

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE DE UM HOSPITAL DO INTERIOR DE MINAS GERAIS

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WATER FOR HEMODIALYSIS IN A HOSPITAL IN THE COUNTRY OF MINAS GERAIS

Andreza da Silva Fernandes¹

Eduardo Damasceno Costa²

Resumo: A hemodiálise é um método de filtração do sangue, utilizada em pacientes com insuficiência renal aguda e crônica. Essa técnica permite que se salve a vida de milhares de pessoas em todo o mundo. Para alcançar um sistema de hemodiálise eficiente é necessário que a água de abastecimento da máquina passe por um rigoroso tratamento a fim de retirar todos os contaminantes físico-químicos e microbiológicos. Atualmente existem legislações vigentes para que possam monitorar a qualidade dessa água, visto que qualquer contaminação coloque o paciente exposto a diversos riscos à sua saúde. Diante da problemática acima, a questão norteadora desse trabalho foi: Qual o padrão microbiológico e físico-químico da água utilizada em hemodiálise na unidade de terapia intensiva (UTI) de um hospital do interior de Minas Gerais? O objetivo geral desse trabalho foi então verificar criticamente os resultados quantitativos das análises físico-químicas e microbiológicas da água utilizada na hemodiálise de uma unidade hospitalar. Para avaliação da qualidade foram obtidos laudos físico-químicos (realizados semestralmente) e microbiológicos (realizados mensalmente) entre os meses de abril a dezembro de 2021, sendo estas análises realizadas por uma empresa terceirizada. As análises físico-químicas mostraram-se todas dentro do preconizado pelas legislações vigentes. Os dados microbiológicos da água de osmose reversa mostraram resultados acima do esperado para endotoxinas e bactérias heterotróficas. Esses achados sugerem, a presença de biofilme no sistema de osmose reversa da unidade hospitalar. Diante dos resultados alcançados que o monitoramento do sistema de purificação da água usada na hemodiálise se mostra complexo e desafiador.

Palavras-chave: insuficiência renal; tratamento da água; hemodiálise; osmose reversa.

Abstract: Hemodialysis is a blood filtration method used in patients with acute and chronic renal failure. This technique allows saving the lives of thousands of people around the world. To achieve an efficient hemodialysis system, it is necessary that the water supplying the machine undergoes a rigorous treatment in order to remove all physical-chemical and microbiological contaminants. Currently, there are laws in force so that they can monitor the quality of this water, since any contamination exposes the patient to various risks to their health. In view of the above problem, the guiding question of this work was: What is the microbiological and physicochemical pattern of the water used in hemodialysis in the intensive care unit (ICU) of a hospital in the interior of Minas Gerais? The general objective of this work was to critically verify the quantitative results of the physical-chemical and microbiological analyzes of the water used in hemodialysis in a hospital unit. For quality assessment, physical-chemical (performed every six months) and microbiological (performed monthly) reports were obtained between April and December 2021, and these analyzes were performed by an outsourced company. The physical-chemical analyzes were all within the recommended by current legislation. The microbiological data of reverse osmosis water showed results above expectations for endotoxins and heterotrophic bacteria. These findings suggest the presence of biofilm in the reverse osmosis system of the hospital unit. In view of the results achieved, it is concluded that the monitoring of the water purification system used in hemodialysis is complex and challenging.

Keywords: renal failure; water treatment; hemodialysis; reverse osmosis.

¹ Graduanda do curso de farmácia, da Faculdade Ciências da Vida. andrezasilvafernandes@outlook.com

² Doutor em Fisiologia e Farmacologia; Professor do curso de farmácia, da Faculdade Ciências da Vida. damascenomg13@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do século XXI, o número crescente de pacientes com doenças renais aumentou significativamente. Dados epidemiológicos mostram, por exemplo, que cerca de 10% de toda a população mundial sofre com insuficiência renal crônica (IRC), entre os quais um quarto encontra-se em estado crítico (NITTA *et al.*, 2020). Já a incidência global de insuficiência renal aguda (IRA) varia, geralmente, entre 2,5% a 92,2% e, a mortalidade entre 5% e 80% (SANTOS *et al.*, 2019).

Atualmente a realização de procedimentos de diálise são uma das alternativas terapêuticas mais utilizadas para o tratamento de pacientes com IRA e IRC e salva a vida de aproximadamente 3,4 milhões de pessoas em todo o mundo (BIKBOV *et al.*, 2020). Projeções indicam ainda que a população global em diálise continuará a crescer anualmente e chegará perto de 5 milhões até 2025 (AGAR & BARRACLOUGH, 2020).

O indivíduo com insuficiência renal, que está em tratamento de hemodiálise convencional, é submetido a procedimentos que demoram de 3 à 4 horas, que são realizados geralmente três vezes por semana e que necessitam do uso de um dialisador. O dialisador é um sistema formado por uma membrana semipermeável que realiza a separação do sangue e do dialisato, os quais exibem fluxo em direção oposta (SBN, 2021).

O controle da qualidade da água nas unidades de diálise (DU) é essencial para garantir uma qualidade adequada do fluido de diálise e garantir um tratamento ideal. O sistema de diálise deve ser implantado dentro do estrito cumprimento das normas vigentes que possam garantir a qualidade tanto físico-química e microbiológica da água (FARIA *et al.*, 2018).

