

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE HEMODIÁLISE EM UMA UNIDADE DE DIÁLISE LOCALIZADA EM BELO HORIZONTE, MG

Maria Luiza Alcântara Costa (*), Adriana Rodrigues Chaves, Adriana Alves Pereira

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

marialuiza.alc@gmail.com

RESUMO

A hemodiálise é um método de depuração artificial do sangue que utiliza a água como insumo principal. Os pacientes submetidos a essa terapia são mais vulneráveis a contaminação oriunda da água, uma vez que essa pode assimilar substâncias que causam risco à saúde do paciente. Dessa forma, as unidades de diálise devem realizar tratamentos específicos para adequar a água potável aos procedimentos hemodialíticos, segundo os parâmetros de qualidade expressos pela Resolução RDC nº 11, de 13/03/2014, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Objetiva-se, por meio do presente estudo, avaliar a qualidade da água utilizada em uma unidade de diálise localizada em Belo Horizonte, e a consequente eficiência do processo de tratamento, por meio do atendimento aos padrões de qualidade determinados pela RDC nº 11/2014. Dados de monitoramento da água potável e da água tratada para hemodiálise, referentes aos anos de 2013 a 2018, foram analisados. Verificou-se que as características físicas e organolépticas da água potável e que os parâmetros físico-químicos da água para hemodiálise encontraram-se dentro dos parâmetros aceitáveis e dos padrões de qualidade previstos, respectivamente. No entanto, os parâmetros microbiológicos apresentaram resultados insatisfatórios (até 11%). A partir dos resultados obtidos, observou-se que o sistema de tratamento utilizado na unidade de diálise em estudo é eficiente na adequação da água potável aos padrões físico-químicos. Contudo, o não atendimento aos padrões microbiológicos, nos pontos de monitoramento existentes após o tratamento, pode indicar a colonização de biofilmes no sistema de distribuição da água para hemodiálise, propiciado pela ineficiência dos equipamentos de controle microbiológico, constituindo em riscos potenciais aos pacientes hemodialíticos.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Doenças renais, Monitoramento.

INTRODUÇÃO

A hemodiálise é uma modalidade terapêutica utilizada por cerca de 92% dos portadores da Doença Renal Crônica (DRC) em estágio terminal (SESSO *et al.*, 2017). Essa terapia, ao mesmo tempo que permite a manutenção das condições clínicas necessárias a uma boa qualidade de vida, apresenta-se ainda como um risco potencial aos pacientes por utilizar a água como insumo principal (RAMIREZ *et al.*, 2015).

Nas unidades de diálise, a água é utilizada para produção do dialisato, por meio da diluição do concentrado de eletrólitos, com ou sem glicose, denominado como concentrado polieletrólítico para hemodiálise (CPHD) (BRASIL, 2014). O dialisato é utilizado para imersão do dialisador (membrana semipermeável) durante a sessão de hemodiálise para que, por meio dele, ocorra a filtração dos produtos metabólicos indesejáveis ao sangue do paciente renal crônico e concomitante substituição por íons presentes no dialisato como cálcio, magnésio, sódio e potássio (RAMIREZ *et al.*, 2015; JESUS; ALMEIDA, 2016). No Brasil, é permitido o reúso em diálise, pelo mesmo paciente, desde que se realize os respectivos processamentos em diálise, nos quais também se utiliza a água tratada para hemodiálise nas etapas de enxágue, que ocorrem no momento anterior à instalação do dialisador na máquina de hemodiálise (BRASIL, 2014).

Até a década de 1970, acreditava-se que a água potável fosse adequada para ser utilizada em procedimentos hemodialíticos (SILVA *et al.*, 1996). Contudo, considerando que a oscilação da qualidade da água de abastecimento determina a maior ou menor adição de produtos químicos ao tratamento e que cada paciente é exposto a cerca de 120 L de água por sessão, pode-se correlacionar a qualidade da água utilizada a ocorrência de eventos mórbidos relacionados ao procedimento (MOSSINI *et al.*, 2014).

O risco iminente à saúde do paciente hemodialítico oferecido pela utilização da água potável nos procedimentos em diálise é minimizado pela adequação desta a parâmetros de qualidade. No Brasil, a Resolução RDC nº 11, de 13 de março de 2014, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é o instrumento normativo vigente relativo ao funcionamento dos serviços de diálise. Nesta resolução estão preconizados os parâmetros aceitáveis para as características físicas e organolépticas da água potável e o padrão de qualidade da água para hemodiálise, além das frequências de verificação e análise, respectivamente (BRASIL, 2014).

Diante do exposto, as unidades de diálise devem empregar métodos de purificação da água potável, seja essa oriunda da rede pública ou de fonte alternativa, considerando a sua qualidade e os padrões de qualidade a serem alcançados (AHMAD, 2005; BRASIL, 2014). Dessa forma, a purificação da água pode ser feita por meio de deionizadores ou por osmose reversa, sendo que o último apresenta maior confiabilidade na retenção de metais pesados e orgânicos dissolvidos na água (JESUS; ALMEIDA, 2016).

