



# Panorama da qualidade biológica da água destinada ao tratamento dialítico em pacientes sob cuidados críticos em Unidades de Terapia Intensiva

## Overview of the biological quality of water intended for dialysis treatment in patients under critical care in Intensive Care Units

Adriana Aparecida Buzzo Almodovar<sup>1</sup> , Ellen Gameiro Hilinski<sup>2</sup> , Márcia Liane Buzzo<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup> Centro de Medicamentos, Cosméticos e Saneantes, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Núcleo de Ensaios Biológicos e de Segurança, Centro de Medicamentos, Cosméticos e Saneantes, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Núcleo de Contaminantes Inorgânicos, Centro de Contaminantes, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, Brasil.

\* Autor de correspondência/Corresponding author: [marcia.buzzo@ial.sp.gov.br](mailto:marcia.buzzo@ial.sp.gov.br)

Recebido/Received: 03.10.2023 – Aceito/Accepted: 07.12.2023

### RESUMO

A incidência da lesão renal aguda caracteriza-se como evento frequente em pacientes críticos internados em Unidades de Terapia Intensiva e está associada ao aumento de mortalidade, causando grande impacto à Saúde Pública. As intercorrências clínicas são minimizadas com intervenções dialíticas, acarretando a exposição do paciente a volumes expressivos de água tratada durante a terapia renal em leito. As análises microbiológicas e de determinação de endotoxinas bacterianas em amostras de água tratada e em soluções de dialisato foram executadas em dois hospitais públicos do município de São Paulo, seguindo metodologias analíticas preconizadas em compêndios oficiais. A avaliação demonstrou que a porcentagem de resultados satisfatórios no período de 2010 a 2022 variou entre 35,2 a 100% e de 40 a 100% para as unidades hospitalares I e II para a água tratada, respectivamente; e, 100% para as soluções de dialisato para a unidade hospitalar I. A eficácia de ações delineadas pelas equipes técnicas das unidades hospitalares, na adequação da água destinada à terapia dialítica, aponta para a importância em estimular outras instituições hospitalares na padronização e implantação de melhoria contínua de seus sistemas de tratamento de água para uso em procedimento dialítico, prevenindo riscos adicionais aos pacientes expostos à terapia renal.

**Palavras-chave.** Lesão Renal Aguda, Diálise, Qualidade da Água, Bactérias Heterotróficas, Endotoxinas, UTI.

### ABSTRACT

The incidence of acute kidney is high among critically ill patients admitted to Intensive Care Units and is associated with increased mortality, having a major impact on public health. Clinical complications are minimized with dialysis interventions, which expose patients to significant volumes of treated water during in-bed renal therapy. Microbiological analyzes and determination of bacterial endotoxins were performed on treated water samples and dialysate solutions in two public hospitals in São Paulo city, using analytical methodologies recommended in official compendia. The evaluation showed that the percentage of satisfactory results for treated water ranged from 35.2% to 100% in Hospital Unit I and from 40% to 100% in Hospital Unit II between 2010 and 2022. For dialysate solutions in Hospital Unit I, the percentage of satisfactory results was 100% during the same period. The effectiveness of actions implemented by the technical hospital teams, in adapting water for dialysis therapy, points to the importance of encouraging other hospital institutions to standardize and implement a program of continuous improvement for their water treatment systems used in dialysis procedures. This will help to prevent additional risks to patients exposed to renal therapy.

**Keywords.** Acute Kidney Injury, Dialysis, Water Quality, Heterotrophic Bacteria, Endotoxins, ICU.

## INTRODUÇÃO

Embora grandes avanços tenham sido introduzidos nas intervenções terapêuticas destinadas aos pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) nas últimas décadas, parte destes pode desenvolver a Lesão Renal Aguda (LRA), distúrbio que afeta todas as faixas etárias de pacientes hospitalizados em nível mundial<sup>1-3</sup>. Esta síndrome vem emergindo como grande preocupação de Saúde Pública, que pode estar relacionada ao aumento das taxas de riscos de mortalidade e morbidade<sup>1,3</sup>, e também aliada a custos financeiros significativos de assistência médica<sup>4-6</sup>.

A LRA é reconhecida como uma condição crítica na qual ocorre a deterioração súbita da função renal, caracterizada pela perda da capacidade do rim em filtrar os resíduos metabólicos, sais e líquidos do sangue, podendo ocasionar falência renal, com consequente necessidade de suporte renal artificial<sup>7</sup>. Esta manifestação está associada a processos fisiopatológicos, e os pacientes acometidos por esta patologia podem apresentar etiologia multifatorial vinculada com indicadores de danos à saúde, como: sepse<sup>8,9</sup>, insuficiência cardíaca<sup>10</sup>, diabetes<sup>11</sup>, Covid-19<sup>2,6</sup>, dentre outras implicações clínicas.

A gravidade do insulto renal torna-se um fator de risco significativo para o desenvolvimento da doença renal crônica<sup>12</sup> e pode exigir o emprego de Terapia Renal Substitutiva (TRS) como suporte para o tratamento de pacientes severamente enfermos com LRA<sup>7</sup>. Dentre as modalidades disponíveis, nas quais a substituição parcial da função do rim visa abrandar os sintomas do paciente dialítico, a hemodiálise ou a diálise peritoneal podem ser indicadas<sup>13,14</sup>.