Diante do cenário apresentado esse trabalho visa monitorar os resultados das análises físico-química e microbiológica realizadas desde o padrão de entrada da água até o ponto de consumo da hemodiálise do presente hospital. Esse estudo norteia-se pela seguinte questão: Qual é o padrão microbiológico e físico-químico da água utilizada em hemodiálise na unidade de terapia intensiva (UTI) de um hospital do interior de Minas Gerais? Acredita-se que o padrão de qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada na hemodiálise da UTI do hospital deve estar dentro dos parâmetros estabelecidos pelas legislações vigentes, visto que, a excelência na qualidade da água é essencial para que o paciente não fique exposto a possíveis complicações. Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi verificar criticamente os resultados quantitativos das análises físico-químicas e microbiológicas da água utilizada na

hemodiálise de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) de um hospital localizado no interior de Minas Gerais. Como objetivo específico buscou-se entender como é projetado o sistema de osmose reversa para tratamento de água usado no hospital do interior de Minas Gerais; verificar se os resultados das análises físico-químicas da água de diálise estão de acordo com a resolução vigente e verificar, por fim, se os resultados microbiológicos da água de diálise estão também em acordo com a resolução vigente.

Esse trabalho se justifica pela importância em verificar a qualidade da água utilizada no processo de diálise e, se a mesma está em acordo com as normas atualmente vigentes. O padrão adequado de água para hemodiálise é fundamental para a segurança do paciente. Uma água de baixa qualidade pode ofertar riscos ao estado geral da saúde dos pacientes que possuem a função renal comprometida e expô-los a possibilidade de morte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA INSUFICIÊNCIA RENAL

A insuficiência renal (IR) ou doença renal é caracterizada pela redução ou perda da função renal, na maioria das vezes sendo irreversível (SBN, 2021). Devido à ausência de sintomas dessa doença nos estágios iniciais, o diagnóstico precoce é de difícil realização, podendo ser feito por meio de ultrassom (avaliação morfológica do órgão) e exames laboratoriais (dosagem de creatinina e ureia) (DE SOUSA *et al.*, 2018).

A insuficiência renal aguda (IRA) é marcada pela perda da função dos glomérulos renais de forma súbita, devido algum desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico do corpo, quando descoberta no início apresenta reversão do quadro. Já a insuficiência renal crônica (IRC) é definida pela perda gradativa e irreversível da função renal, não sendo capaz de garantir o equilíbrio metabólico e hidroeletrólítico (RONCO & CLARK, 2018).

Os dados epidemiológicos brasileiros a respeito da IRA são variáveis, principalmente devido à existência de mais de 30 definições para essa condição. Já os dados a respeito da IRC mostram que 3 a 6 milhões de brasileiros são portadores dessa doença. Desse total mais de 100 mil passam por sessões de diálise (MARINHO *et al.*, 2017). O tratamento em estágio inicial da doença renal pode ser feito através de mudança de estilo de vida, controle dos níveis pressóricos, melhora na alimentação e associação com tratamento farmacológico (DOS SANTOS, 2020). Em estados mais avançados da doença pode ser necessário usar processos de diálise ou até o transplante renal (SOUZA *et al.*, 2020).

2.2 PROCESSOS DE DIÁLISE PARA O PACIENTE COM INSUFICIÊNCIA RENAL

Pacientes que apresentam IR podem ser tratados por hemodiálise, diálise peritoneal ou transplante renal. O manejo e a melhor opção terapêutica estão diretamente relacionados ao estágio da insuficiência e as condições clínicas do paciente (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Dois desses métodos são realizados por meio da filtragem do sangue retirando as impurezas: a diálise peritoneal e a hemodiálise. A diálise peritoneal faz uso do próprio corpo do paciente para realizar o processo de filtragem e utiliza a membrana peritoneal junto com a solução de diálise que é colocada dentro da cavidade peritoneal e por fim é drenada (VICENTINI & PONCE, 2022). Já o tratamento da hemodiálise é feito com uma máquina que apresenta vários capilares que servem de membrana semipermeável que estará mergulhado pela solução de diálise (CORRÊA, 2021).

A hemodiálise consiste na filtragem do sangue de maneira extracorpórea. O paciente é puncionado e assim o sangue do paciente percorre a máquina de hemodiálise por um sistema tubular. Ocorre à filtração de resíduos e dos excessos de líquidos do corpo ocorrendo ainda à reposição de sódio, potássio, cálcio e magnésio para o sangue do paciente (DE OLIVEIRA, 2018). Silva (2020) reforça que, a hemodiálise é uma modalidade terapêutica complexa, de alto custo que é capaz de possibilitar maior qualidade de vida e até uma maior sobrevida ao paciente.

2.3 LEGISLAÇÕES A RESPEITO DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

Uma sessão de hemodiálise gasta em média cerca de 120 litros de água por paciente, sendo o insumo mais gasto durante a sessão. Tal gasto é elevado devido à necessidade de diluir soluções de sais concentrados que vão estar na solução de diálise (MELO *et al.*, 2000). A água empregada na hemodiálise deve estar livre de contaminações físicas, químicas e microbiológicas, devendo seguir os parâmetros impostos pela resolução da diretoria colegiada (RDC) nº 11 de 13 de março de 2014 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2014).

Até a década de 70 era utilizado apenas água potável para os processos de hemodiálise. Nesse caso, considerava-se que as possíveis variações da qualidade de água estavam relacionadas apenas aos sistemas de abastecimento. Percebeu-se que, nessa situação

o paciente estava exposto a grandes riscos devido às possíveis contaminações presentes na água potável (COSTA *et al.*, 2018).

