São Pedro - Londrina-Pr. 2015. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015