Nos casos de procedimento de tratamento por hemodiálise, os pacientes são expostos a volumes expressivos de água com a finalidade de correção de anormalidades metabólicas e depuração das toxinas, restabelecendo o equilíbrio hidroeletrólítico, a retirada de substâncias tóxicas e o excesso de água e sais minerais do organismo<sup>15</sup>. Neste tipo de intervenção, a qualidade da água destinada aos pacientes durante o procedimento dialítico é um fator responsável pelo risco de infecção causada por bacteremia<sup>16-20</sup>.

Desta forma, considerando a preocupação com a segurança e agravos à saúde de pacientes portadores de quadros de insuficiência renal, dois hospitais públicos da cidade de São Paulo foram selecionados para integrar um estudo piloto, de modo a avaliar a qualidade da água tratada utilizada para procedimentos dialíticos em pacientes internados em UTI das respectivas instituições. O estudo avaliou a qualidade da água tratada para diálise através da realização dos ensaios de contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e determinação de endotoxinas bacterianas, comparando os resultados obtidos com os limites regulatórios estabelecidos para avaliação da qualidade da água empregada para o tratamento dialítico de pacientes portadores de insuficiência renal crônica<sup>21,22</sup>, visto não existir especificação estabelecida em legislação para avaliação da qualidade da água utilizada para o tratamento dialítico de pacientes portadores de insuficiência renal aguda.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos de colheita, preservação, acondicionamento e transporte das amostras de água tratada foram executados por profissionais de saúde das unidades hospitalares I e II, seguindo as orientações definidas no Manual para Orientação – Análise de Água no Instituto Adolfo Lutz<sup>23</sup>, as quais estão baseadas nas recomendações da *American Public Health Association* (APHA)<sup>24</sup>.

Caixas isotérmicas contendo gelo reciclável e frascos foram disponibilizadas às instituições públicas previamente às datas de colheita das amostras de água tratada para diálise e soluções de dialisato destinadas à pacientes internados em leitos de UTI e que apresentassem quadro de LRA, no período entre janeiro de 2010 a dezembro de 2022. Os ensaios laboratoriais, representados pela contagem de bactérias heterotróficas,

pesquisa de coliformes totais e determinação de endotoxinas bacterianas, seguiram as recomendações de compêndios oficiais<sup>24,25</sup>.

Os parâmetros investigados, relativos ao ponto contíguo à entrada da água tratada na máquina de diálise para as unidades hospitalares I e II, visaram à observação ao atendimento aos limites máximos permitidos em legislação vigente à época de execução das análises<sup>21,22</sup>. A partir de 2017, novo tipo de amostra foi incluído para avaliação de contagem de bactérias: solução de dialisato para a unidade hospitalar I.

As identificações das máquinas de diálise portáteis onde foram executadas as colheitas das amostras foram fornecidas pelos hospitais. No caso de não possuir identificação, as máquinas foram genericamente nomeadas sequencialmente como M. Já as representações por iniciais A, B, C, D e E remetem às descrições de distintas marcas de equipamentos apontados no processo de encaminhamento das amostras, as quais foram preservadas a fim de não expor os fabricantes (**Tabela 1**).

Em abril de 2017, de acordo com informações fornecidas pelos representantes da unidade hospitalar I, a antiga rede de tratamento de água foi desativada, e nova rede foi implantada, a partir da qual as colheitas de amostras passaram a ser efetuadas.

Os cronogramas de coletas das amostras e os tipos de ensaios avaliados foram acordados com os hospitais no decorrer do tempo de estudo (**Tabela 1**). Não foram recebidas amostras da unidade hospitalar II no ano de 2022.

**Tabela 1.** Número de amostras e de ensaios laboratoriais executados no período de 2010 a 2022, referentes às unidades hospitalares I e II: contagem de bactérias heterotróficas (CPP), pesquisa de coliformes totais (CT) e determinação de endotoxinas bacterianas (EB)

Ano	Identificação da máquina	Amostras	Ensaio realizado		
			CPP	CT	EB
<b>Unidade hospitalar I</b>					
<b>Ponto contíguo à máquina de diálise</b>					
2010	M1, A	7	7	7	7
2011	M1, M4, M7 a M10	3	3	3	3
2012	M1, M2 a M7	14	14	14	14
2013	M1 a M6, B5, B6	28	28	28	28
2014	M1, M2, M4, M5, M6, A1, A2, A4, B4, B5, B6	50	50	50	50
2015	M1, M2, M4 a M7, A1, B4 a B7	43	43	43	43
2016	M1, M2, M4 a M7, A1, A3, B4 a B7	54	53	53	54
2017	A1, A2, B4 a B7	48	48	48	48
2018	A2, A3, B4 a B7, C8, C9	43	43	34	43
2019	A1, A3, B4, B5, B7, C8, C9, E1 a E4	50	38	49	50
2020	A1, B1, C1 a C4, D1 a D4, E2 a E8	52	52	52	52
2021	M8, E4 a E8, D1, B	20	20	20	20
2022	E3 a E9	37	37	37	37
<b>Total de ensaios executados</b>		<b>449</b>	<b>436</b>	<b>438</b>	<b>449</b>