O primeiro incidente relacionado à qualidade da água potável para hemodiálise foi conhecido como “síndrome da água dura”. Foi causado pela elevada concentração de cálcio e magnésio na água, os pacientes manifestaram alguns efeitos indesejáveis como náuseas, fraqueza muscular intensa e aumento dos níveis pressóricos. Outro evento foi registrado em 1980, na cidade de Maryland, que levou ao óbito de um paciente e sete deles tiveram complicações graves, devido ao excesso de flúor na água (DA SILVA *et al.*, 1996).

Fez-se necessário, portanto, estabelecer portarias que padronizassem a qualidade da água da hemodiálise. Em junho de 2004 foi publicado a RDC nº 154 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e em 2006 a mesma legislação foi republicada com adequações aqui no Brasil (BRASIL, 2004). Essa resolução estabelecia o regulamento para o funcionamento dos serviços de diálise. Posteriormente, foi publicado a RDC nº 33/2008 que regulamentava “o sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise” (BRASIL, 2008). Como houve serviços que não foram descritos nesta portaria, publicada no ano de 2008, foi publicada uma nova resolução em março de 2014. Trata-se da RDC nº11, que é a legislação mais atual e que se encontra em vigor até os dias de hoje (BRASIL, 2014). Em 2017 foi publicado na portaria de consolidação de nº 5 normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, no capítulo V descreve sobre o padrão de potabilidade da água (SEÇÃO, 2018). A Portaria GM/MS nº 888/2021 vem atualizar sobre os novos padrões de controle da qualidade da água potável (BRASIL, 2021).

Para que aconteça a redução de incidentes com a qualidade da água é indispensável acompanhar os parâmetros físico-químicos, microbiológicos, pois a presença de contaminantes na água pode causar diversos efeitos adversos aos pacientes até ao óbito (ROCHA, 2018).

2.4 TRATAMENTO DA ÁGUA POR OSMOSE REVERSA

O sistema de tratamento da água da hemodiálise é feito principalmente via osmose reversa. Ele é composto por etapas de pré-tratamento da água, passagem por membranas de osmose reversa e pode apresentar um pós-tratamento (DOS SANTOS *et al.*, 2019).

A etapa de pré-tratamento da água se inicia com a passagem da água potável por um filtro de areia que retém partículas maiores que se encontram em suspensão (DE FARIA *et*

al., 2016). Numa segunda etapa a água passa por um abrandador que retira a dureza da água removendo o cálcio, o magnésio e outros cátions (FERREIRA *et al.*, 2020). Posteriormente, a água passa por um filtro de carvão ativado que remove cloreto, substâncias orgânicas e pode remover metais pesados que por ventura possam estar presentes (DE JESUS *et al.*, 2019). Por fim a água pode passar ainda por um sistema de filtros microporosos (poros de 1-5 μ m). Eles têm a função de reter pequenas partículas de carbono e de resinas que podem prejudicar ou danificar a etapa seguinte de purificação. Com as etapas de pré-tratamento concluídas, a água de alimentação está pronta para a etapa de osmose reversa. O dispositivo de osmose reversa é uma unidade independente que usa uma bomba de alta pressão e uma membrana semipermeável para purificar a água. Neste processo de purificação, a água que foi pré-tratada é pressurizada pela bomba de alta pressão do sistema osmótico sendo forçada a fluir através da membrana do sistema, que é especificamente projetada para rejeitar ou não permitir a passagem da maioria dos elementos inorgânicos dissolvidos, como íons de metais, sais e produtos químicos, bem como materiais orgânicos, bactérias, vírus e endotoxinas (MOREIRA & WIECHETECK, 2018).

Caso seja do interesse do local, o tratamento da água pode ser complementado com um pós-tratamento. Esse pós-tratamento pode ser realizado usando radiação ultravioleta, concentrador de ozônio ou filtro microporoso e, todos tem a função de apresentar uma maior excelência no processo e garantir a qualidade da água no sistema de hemodiálise. Entretanto, o uso desses equipamentos não é obrigatório (COSTA *et al.*, 2018).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta caráter exploratório e descritivo. Ele oferece uma exposição geral a respeito do processo de gestão da água de uma unidade de hemodiálise de um hospital de médio porte localizado no interior de Minas Gerais (COLLINS, 2005; GIL, 2010). A unidade hospitalar possui duas máquinas de hemodiálise e oito leitos que possuem encanação com a água de osmose reversa para atender os pacientes. Por reunir um conjunto de dados físico-químicos e microbiológicos da água usada na hemodiálise, essa pesquisa está amparada em bases quantitativas (ROSENTAL *et al.*, 2001).

3.1 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Foi realizada a análise dos laudos físico-químicos (realizados semestralmente) e microbiológicos (realizados mensalmente) da água de hemodiálise entre os meses de abril de 2021 até dezembro de 2021 em diferentes pontos de coleta da água. As análises são realizadas por uma empresa terceirizada, conforme preconizado na legislação e avalia os parâmetros listados no QUADRO 1 e 2.

QUADRO 1 – Parâmetros físico-químicos avaliados da água de hemodiálise de uma unidade hospitalar do interior de Minas Gerais.

Água para Hemodiálise (Osmose)		
Análise	Unidade	Legislação
Alumínio	mg/L	RDC 11/2014
Antimônio		
Arsênio		
Bário		
Berílio (subconcentrado)		
Cádmio		
Cálcio		
Chumbo		
Cloro total		
Cobre		
Cromo		
Fluoreto		
Magnésio		
Mercúrio		
Nitrato		
Potássio		
Prata		
Selênio		
Sódio		
Sulfato		
Tálio (subconcentrado)		
Zinco		

Fonte: RDC 11/2014.