Anterior ao processo de purificação, pode ser necessário o pré-tratamento da água potável com filtros de porosidades variáveis, para retenção de partículas maiores, e abrandadores, para remoção de substâncias que conferem dureza à água. A água, depois de purificada, denomina-se como água para hemodiálise, e segue para armazenamento no reservatório do sistema de tratamento e distribuição da água para hemodiálise (STDAH), cujas especificações devem estar de acordo com o artigo 54 da RDC nº 11/14, e distribuição, por meio de um circuito hidráulico, para o salão de diálise e para a sala de processamento de dialisadores (BRASIL, 2014).

Considerando a importância da qualidade da água utilizada em procedimentos hemodialíticos para prevenção de riscos aos pacientes, as unidades de diálise devem empregar estratégias de manutenção preventiva e monitoramento do STDAH para a melhoria na qualidade da água para hemodiálise. A RDC nº 11/2014 determina que devem ser realizadas análises de rotina da água potável destinada a hemodiálise e na água para hemodiálise, com coletas em pontos específicos do sistema de tratamento e distribuição para se avaliar a eficiência tratamento empregado (BRASIL, 2014).

OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é avaliar a eficiência do processo de tratamento de água para hemodiálise em uma unidade de diálise localizada em Belo Horizonte (MG), através do atendimento aos padrões de qualidade determinados pela RDC nº 11/2014.

METODOLOGIA

A unidade de diálise do presente estudo localiza-se no município de Belo Horizonte (MG). Ela opera seis dias por semana durante três turnos (manhã, tarde e noite) e utiliza o sistema de osmose reversa para purificação da água potável recebida pela companhia estadual de abastecimento. Anterior ao processo de purificação, realiza-se o pré-tratamento da água potável com filtros, abrandadores e adição de metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) para remoção do cloro residual (Figura 1). Após o tratamento no equipamento de osmose reversa, a água para hemodiálise segue para armazenamento em reservatório e distribuição por meio de um circuito hidráulico. A referida unidade de diálise também utiliza lâmpada ultravioleta e um gerador de ozônio automático para o controle microbiológico da água para hemodiálise (Figura 1).

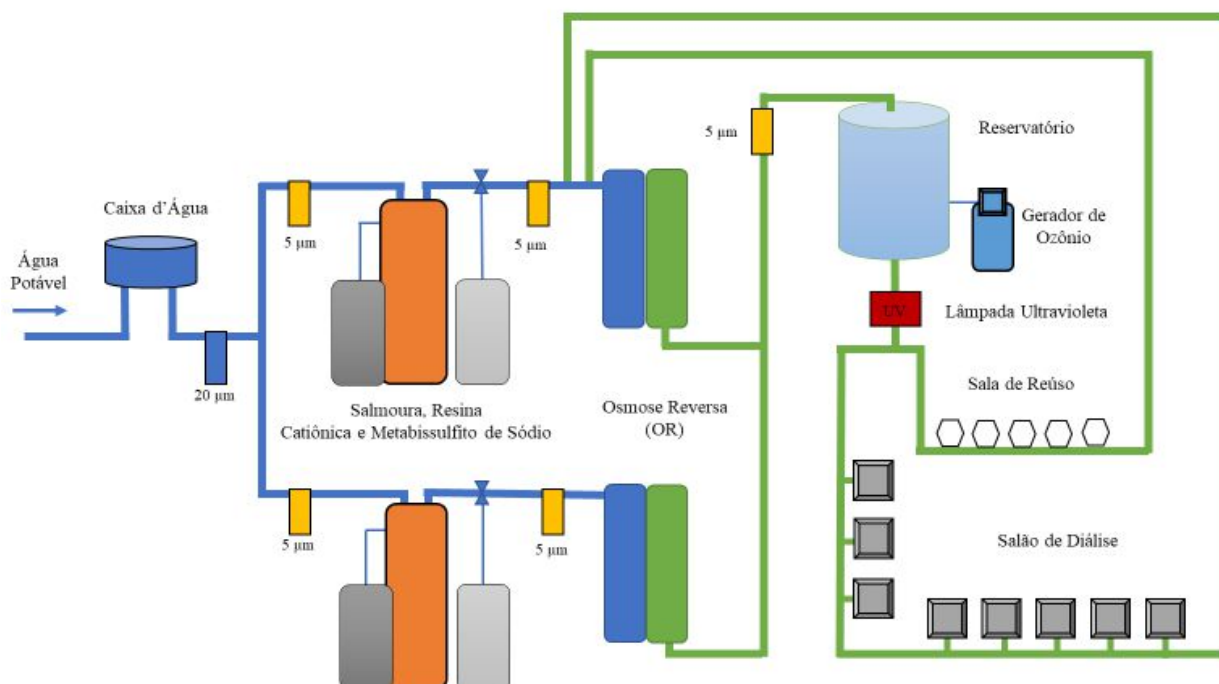


Figura 1: Fluxograma do sistema de tratamento e distribuição da água para hemodiálise (STDAH) da unidade de diálise em estudo