Continua na próxima página

Continuação

Ano	Identificação da máquina	Amostras	Ensaio realizado		
			CPP	CT	EB
<b>Dialisato</b>					
2017	A2, B4, B5, B7	8	8	–	–
2018	A2, A3, B4, B5	7	7	–	–
2019	A3, B5, C8, C9,	6	6	–	–
2020	C3, C6, C9, D2, E8	9	9	–	–
2021	M8, C7, C8	7	7	–	–
2022	C1, C4	3	3	–	–
<b>Total de ensaios executados</b>		<b>40</b>	<b>40</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>Unidade hospitalar II</b>					
<b>Ponto contíguo à máquina de diálise</b>					
2013	M1	3	3	3	3
2014	M1	9	9	9	9
2015	M1	10	10	10	10
2016	M1, A, B	11	11	11	11
2017	M1	4	4	4	4
2018	M1	12	12	10	12
2019	M1	9	8	9	9
2020	M1, B	15	15	15	15
2021	M1, B, D	19	19	19	19
<b>Total de ensaios executados</b>		<b>92</b>	<b>91</b>	<b>90</b>	<b>92</b>

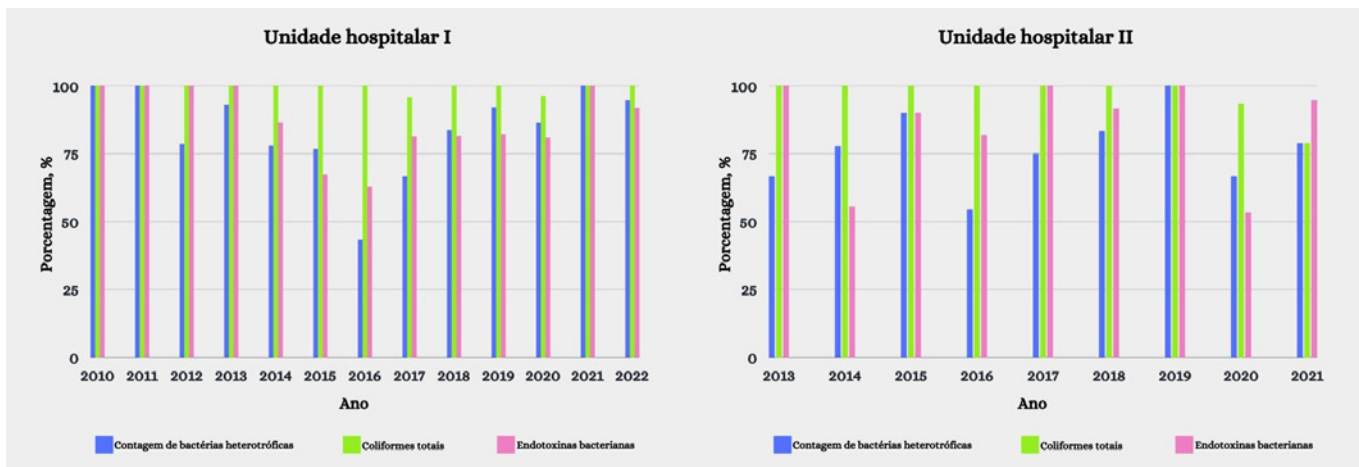
Devido à inexistência de legislação específica para avaliação da qualidade da água destinada a pacientes com LRA, os resultados obtidos foram confrontados com os limites preconizados em legislação que estabelece regulamentos técnicos para o funcionamento de Serviços de Diálise específicos para tratamento de pacientes renais crônicos. Assim, no período de estudo entre janeiro de 2010 a fevereiro de 2014, as amostras foram comparadas com a Resolução RDC nº 154/2004<sup>21</sup> e, a partir de março de 2014, com sua revogação, as amostras foram relacionadas com os limites estabelecidos pela Resolução 11/2014<sup>22</sup>, conforme indicado na [Tabela 2](#).

**Tabela 2.** Valores máximos permitidos em legislação para os ensaios de contagem de bactérias heterotróficas (CPP), pesquisa de coliformes totais (CT) e determinação de endotoxinas bacterianas (EB)

Legislação	Ensaio		
	CPP	CT	EB
<b>Ponto contíguo à máquina de diálise</b>			
Resolução RDC nº 154/2004 <sup>21</sup>	200 UFC/mL	Ausência em 100 mL	2 UE/mL
Resolução RDC nº 11/2014 <sup>22</sup>	100 UFC/mL	Ausência em 100 mL	0,25 UE/mL
<b>Dialisato</b>			
Resolução RDC nº 11/2014 <sup>22</sup>	200 UFC/mL	–	–