QUADRO 2 – Parâmetros microbiológicos avaliados da água de hemodiálise de uma unidade hospitalar do interior de Minas Gerais.

Água Potável (Padrão de entrada)		
Análise	Unidade	Legislação
Bactérias heterotróficas	UFC/mL	PDC 5/2017
Coliformes totais	/100mL	PDC 888/2021
<i>Escherichia coli</i>	/100mL	
Água para Hemodiálise (Osmose)		
Análise	Unidade	Legislação
Coliformes totais	/100mL	RDC 11/2014
Contagem total de bactérias heterotróficas	UFC/mL	
Endotoxinas	EU/mL	
Dialisato		
Análise	Unidade	Legislação
Contagem total de bactérias heterotróficas	UFC/mL	RDC 11/2014

Fonte: PDC 888/2021; PDC 5/2017; RDC 11/2014.

3.2 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Essa pesquisa não fez uso de dados de pesquisa humana/pacientes. Os laudos analisados foram cedidos gentilmente pelo hospital e, o nome da unidade hospitalar e da empresa terceirizada que realiza os testes físico-químicos e microbiológicos não tiveram seus nomes revelados por questões éticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bem-estar dos pacientes em diálise começa com o cumprimento dos padrões mínimos de qualidade da água de diálise (CÂMARA *et al.*, 2018). Para verificar a qualidade dessa água, os sistemas de tratamento e distribuição são desenhados para incluir diversos pontos de coleta de água. Os pontos são distribuídos de forma a garantir uma análise mais detalhada a respeito de todas as condições da água de diálise. As amostras são então enviadas para um laboratório credenciado, preferencialmente especializado em testes de água de diálise para realização da avaliação físico-química e microbiológica (CÂNDIDO *et al.*, 2021).

A tabela 1 fornece a relação de 22 parâmetros físico-químicos da água de diálise analisada nos meses de abril e outubro de 2021, além dos dados de referência conforme a RDC 11/2014. Pode-se verificar que todos os parâmetros se encontram adequados com o

preconizado pela legislação e que o hospital está em conformidade com a frequência de coleta exigida (semestral).

TABELA 1- Análise de 22 parâmetros físico-químicos avaliados na água de hemodiálise após a passagem pela bomba de osmose reversa em pontos localizados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) entre os meses de abril e dezembro de 2021.

Análises	Resultados (mg/L)		Referência (mg/L)
	abril/2021 (Leito 7)	outubro/2021 (Leito 8)	
Alumínio	<0,002	<0,003	até 0,01
Antimônio	<0,002	<0,005	até 0,006
Arsênio	<0,002	<0,003	até 0,005
Bário	<0,04	<0,005	até 0,1
Berílio (subconcentrado)	<0,0002	<0,0002	até 0,004
Cádmio	<0,0005	<0,0005	até 0,001
Cálcio	<0,2	<0,2	até 2,0
Chumbo	<0,002	<0,005	até 0,005
Cloro total	<0,1	<0,1	até 0,1
Cobre	<0,05	<0,05	até 0,1
Cromo	<0,005	<0,002	até 0,014
Fluoreto	<0,15	<0,15	até 0,2
Magnésio	<0,15	<0,15	até 4,0
Mercurio	<0,0001	<0,0001	até 0,002
Nitrato (como N)	0,14	0,1	até 2,0
Potássio	<0,2	<0,2	até 8,0
Prata	<0,002	<0,002	até 0,005
Selênio	<0,005	<0,005	até 0,09
Sódio	1,43	1,97	até 70,0
Sulfato	<5	<5	até 100,0
Tálio (subconcentrado)	<0,0005	<0,0005	até 0,002
Zinco	<0,05	<0,05	até 0,1

Fonte: laudos físico-químicos.

As associações entre doenças e contaminantes químicos presentes na água de diálise são bem descritas na literatura. A presença de cloro e cloramina é amplamente conhecida por causar hemólise, anemia e morte em indivíduos em diálise (EATON *et al.*, 1973). No ano de 2000, no estado de Minas Gerais, reações hemolíticas relacionadas a intoxicação por cloro e cloramina foram identificadas em 16 pacientes que faziam hemodiálise (THARMARAJ & KERR, 2017). Também foi observado em uma pequena unidade de hemodiálise a ocorrência de encefalopatia progressiva em 8 pacientes relacionada aos altos níveis de alumínio encontrado na água (ROZAS, PORT e RUTT, 1978). As investigações acima citadas mostram

que, concentrações alteradas de parâmetros físico-químicos podem expor o paciente a reações graves com danos à sua saúde. Isso corrobora com a importância desses parâmetros estarem sempre dentro das normas exigidas, conforme a análise da água revelou.

A tabela 2 mostra os dados relativos ao número total de coliformes fecais e de *Escherichia coli* na água coletada na fase de pré-tratamento, mais especificamente após o filtro de areia e o abrandador entre os meses de abril a dezembro de 2021. Os dados indicam que ambos os parâmetros se encontram dentro do esperado. Por questões contratuais entre a empresa terceirizada e o hospital não foi realizada a análise microbiológica desses 2 parâmetros no mês de abril. Conforme a legislação vigente esse tipo de análise precisa ser realizado mensalmente. Nesse caso, o hospital não se encontra em total conformidade com o preconizado.

TABELA 2- Dados a respeito do número de Coliformes totais e *Escherichia coli* da água de hemodiálise na fase de pré-tratamento entre os meses de abril e dezembro de 2021.