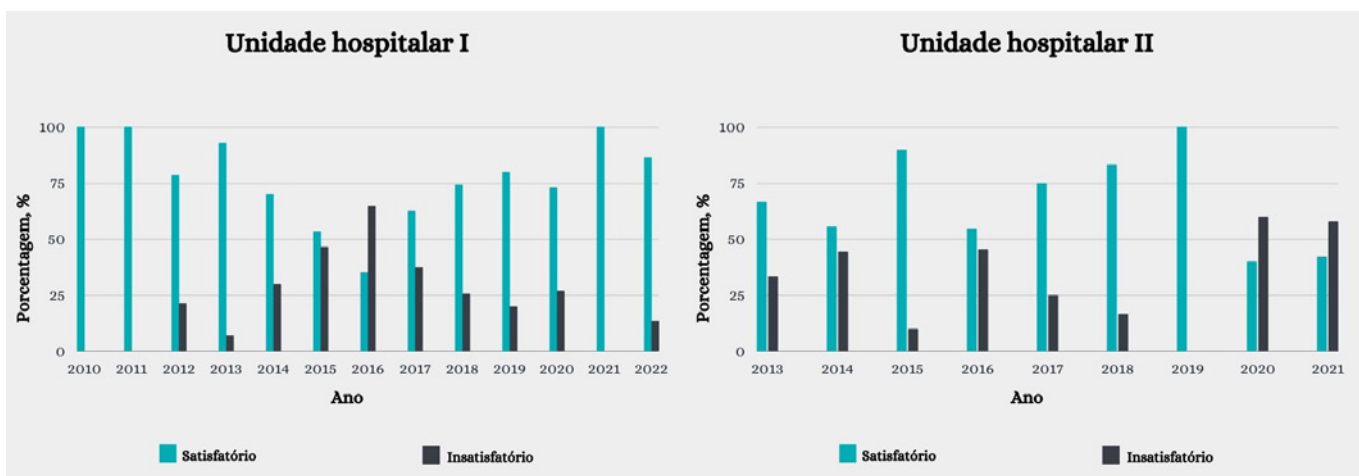
## RESULTADOS

A fim de apresentar um panorama geral dos laudos analíticos emitidos para as duas unidades hospitalares em estudo no ponto contíguo à máquina de diálise no período de 2010 a 2022, a **Figura 1** mostra as porcentagens de amostras consideradas satisfatórias, ou seja, quando todos os resultados das análises microbiológicas, incluindo contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e determinação de endotoxinas bacterianas atenderam aos parâmetros preconizados em legislação vigente à época da realização dos ensaios. Resultados insatisfatórios, quando pelo menos um dos parâmetros encontrou-se em desacordo com os valores permitidos em legislação, também estão representados na **Figura 1**.



**Figura 1.** Panorama geral dos resultados obtidos para as unidades hospitalares I e II no ponto contíguo à máquina de diálise, para os ensaios de contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e determinação de endotoxinas bacterianas, no período de 2010 a 2022

Além disso, uma avaliação mais detalhada para os ensaios microbiológicos e de endotoxinas bacterianas no ponto contíguo à máquina para as unidades hospitalares I e II é demonstrada na **Figura 2**.



**Figura 2.** Porcentagem de resultados satisfatórios referente ao ponto contíguo à máquina de diálise para os ensaios de contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e determinação de endotoxinas bacterianas, para as unidades hospitalares I e II, no período de 2010 a 2022

Considerando que a variação de resultados obtidos na pesquisa de coliformes totais para as duas unidades hospitalares em estudo foi observada apenas nos anos 2017, 2020 e 2021, estes não foram assinalados em formato de figura, sendo apenas descritos.

De modo semelhante, os resultados obtidos para o ensaio de contagem de bactérias heterotróficas em amostras de solução de dialisato efetuado somente para a unidade hospitalar I também não foram demonstrados em formato de figura, tendo em vista que todas as análises atenderam ao limite máximo estabelecido em legislação durante todo o período do estudo.

## DISCUSSÃO

O presente estudo relacionado às avaliações microbiológicas, abrangendo a contagem de bactérias heterotróficas e pesquisa de coliformes totais e de determinação de endotoxinas bacterianas nos produtos água tratada e solução de dialisato, destinados aos procedimentos dialíticos empregados em ambientes de UTI, torna-se relevante no cenário nacional, visto que poucas pesquisas recentes são reportadas na literatura nacional.

O panorama geral obtido relacionado ao monitoramento efetuado nas unidades hospitalares I e II, para os ensaios biológicos de contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e de determinação de endotoxinas bacterianas (**Figura 1**), demonstrou que ao longo do período de estudo, entre 2010 e 2022, as porcentagens de laudos analíticos emitidos com resultados satisfatórios, quando todos os ensaios apresentaram-se em conformidade com a legislação vigente à época da execução dos ensaios, variaram entre 35,2 e 100% para a unidade hospitalar I e entre 40 e 100% para a unidade hospitalar II.

Resultados concordantes com a legislação relativos ao ponto contíguo à máquina de diálise para contagem de bactérias heterotróficas apresentaram índices de variação entre 43,4 e 100% para a unidade hospitalar I e entre 54,5 e 100% para a unidade hospitalar II; enquanto para o ensaio de endotoxinas bacterianas a satisfatoriedade foi evidenciada em níveis que variaram entre 63 e 100% para a unidade hospitalar I e entre 53,3 e 100% para a unidade hospitalar II (**Figura 2**).

Por outro lado, a **Figura 1** também revela porcentagens de laudos analíticos emitidos com resultados em desacordo com a legislação vigente, que apresentaram no mínimo um parâmetro discordante. Os maiores índices insatisfatórios obtidos para os ensaios de contagem de bactérias heterotróficas, coliformes totais e de endotoxinas bacterianas situaram-se entre os anos de 2014 a 2016 para a unidade hospitalar I, e entre os anos de 2014, 2016, 2020 e 2021 para a unidade hospitalar II (**Figura 2**).

Do total de análises realizadas para contagem de bactérias heterotróficas, as faixas de porcentagens de resultados discordantes com a legislação situaram-se entre 0 a 56,6% para a unidade hospitalar I e entre 0 a 45,5% para a unidade hospitalar II. Já para o ensaio de determinação de endotoxinas bacterianas, as taxas de resultados discordantes variaram entre 0 e 37% para a unidade hospitalar I e entre 0 e 46,7% para a unidade hospitalar II.

Relacionado à pesquisa de coliformes totais, observou-se que foram obtidos resultados insatisfatórios relativos à unidade hospitalar I apenas nos anos de 2017 (4,2%) e de 2020 (3,8%), os quais correspondem a um total de 95,8 e 96,2% de resultados em conformidade com a legislação em vigor, respectivamente. Já

para a unidade hospitalar II, foram evidenciados 6,7 e 21,1% de resultados insatisfatórios nos anos de 2020 e 2021, respectivamente, indicando a presença de bactérias do grupo coliforme. Neste biênio, 93,3 e 78,9% dos resultados obtidos demonstraram conformidade com a legislação em vigor.

A incidência de valores em desacordo com a legislação para os parâmetros avaliados, considerando o período entre 2014 a 2016, pode estar associada ao período de estiagem no Estado de São Paulo, no qual a crise hídrica ocasionou a redução de oferta de água potável, afetando os níveis dos mananciais<sup>26,27</sup>. A provável ocorrência de remanejamento de água de diferentes sistemas de abastecimento para compensação de queda de reservatórios, o consumo do volume morto das represas, a intermitência no fornecimento da água e a despressurização na rede de distribuição podem ter comprometido a qualidade da água produzida, tornando-a mais vulnerável à contaminação externa<sup>28</sup>. Este fator pode ter acarretado prejuízos ao desempenho do tratamento da água destinada à utilização em processos dialíticos, em pacientes internados em UTI de instituições básicas, como os hospitais. Este aspecto importante também foi apontado em pesquisa referente à avaliação da qualidade da água tratada para hemodiálise, empregada em tratamento dialítico de pacientes renais crônicos, nos Serviços de Diálise do Estado de São Paulo<sup>18,20</sup>.

Outra razão relacionada aos índices de resultados insatisfatórios pode ser atribuída ao período de transição da legislação no decorrer deste estudo<sup>21,22</sup> que, a partir de 2014, preconiza valores máximos permitidos mais restritivos para os ensaios de contagem de bactérias heterotróficas e para determinação de endotoxinas bacterianas (**Tabela 2**). O novo dispositivo em vigor estabeleceu prazos de seis meses a quatro anos para a efetivação dos Serviços de Diálise no atendimento de descarte de dialisadores, linhas arteriais venosas, substituição do processamento manual dos dialisadores por sistema automatizado, e promoção das adequações necessárias para o cumprimento dos demais requisitos<sup>22</sup>.

Ainda, vale observar que a unidade hospitalar I passou a obter, novamente, maior porcentagem de resultados satisfatórios, relativos aos ensaios avaliados, tanto para as amostras da água tratada como para as amostras de solução de dialisato, após a implantação da nova rede de sistema de tratamento da água, efetivada a partir de abril de 2017, conforme indicado na **Figura 2**.

Os resultados obtidos corroboram com pesquisas na literatura quando resultados insatisfatórios foram obtidos e assinalam a ocorrência de significativa melhoria na qualidade da água destinada à terapia dialítica obtida após a adoção de protocolos específicos para o tratamento de sistemas nas plantas de diálise em clínicas ou em hospitais. As análises de contagem de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais, e determinação de endotoxinas bacterianas executadas após a implantação de procedimentos de desinfecção e de retenção de possíveis contaminantes demonstraram o decréscimo na incidência de micro-organismos e formação de biofilmes o que contribui para possível liberação de endotoxinas bacterianas no sistema de diálise. Este fato aponta para a promoção da eficácia do processo e a provável redução de risco de ocorrência de inflamação no organismo do paciente submetido ao tratamento dialítico<sup>18,20,29-33</sup>.

Investigações na literatura indicam a necessidade de melhoria de sistemas de tratamento da água quando resultados insatisfatórios são evidenciados. Em centros que oferecem serviços de diálise e que não dispõe de protocolos de manutenção do sistema de tratamento de água, a provável negligência quanto aos cuidados que deveriam ser destinados ao tratamento da água ofertada aos pacientes renais, pode resultar no aumento da taxa de contaminação microbiana e formação de biofilme no interior das tubulações dos sistemas de produção<sup>34,35</sup>, com conseqüente comprometimento da qualidade final da água.

Dentro deste contexto, o desenvolvimento de regras específicas de assepsia do sistema de produção de água também pode ter sido adotado pelas equipes técnicas de profissionais das unidades hospitalares quando resultados insatisfatórios foram evidenciados para os ensaios considerados, e que ao longo do tempo podem ter representado maior êxito na implantação de normas para a adequação dos seus processos de tratamento da água aos limites restritivos, preconizados em legislação.