Mês	Coliformes Totais (/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (/100 mL)
Abril	-	-
Maio	Ausência	Ausência
Junho	Ausência	Ausência
Julho	Ausência	Ausência
Agosto	Ausência	Ausência
Setembro	Ausência	Ausência
Outubro	Ausência	Ausência
Novembro	Ausência	Ausência
Dezembro	Ausência	Ausência

Fonte: laudos microbiológicos.

A *Escherichia coli* (*E. coli*) é o membro mais comum de bactérias do tipo coliformes fecais presentes no trato gastrointestinal de animais (incluindo o homem) (GURGEL *et al.*, 2020). A maioria das bactérias coliformes não causam doenças, entretanto, alguns tipos de cepas de *E. coli*, particularmente as cepas enteropatogênicas são capazes de causar doenças graves. Estudos indicam a ocorrência de gastroenterite provocadas por cepas enteropatogênicas presentes na água do Canadá (DOS SANTOS & AMÉRICO, 2020).

A tabela 3 apresenta os dados relativos ao número de bactérias heterotróficas da água de hemodiálise na fase de pré-tratamento entre os meses de abril e dezembro de 2021. Essa

análise foi realizada com água coletada na fase de pré-tratamento após a passagem pelo filtro de carvão.

TABELA 3 - Dados a respeito da contagem total de bactérias heterotróficas da água de hemodiálise na fase de pré-tratamento entre os meses de abril e dezembro de 2021.

Mês	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)
Abril	$5,8 \times 10^2$
Maió	$<1,0 \times 10^0$
Junho	$5,0 \times 10^0$
Julho	$8,0 \times 10^0$
Agosto	$4,7 \times 10^1$
Setembro	$4,0 \times 10^0$
Outubro	$4,2 \times 10^2$
Novembro	$3,0 \times 10^1$
Dezembro	$2,6 \times 10^1$

Fonte: laudos microbiológicos.

Pode-se verificar, que ocorreu a avaliação microbiológica mensalmente conforme preconizado pela legislação vigente. Entre o período de meses analisados, o número de bactérias heterotróficas na água na fase de pré-tratamento se mostrou acima do esperado apenas no mês de abril de 2021 ($5,8 \times 10^2$ UFC/mL). O valor máximo permitido era de $5,0 \times 10^2$ UFC/mL de acordo com a PDC 5/2017. Como plano de ação o hospital realizou o processo de desinfecção do filtro de carvão e nos meses subsequentes foi registrado um número de bactérias heterotróficas menor que o registrado no mês de abril e dentro do valor máximo permitido.

A tabela 4 mostra as mesmas três análises microbiológicas feitas no mesmo período, mas com a água coletada nos acessos disponíveis na beira dos leitos da UTI do hospital. Para uma maior segurança nas análises microbiológicas, a água de diálise é coletada em dois leitos da UTI a cada mês. A escolha do leito analisado é de forma aleatória, porém caso algum ponto de água disponível nos oito leitos apresente alguma não conformidade, na próxima análise (mês seguinte) repete-se o mesmo leito em que se registrou a alteração. Já tabela 5 mostra dados microbiológicos referentes a contagem de bactérias heterotróficas, coliformes totais e endotoxinas entre os meses de abril e dezembro de 2021. Os dados aqui descritos são referentes a água logo após a sua passagem pelo sistema de osmose reversa.

TABELA 4- Dados a respeito da contagem total de bactérias heterotróficas, coliformes totais e endotoxinas da água de hemodiálise após a passagem pelo sistema de osmose reversa disponível e acessos nos leitos entre os meses de abril e dezembro de 2021.

Mês	Leito	Contagem total de Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes Totais (/100 mL)	Endotoxinas (EU/mL)
Abril	4	$4,6 \times 10^1$	Ausência	>0,25
	7	$5,6 \times 10^1$	Ausência	>0,25
Maio	4	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	Inconclusivo
	7	$1,3 \times 10^2$	Ausência	<0,25
Junho	4	$1,0 \times 10^0$	Ausência	>0,25
	7	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	>0,25
Julho	4	$2,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
	7	$1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
Agosto	5	$4,9 \times 10^1$	Ausência	<0,25
	8	$6,0 \times 10^0$	Ausência	>0,25
Setembro	1	$>2,0 \times 10^2$	Ausência	>0,25
	8	$>2,0 \times 10^2$	Ausência	>0,25
Outubro	1	$2,6 \times 10^1$	Ausência	<0,25
	8	$2,4 \times 10^1$	Ausência	<0,25
Novembro	2	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
	3	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
Dezembro	4	$5,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
	6	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25

Fonte: laudos microbiológicos.

TABELA 5- Dados a respeito da contagem total de bactérias heterotróficas, coliformes totais e endotoxinas da água de hemodiálise após a passagem pelo sistema de osmose reversa entre os meses abril e dezembro de 2021.

Continua

Mês	Contagem total de Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes Totais (/100 mL)	Endotoxinas (EU/mL)
Abril	$1,9 \times 10^1$	Ausência	<0,25
Maio	$<1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
Junho	$1,5 \times 10^1$	Ausência	<0,25
Julho	$1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
Agosto	$1,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25
Setembro	$7,6 \times 10^1$	Ausência	<0,25
Outubro	$4,0 \times 10^0$	Ausência	<0,25

			Conclusão
Mês	Contagem total de Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)	Coliformes Totais (/100 mL)	Endotoxinas (EU/mL)
Novembro	$3,6 \times 10^1$	Ausência	>0,25
Dezembro	$1,4 \times 10^1$	Ausência	<0,25

Fonte: laudos microbiológicos.

A RDC 11/2014 preconiza que a água após a passagem pelo sistema de osmose reversa apresente os seguintes parâmetros: contagem total de bactérias heterotróficas até $1,0 \times 10^2$ UFC/mL, coliformes totais ausente em /100 mL e endotoxinas com limite inferior a 0,25 EU/mL.

Pode-se verificar conforme tabela 4 que nos pontos de acesso da água dos leitos 4 e 7 (mês de abril) ocorreu registro de endotoxinas acima do permitido. Como medida de ação o hospital promoveu as seguintes intervenções: desinfecção nas membranas da osmose, desinfecção no tanque de armazenamento e em toda a encanação localizada após o sistema de osmose reversa. Posteriormente, foi realizado, um enxágue para retirar possíveis registros da solução de desinfecção.

No registro do mês seguinte (maio) os leitos analisados foram os mesmos do mês de abril (4 e 7) e verificou-se que as endotoxinas apresentavam valores dentro dos limites esperados. Entretanto, a análise realizada em maio revelou outro problema: O ponto de água de osmose reversa do leito 7 registrou um número de bactérias heterotróficas de $1,3 \times 10^2$ UFC/mL acima do valor preconizado pela RDC 11/2014.

A persistência dos problemas encontrados fez com que a empresa prestadora do serviço de instalação da osmose reversa propusesse a inserção de um sistema de pós-tratamento com ultrafiltração. O ultrafiltro implantado apresentava poros de $0,02\mu\text{m}$ com capacidade de redução de contaminantes em 99,99% e endotoxinas em até 96%. A medida buscava solucionar os problemas registrados até o presente momento.

Apesar das medidas adotadas pela empresa, no mês de junho foi realizado a contagem de bactérias heterotróficas, apresentando dentro dos limites esperados, mas ocorreu registro de endotoxinas acima do valor limite (<0,25 EU/mL). Também foram registradas não conformidades nos meses de agosto (leito 8, endotoxinas acima de 0,25 EU/mL) e setembro (tanto leito 1 e 8, bactérias heterotróficas acima de $2,0 \times 10^2$ UFC/mL e endotoxinas acima de 0,25 EU/mL). Nos meses de outubro, novembro e dezembro as análises passaram a registrar valores dentro do esperado para os 3 parâmetros microbiológicos.

A tabela 6 mostra os resultados relativos às análises microbiológicas feitas a partir de amostras recolhidas do dialisato. O dialisato é a mistura entre a água que passou pelo sistema de osmose reversa e soluções ácidas e básicas usadas no momento da hemodiálise. Segundo a RDC 11/2014 a contagem total de bactérias heterotróficas deve apresentar até $1,0 \times 10^2$ UFC/mL. Todos os resultados encontrados entre os meses de maio e dezembro possuem parâmetros em conformidade. Verifica-se ainda que no mês de abril a contagem de bactérias heterotróficas não foi analisada por questões contratuais entre o hospital e a empresa terceirizada.

TABELA 6- Dados a respeito da contagem total de bactérias heterotróficas detectadas no dialisato da máquina de hemodiálise entre os meses de abril e dezembro de 2021.

Mês	Contagem total de bactérias heterotróficas (UFC/mL)
Abril	-
Maio	$<1,0 \times 10^0$
Junho	$<1,0 \times 10^0$
Julho	$<1,0 \times 10^0$
Agosto	$<1,0 \times 10^0$
Setembro	$<1,0 \times 10^0$
Outubro	$<1,0 \times 10^0$
Novembro	$<1,0 \times 10^0$
Dezembro	$<1,0 \times 10^0$

Fonte: laudos microbiológicos.

A proliferação de microrganismos, em particular, de bactérias gram-negativas aderidas aos canos e tubulações dos sistemas de purificação de água de diálise, nos períodos em que não estão sendo utilizados, forma uma comunidade de microrganismos conhecida como biofilmes. O desenvolvimento de biofilme ajuda as bactérias a sobreviver em condições hostis e resistir a biocidas e substâncias antimicrobianas. As formações de biofilmes em sistemas de diálise podem ser relevantes, pois liberam continuamente compostos bacterianos e são resistentes à desinfecção. Uma vez presente essa comunidade de bactérias aumenta a resistência aos biocidas devido à produção de lodo e, como resultado, os produtos químicos para procedimentos de desinfecção do sistema de diálise não resultam em um tratamento eficaz (COSTA *et al.*, 2018). Os fragmentos bacterianos gerados por biofilmes são

capazes de atravessar a membrana de diálise e estimulam uma resposta inflamatória no paciente. Tal inflamação tem sido implicada na mortalidade e na morbidade que são associadas à diálise (TREVEJO *et al.*, 2020).

As divergências apresentadas sobre os resultados bacteriológicos nesta pesquisa sugerem a presença de biofilmes nas instalações do sistema de osmose reversa do hospital. (DE SOUSA & MESCHÉDE, 2021). Os microrganismos detectados através de testes representam apenas os organismos suspensos na água. Pode se levar semanas para a detecção de qualquer problema relacionado ao biofilme. Quando a contaminação bacteriana persiste apesar da desinfecção frequente e agressiva, pode ser necessário determinar se o biofilme é uma causa. Nesses casos, o uso de métodos alternativos de desinfecção ou mesmo a substituição de equipamentos pode ser necessário para remediar o biofilme.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cuidado e a atenção ao realizar o tratamento da água da hemodiálise é importante para proporcionar maior qualidade no tratamento dos pacientes que necessitam de diálise e assim atender as exigências propostas pela legislação.