Por fim, o elevado índice de resultados satisfatórios observados na unidade hospitalar I, com relação ao ensaio de contagem de bactérias heterotróficas para as soluções de dialisato, pode ser inferido à possibilidade de utilização de máquinas com a presença de módulos de ultrafiltração para retenção bacteriana do fluido de diálise (dialisato). Este equipamento, localizado imediatamente antes da entrada no dialisador, proporciona a redução de valores de contagens de bactérias heterotróficas provenientes da água tratada destinada à preparação do fluido de diálise e, desta forma, pode minimizar os efeitos prejudiciais à saúde do paciente exposto à terapia renal<sup>32,33,36-38</sup>.

Resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa para a qualidade da solução de dialisato foram descritos na literatura<sup>33,37,38</sup>. No entanto, outros autores alcançaram conclusões discordantes em relação a este estudo, visto que a solução de dialisato pode ser suscetível à contaminação microbiana, com possível formação de biofilme ao longo das tubulações do sistema de produção do fluido de diálise, comprometimento da membrana do processo de osmose reversa, interferência na qualidade da manufatura da água e elevação dos níveis de contaminação acima do valor máximo permitido em legislação para contagem de bactérias heterotróficas<sup>19,36,38</sup>.

Com base no exposto acima, evidenciou-se que os resultados insatisfatórios obtidos ensejaram a necessidade de estabelecimento de ações nos sistemas de produção da água destinada a procedimentos dialíticos nas duas unidades hospitalares e, que ao longo do tempo, levaram ao incremento de resultados dentro dos padrões estabelecidos em legislação, com relação aos ensaios avaliados na presente pesquisa.

Protocolos eficazes de tratamento da água destinada à terapia dialítica também foram sugeridos por outros autores quando da comprovação da qualidade insuficiente da água destinada ao tratamento de pacientes renais. A implementação de novas tecnologias nas rotinas de manutenção do sistema de tratamento da água e parâmetros operacionais também podem ter sido empregados como intervenções pelas unidades hospitalares, e que corroboraram para a melhoria na efetividade dos resultados analíticos, relacionados a itens, como: **(i)** implantação de rotinas de desinfecção microbiológica, química e térmica da máquina nos serviços de diálise à beira do leito antes e após a sessão do tratamento, **(ii)** troca de dialisadores, **(iii)** implantação de gestão de manutenção preventiva e/ou corretiva de máquina portátil de osmose reversa destinada ao tratamento dialítico, **(iv)** troca de máquinas de diálise, **(v)** adaptações físicas ou reformas destinadas à instalação local, **(vi)** troca de rede de tratamento de água, **(vii)** capacitação/treinamento da equipe técnica de apoio ao serviço; entre outros indicadores, a fim de evitar contaminação cruzada da água<sup>29-33,39,40</sup>.

Portanto, evidenciou-se que a obtenção de resultados em desacordo com a legislação, nos parâmetros avaliados, conduziu as equipes de profissionais das instituições hospitalares a promoverem maiores esforços para garantir a qualidade dos sistemas de tratamento da água destinada ao tratamento dialítico frente aos requisitos regulatórios utilizados no estudo. É possível concluir que a progressão dos resultados em conformidade com os padrões da legislação ao longo do tempo do processo, sob contínuo monitoramento,



permite inferir em melhor qualidade na produção da água ofertada aos pacientes internados em unidades de UTI, minimizando os riscos à saúde que possam estar associados ao tratamento dialítico.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo, relativos às contagens de bactérias heterotróficas, pesquisa de coliformes totais e à determinação de endotoxinas bacterianas em amostras de água tratada para diálise e solução de dialisato, coletadas em duas unidades hospitalares públicas da cidade de São Paulo, permitiram observar a evolução ocorrida ao longo do tempo, frente ao aumento nos níveis de resultados satisfatórios, indicando a eficácia na melhoria contínua da qualidade da água ofertada aos pacientes internados em UTI, submetidos a procedimentos dialíticos e com quadros de insuficiência renal aguda.

Além disso, os resultados objetivam estimular outras instituições a realizarem o monitoramento contínuo de seus sistemas de tratamento para a produção de água tratada e solução de dialisato, por meio de avaliações laboratoriais periódicas, com o objetivo de reduzir a ocorrência de contaminação do produto final ofertado em terapia dialítica, impactando de forma positiva a saúde dos pacientes expostos ao tratamento dialítico.

---

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

## FINANCIAMENTO

Não declarado pelos autores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições hospitalares públicas na execução deste estudo.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Adriana Aparecida Buzzo Almodovar e Ellen Gameiro Hilinski: concepção e delineamento das análises laboratoriais; coleta, análise crítica e interpretação dos resultados obtidos. Márcia Liane Buzzo: análise crítica e interpretação dos resultados obtidos e elaboração da redação. Todos os autores foram responsáveis pela redação, revisão e aprovação final do texto.

---

## REFERÊNCIAS

1. Menon S, Krallman KA, Arikian AA, Fuhrman DY, Gorga SM, Mottes T et al. Worldwide exploration of renal replacement outcomes collaborative in kidney disease (WE-ROCK). *Kidney Int Rep.* 2023;8(8):1542-52.  
<https://doi.org/10.1016/j.ekir.2023.05.026>
2. Passoni R, Lordani TVA, Peres LAB, Carvalho ARS. Occurrence of acute kidney injury in adult patients hospitalized with COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Nefrologia.* 2022;42(4):404-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2021.09.002>

3. Meena J, Mathew G, Kumar J, Chanchlani R. Incidence of acute kidney injury in hospitalized children: A meta-analysis. *Pediatrics*. 2023;151(2):e2022058823.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2022-058823>
4. Koyner JL, Mackey RH, Rosenthal NA, Carabuena LA, Kampf JP, Echeverri J et al. Health care resource utilization and costs of persistent severe acute kidney injury (PS-AKI) among hospitalized stage 2/3 AKI patients. *KIDNEY* 360. 2023;360(4):316-25.  
<https://doi.org/10.34067/KID.0005552022>
5. Schreider A, Moraes Júnior CS, Fernandes NMS. Three years evaluation of peritoneal dialysis and hemodialysis absorption costing: Perspective of the service provider compared to funds transfers from the public and private healthcare systems. *Braz J Nephrol*. 2022;44(2):204-14.  
<https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2021-0118>
6. Pinheiro G, Ruiz PBO, Lima AFC. Custos dos tratamentos destinados a pacientes adultos com Covid-19 em cuidados intensivos: Revisão integrativa. *Rev Paul Enferm*. 2023;34:a03.  
<https://doi.org/10.33159/25959484.repen.2023v34a03>
7. Oliveira IA. Síndrome da lesão renal aguda. Cap 29. In: Moraes Lu, Francescantonio PLC, Pereira MS, Sarkis CM, Taniguchi ALP, organizadores. *As bases do diagnóstico sindrômico*. Guarujá, SP: Editora Científica Digital Ltda; 2023. 222-7. Disponível em:  
<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230312429.pdf>
8. Zarbock A, Nadim MK, Pickkers P, Gomez H, Bell S, Joannidis M et al. Sepsis-associated acute kidney injury: consensus report of the 28th acute disease quality initiative workgroup. *Nature Reviews Nephrology*. 2023;19:401-17.  
<https://doi.org/10.1038/s41581-023-00683-3>
9. Moreira-Quijije JX, Tigua-Ponce JA, Alcocer-Diaz S. Prevalencia mundial y factores de riesgo de la insuficiencia renal aguda en poblaciones pediátricas. *MQRInvestigar*. 2023;7(3):323-43.  
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.323-343>
10. De Clercq L, Ailliet T, Schaubroeck H, Hoste EAJ. Acute and chronic cardiovascular consequences of acute kidney injury: A systematic review and meta-analysis. *Cardiorenal Med*. 2023;13(1):26-33.  
<https://doi.org/10.1159/000527198>

11. Meena J, Yadav J, Kumar J, Dawman L, Tiewosh K, Mittal A et al. Incidence, predictors, and short-term outcomes of acute kidney injury in children with diabetic ketoacidosis: A systematic review. *Pediatric Nephrology*. 2023;38:2023-31.  
<https://doi.org/10.1007/s00467-023-05878-1>
12. Turgut F, Awad AS, Abdel-Rahman EM. Acute kidney injury: Medical causes and pathogenesis. *J Clin Med*. 2023;12(1):375.  
<https://doi.org/10.3390/jcm12010375>
13. Ethgen O, Murugan R, Echeverri J, Blackowicz M, Harenski K, Ostermann M. Economic analysis of renal replacement therapy modality in acute kidney injury patients with fluid overload. *Critical Care Explorations*.  
<https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000921>
14. Hu X, Yang M, Li X, Chen Y, Ouyang S, Li L. Knowledge, attitude, and practice of nephrologists on the decision for renal replacement therapy. *BMC Public Health*. 2023;23:654.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-023-15530-0>
15. Centers for Disease Control Prevention – CDC. Water use in dialysis. [acesso 2023 Jul 21]. Disponível em:  
<https://www.cdc.gov/dialysis/guidelines/water-use.html>
16. Saito AK, Wu S. High-grade *Staphylococcus lugdunensis* bacteremia in a patient on home hemodialysis. *Fed Pract*. 2023;40(4):123-7.  
<https://doi.org/10.12788/fp.0361>
17. Tai T, Yamamoto T, Yamaguchi K, Watanabe M, Tanaka H, Muraki Y et al. Evaluation of the meropenem dosage and administration schedule in patients with bacteremia initial therapy. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2023;29(8):749-53.  
<https://doi.org/10.1016/j.jiac.2023.04.004>
18. Hilinski EG, Almodovar AAB, Silva FPL, Pinto TJA, Bugno A. Is dialysis water a safe component for hemodialysis treatment in São Paulo State, Brazil? *Braz J Pharm Sci*. 2020;56:e17835.  
<https://dx.doi.org/10.1590/s2175-97902019000417835>
19. Jesus PR, Ferreira JAB, Carmo JS, Albertino SRG, Vicentini Neto SA, Santos LMG et al. Monitoring the quality of the water used in mobile dialysis services in intensive care units in the city of Rio de Janeiro. *Braz J Nephrol*. 2022;44(1):32-41.  
<https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2020-0217>