Do ponto de vista físico-químico os resultados apresentaram de acordo com o exigido pela legislação. Em contrapartida, as análises microbiológicas apresentaram alterações. As análises da água de osmose nos leitos da UTI foram as que mais apresentaram não conformidades, nos parâmetros de endotoxinas e bactérias heterotróficas. Os resultados microbiológicos encontrados sugerem que possa haver um problema relacionado à formação de biofilme, sendo necessário aplicar medidas corretivas para melhoria da qualidade da água.

Os resultados observados na pesquisa mostraram o quão desafiador e complexo pode ser o sistema de tratamento e acompanhamento da água de osmose reversa para hemodiálise, uma vez que apresentaram pontos de análises que não estão em conformidade com o preconizado. Embora as não conformidades sejam em locais pontuais, já apresentam riscos à saúde do paciente. Sugere então, o uso de métodos alternativos de desinfecções ou mesmo a substituição de equipamentos e encanação do sistema a fim de evitar que tais problemas sejam reincidentes. Espera-se que futuros trabalhos possam acompanhar as análises físico-químicas e microbiológicas da água de hemodiálise dessa unidade por um período maior de tempo a fim de garantir que as variações encontradas nesse trabalho foram totalmente solucionadas e que a qualidade da água não é um fator de risco para os pacientes com problemas renais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAR, John W.M. & BARRACLOUGH, Katherine A. **Water use in dialysis: environmental considerations.** *Nature Reviews Nephrology* 2020 16:10, v. 16, n. 10, p. 556–557, 14 maio 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41581-020-0296-3>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BIKBOV, Boris *et al.* **Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017.** *The Lancet*, v. 395, n. 10225, p. 709–733, 29 fev. 2020. Disponível em: <<http://www.thelancet.com/article/S0140673620300453/fulltext>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 11, de 13 de março de 2014. Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, 14 mar. 2014. Disponível em: <https://sbn.org.br/app/uploads/requisitos_boas_praticas_funcionamento_servicos_de_dialise.pdf>. Acesso 13 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 33, de 03 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.** Diário Oficial da União, Brasília, 11 jun. 2008. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/rdc0033_03_06_2008.html. Acesso 13 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 154, de 15 de junho de 2004. Estabelece o Regulamento Técnico para o funcionamento dos Serviços de Diálise.** Diário Oficial da União, Brasília, 15 jun. 2004. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0154_15_06_2004_rep.html. Acesso 13 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 maio 2021. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 25 mai. 2022.

- CÂNDIDO, Thayná R. da S. *et al.* **Aplicação da ferramenta estatística Análise de Componentes Principais (ACP) na identificação e análise da qualidade de estação de tratamento de água para hemodiálise.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 12, p. 111171-111183, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/40588>. Acesso em: 05 mai. 2022.
- CÂMARA, Sonia A. V *et al.* **Pesquisa de endotoxinas em água de hemodiálise.** Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 6, n. 4, p. 42-46, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5705/570561761006/570561761006.pdf>. Acesso: 15 mai. 2022.
- CORRÊA, Pedro R. B. **Entre veias e fios: uma etnografia na hemodiálise.** 2021. Disponível em: < <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/61615> >. Acesso em: 25 mar. 2022.
- COSTA, Maria L. A *et al.* **Avaliação da qualidade da água de hemodiálise em uma unidade de diálise localizada em Belo Horizonte, MG.** Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2018. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/IX-028.pdf>. Acesso 12 out. 2021.
- DA SILVA, Ana M. M. *et al.* **Revisão/Atualização em Diálise: Água para hemodiálise.** Jornal Brasileiro Nefrologia 1996; p. 180-188. Disponível em: <https://bjnephrology.org/wp-content/uploads/2019/12/jbn_v18n2.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2022.
- DE FARIA, Paulo G. S. *et al.* **Reaproveitamento do concentrado gerado por sistema de tratamento de água por osmose reversa em uma clínica de hemodiálise.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 21, n. 2, p. 329–336, 1 abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/YX7ZNfN9v4QqDVGQPQ6zk8td/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- DE JESUS, Priscila R *et al.* **Avaliação microbiológica da água utilizada nos serviços de hemodiálise na cidade do Rio de Janeiro nos anos 2016 a 2018.** Vigilância Sanitária em Debate, v. 7, n. 1, p. 53-59, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5705/570565982009/movil/>. Acesso 25 mar. 2022.
- DE OLIVEIRA, C. G. **Cuidados de Enfermagem com a Fístula Arteriovenosa.** AJES- Faculdade do Vale do Juruena Bacharelado em Enfermagem, 2018. Disponível em: https://juina.ajes.edu.br/uploads/monografias/monografia_20180803145835.pdf. Acesso 25 mar. 2022.

DE SOUSA, Valeria B. & MESCHEDE, Marina S. C. **Qualidade da água utilizada em serviços de hemodiálise antes e após passar por sistema de tratamento em Santarém, Oeste do Pará, Amazônia.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 80, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/37246>. Acesso em: 02 mai. 2022.

DE SOUSA, Francy B. N. *et al.* **Pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise: tratamento e diagnóstico.** Revista de Investigação Biomédica, v. 10, n. 2, p. 203-13, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Wellison-Amorim-Pereira/publication/332451808_pacientes_com_insuficiencia_renal_cronica_em_hemodialise_tratamento_e_diagnostico/links/5d9e1ef8458515df0ae891dc/pacientes-com-insuficiencia-renal-cronica-em-hemodialise-tratamento-e-diagnostico.pdf. Acesso em 25 mar. 2022.

DOS SANTOS, Claudinéia B. S. & AMÉRICO, Juliana H. P. **Qualidade da água da hemodiálise do Hospital Regional de Ilha Solteira, SP.** Multitemas, p. 273-293, 2020. Disponível em: <https://multitemasucdb.emnuvens.com.br/multitemas/article/view/2951>. Acesso em: 02 mai. 2022.

DOS SANTOS, Juciene M. *et al.* **Descarte da água de rejeito gerada pela osmose reversa em uma clínica de hemodiálise no município de Salvador-BA.** 2019. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/808>. Acesso em 10 out. 2021.

EATON, John *et al.* **Chlorinated urban water: a cause of dialysis-induced hemolytic anemia.** Science. 1973;181(4098):463-464. doi:10.1126/science.181.4098.463. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.181.4098.463>. Acesso em: 02 mai. 2022.

FARIA, Paulo G. S de *et al.* **Avaliação do reaproveitamento dos efluentes gerados por sistemas de tratamento de água para hemodiálise.** 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3387>. Acesso em: 01 jun. 2022.

FERREIRA, Agata *et al.* **Importância do tratamento da água no setor de terapia renal.** CuidArte, Enferm, p. 181-187, 2020. Disponível em: <<https://www.portaldadialise.com>>. Acesso em 22 mar 2022.

GURGEL, Raiana S *et al.* **Investigação de coliformes totais e Escherichia coli em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba-AM.** Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 4, p. 2512-2529, 2020. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/14024>. Acesso em: 02 mai. 2022.

MARINHO, Ana W. G. B. *et al.* **Prevalência de doença renal crônica em adultos no Brasil: revisão sistemática da literatura.** Cadernos Saúde Coletiva, v. 25, n. 3, p. 379–388, 9 out. 2017. Acesso em: 25 mar. 2022.

MELO, Paulo R. de S *et al.* **Equipamentos para Hemodiálise.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 12, p. 105-134, set. 2000. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3068/2/BS%2012%20Equipamentos%20para%20Hemodi%20C3%A1lise_P.pdf. Acesso em: 01 jun. 2022.

MOREIRA, Matheus W. A & WIECHETECK, Giovana K. **Qualidade da Água em Sistema Piloto de Dessalinização com Ultrafiltração e Osmose Reversa.** 2018. Disponível em: https://siseve.apps.uepg.br/storage/eaic2018/8_Matheus_Wesley_Andrade_Moreira-153659154212550.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

NITTA, Kosaku *et al.* **Annual dialysis data report for 2018**, JSDT Renal Data Registry: Survey methods, facility data, incidence, prevalence, and mortality. Renal Replacement Therapy, v. 6, n. 1, p. 1–18, 4 set. 2020. Disponível em: <https://rrtjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41100-020-00286-9>. Acesso em: 25 mar. 2022.

RIBEIRO, Wanderson A. *et al.* **Repercussões da hemodiálise no paciente com doença renal crônica: uma revisão da literatura.** Revista Pró-UniverSUS, v. 11, n. 1, p. 88-97, 2020. Disponível em: <http://editora.universidadevassouras.edu.br/index.php/RPU/article/view/2297>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ROCHA, Renata de P. F. **Segurança do paciente em hemodiálise: eventos adversos e fatores preditores.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34976>. Acesso em: 21 set. 2021

ROSENTAL, Claude *et al.* **Introdução aos métodos quantitativos em ciências humanas e sociais.** Porto Alegre: [s. n.], 2001. 2001. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/handle/10737/3032>. Acesso em: 10 out. 2021.

SANTOS, Reginaldo P *et al.* **An epidemiologic overview of acute kidney injury in intensive care units.** Revista da Associação Médica Brasileira, v. 65, p. 1094-1101, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ramb/a/ttJ5HFdSctmpHjwXY3tjfKx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 01 jun. 2022.

SEÇÃO, I.; POLOS DO PROGRAMA, Parágrafo Único Os. **Portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017**. Política, v. 20, p. 08, 2018. Disponível em: http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/phocadownload/legislacao/por_assunto/saude-ambiental/2018/portaria-de-consolidacao-no-5.pdf. Acesso em: 29 mar. 2022.

SILVA, Manuelle Rodrigues Da *et al.* **Qualidade de vida de pacientes renais crônicos submetidos à hemodiálise: Uma revisão integrativa**. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 4, p. 9344–9374, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/13964>. Acesso em: 10 out. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA [SBN]. **O que é hemodiálise**. SBN, 2021 Disponível em: <https://www.sbn.org.br/orientacoes-e-tratamentos/tratamentos/hemodialise/>. Acesso em: 21 out. 2021.

SOUZA, Andrea C. S. V. *et al.* **Perfil epidemiológico da morbimortalidade e gastos públicos por Insuficiência Renal no Brasil**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e510997399-e510997399, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7399>. Acesso em: 25 mar. 2022.

THARMARAJ D & KERR P. G. **Haemolysis in haemodialysis**. Nephrology (Carlton). 2017; 22(11):838-847. doi:10.1111/nep.13119. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nep.13119>. Acesso em: 25 mai. 2022.

TREVEJO, Laís A. *et al.* **Avaliação físico-química e microbiológica de amostras de água tratada e dialisato de centros de hemodiálise**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/194139>. Acesso em: 20 mai. 2022.

VICENTINI, Carolina A. de A & PONCE, Daniela. **Análise comparativa da sobrevida dos pacientes em hemodiálise vs. diálise peritoneal e identificação dos fatores associados ao óbito**. Brazilian Journal of Nephrology, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbn/a/PSbvq4qn5cNRdNVKvYSwPqB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 mai. 2022.