20. Almodovar AAB, Buzzo ML, Silva FPL, Hilinski EG, Bugno A. Effectiveness of the monitoring program for ensuring the quality of water treated for dialysis in the state of São Paulo. *Braz J Nephrol.* 2018;40(4):344-50.  
<https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2018-0026>
21. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 154, de 15 de junho de 2004. Estabelece o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise. *Diário Oficial da União.* Brasília, DF, 17 jun 2004. Seção 1(115):65-9.
22. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 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, DF, 14 mar 2014. Seção 1(50):40-2.
23. Instituto Adolfo Lutz. Manual para Orientação – Análise de Água no Instituto Adolfo Lutz. Segunda Revisão, 2012. Disponível em:  
[http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_4\\_25/manual\\_de\\_colheita\\_de\\_agua.pdf?attach=true](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_4_25/manual_de_colheita_de_agua.pdf?attach=true)
24. American Public Health Association (US) – APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23ª ed. Washington, DC. 2017. ISBN: 978-0-87553-287-5.
25. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Farmacopeia Brasileira. 2019. 6ª ed. v.1. Disponível em:  
<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/VOLUME1FB6at2Erratappdfcomcapa.pdf>
26. Cesar Neto, JC. A crise hídrica no estado de São Paulo. *Geosp – Espaço e Tempo (Online).* 2016;19(3):479-84.  
<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.101113>
27. Marengo JA, Nobre CA, Seluchi ME, Cuartas A, Alves LM, Mendiondo EM et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP.* 2015;106:31-44.  
<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>
28. Soriano E, Londe LR, Di Gregorio LT, Coutinho MP, Santos LBL. Water crisis in São Paulo evaluated under the disaster's point of view. *Ambient Soc.* 2016;19:21-42.  
<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150120r1v1912016>
29. Totaro M, Casini B, Valentini P, Miccoli M, Giorgi S, Porretta A et al. Evaluation and control of microbial and chemical contamination in dialysis water plants of Italian nephrology wards. *Journal of Hospital Infection.* 2017;97:169-74.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2017.05.011>

30. Parreira AG, Sousa FV, Rocha AP, Souza TM. Monitoramento microbiológico em sistema inovador e sustentável de tratamento de água destinada à hemodiálise. RAHIS. 2017;48-65.  
<https://doi.org/10.21450/rahis.v13i3.3609>
31. Gaibor NGT, Sacaluga LG, Ojeda FC, Cotén JRM, Lazo MS. Thermal disinfection in hemodialysis using the A0 concept as dispenser. Nefrologia. 2019;39(5):482-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.10.006>
32. Iorio B, Micco L, Bruzzese D, Nardone L, Russo L, Formisano P et al. Ultrapure dialysis water obtained with additional ultrafilter may reduce inflammation in patients on hemodialysis. J Nephrol. 2017;30:795-801.  
<https://doi.org/10.1007/s40620-017-0422-x>
33. Humadat YR, Al-Naseri SK, Abdul-Majeed MA, Jaafar MS, Al-Naemi AN, Najim LA. Membrane filtration enhanced by ultrasound for reducing endotoxin in dialysis water. Desalination and Water Treatment. 2022;272:31-6.  
<https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28842>
34. Morghad T, Hassaine H, Boutarfi Z, Gaouar S, Bellifa S, Meziani Z. Bacteriological water quality and biofilm formation in the treatment system of the hemodialysis unit in Tlemcen, Algeria. Seminars in Dialysis. 2020;33:394-401.  
<https://doi.org/10.1111/sdi.12898>
35. Tawab MEAE, Arafa RAM, Helmy A, Daigham GES. Management of water quality in some dialysis centers between 1 April 2020 and 31 March 2021 in Cairo hospitals, Egypt. The Arab Journal of Scientific Research. 2023;7(7):85-102.  
<https://doi.org/10.21608/ajsr.2023.296409>
36. Câmara SAV, Pivetta ANS, Uehara GHM. Pesquisa de endotoxinas em água de hemodiálise. Vigil sanit debate. 2018;6(4):42-6.  
<https://doi.org/10.22239/2317-269x.01158>
37. Bolasco P. The production of on-line dialysis water for extracorporeal dialysis: Proposals for an increased safety upgrade: A viewpoint. Journal of Nephrology. 2020;33:405-15.  
<https://doi.org/10.1007/s40620-019-00667-2>
38. Shahryari A, Nikaeen M, Hatamzadeh M, Dastjerdi MV, Hassanzadeh A. Evaluation of bacteriological and chemical quality of dialysis water and fluid in Isfahan, Central Iran. Iran J Public Health. 2016;45(5):650-6. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4935709/pdf/IJPH-45-650.pdf>

39. Lima BS. Avaliação do desempenho essencial das máquinas de hemodiálise de um EAS de grande porte [trabalho de conclusão de curso]. Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia; 2020. Disponível em:  
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29941>
40. Gomes AJS. O impacto da gestão da manutenção nos equipamentos de hemodiálise na segurança e qualidade do atendimento do paciente [trabalho de conclusão de curso de pós-graduação do MBA]. Salvador (BA): Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. 2018. Disponível em:  
<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/1403/1/AILTON%20JOS%c3%89%20DE%20SOUZA%20GOMES.pdf>