A qualidade da água para hemodiálise é monitorada regularmente pela própria unidade de diálise através das análises de rotina, conforme parâmetros e frequências determinados pela RDC n° 11/2014. Os parâmetros relativos às características físicas e organolépticas da água potável (cor aparente, turvação, sabor, odor, cloro residual livre e pH) são verificados diariamente na entrada do reservatório de água potável e na entrada do subsistema de tratamento de água para hemodiálise. Mensalmente, são analisados os parâmetros microbiológicos (coliformes totais, contagem de bactérias heterotróficas e endotoxinas) na água para hemodiálise no ponto de retorno da alça de distribuição (loop) e em um dos pontos na sala de processamento, enquanto que no dialisato (solução de diálise) é verificado apenas o parâmetro bactérias heterotróficas, em amostras colhidas na máquina de diálise. Os parâmetros físico-químicos são analisados semestralmente em um ponto após o subsistema de tratamento de água para hemodiálise (BRASIL, 2014).

Para a unidade de diálise estudada, avaliou-se, para cada ponto de monitoramento, o atendimento dos respectivos parâmetros aos padrões preconizados pela RDC n° 11/2014, referentes aos anos de 2013 a 2018. Ressalta-se que não foram analisados todos os dados para todos os pontos de monitoramento ao longo do período avaliado, devido à falta dos registros na unidade de diálise.

Em relação às características físicas e organolépticas da água potável, as coletas de amostras e análises foram realizadas por técnicos da própria unidade de diálise. Para essas características, foram analisados apenas se os resultados quantificáveis (cloro residual livre e pH) encontravam-se de acordo com o determinado pela legislação. Uma vez que para todo o período avaliado todas as características qualitativas (cor aparente, turvação, sabor e odor) encontravam-se em conformidade com a normativa vigente, essas não foram consideradas na análise.

As coletas de amostras de água para hemodiálise para análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas pelo responsável técnico da unidade de diálise, e as análises foram realizadas por um laboratório externo. As amostras foram analisadas conforme os métodos analíticos descritos por *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017), Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2010) e *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 1997). Para esses parâmetros, foram determinados os percentuais de resultados abaixo do limite de quantificação (LQ), entre o LQ e o valor máximo permitido (VMP), e acima do VMP. Além disso, foi verificado se o valor estipulado para o nível de ação relacionado ao parâmetro contagem de bactérias heterotróficas (50 UFC/mL) foi atingido em algum dos pontos onde esse parâmetro é analisado.

Tendo em vista a revogação da Resolução ANVISA RDC n° 154/2004 (BRASIL, 2004) pela Resolução ANVISA RDC n° 11/2014, com a consequente alteração dos respectivos valores máximos permitidos para os parâmetros endotoxinas e contagem de bactérias heterotróficas, considerou-se para cada período os limites máximos expressos na legislação vigente.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os percentuais de satisfatoriedade e insatisfatoriedade para cada ponto de monitoramento, bem como o período de avaliação de cada um desses pontos. Entre os seis pontos de monitoramento apenas no ponto de retorno da alça de distribuição (loop) não foram verificadas amostras insatisfatórias dentre as analisadas. O percentual de satisfatoriedade encontrou-se próximo de 99% para os seguintes pontos: entrada do reservatório de água potável, entrada do STDAH e ponto após o subsistema de tratamento de água para hemodiálise. Foram verificados percentuais insatisfatórios para o ponto de monitoramento presente na sala de processamento (5%) e para as amostras colhidas nas máquinas de hemodiálise (dialisato) (10,7%). Correspondem para ambos pontos de monitoramento que apresentaram insatisfatoriedade às análises de parâmetros microbiológicos.

Tabela 1. Percentual de amostras de água potável e água para hemodiálise satisfatórias e insatisfatórias em relação aos padrões estabelecidos pelas Resoluções RDC n° 154/2004 e RDC n° 11/2014, por ponto de monitoramento e período avaliado.

Ponto de Monitoramento	Período Avaliado	Total de amostras	Amostras Satisfatórias (%)	Amostras Insatisfatórias (%)
Entrada do reservatório de água potável	2013 a 2017	2092	99,6	0,4
Entrada do STDAH ¹	2016 e 2017	910	99,9	0,1
Ponto após o subsistema de tratamento de água para hemodiálise	2016 a 2018	109	99,1	0,9
Ponto de retorno da alça de distribuição (loop)	2016 a 2018	49	100,0	0,0
Ponto na sala de processamento	2014 a 2018	139	95,0	5,0
Máquina de Hemodiálise	2014 a 2018	318	89,3	10,7

¹ STDAH – sistema de tratamento e distribuição da água para hemodiálise

Em relação às características físicas e organolépticas da água potável, para os dois pontos monitorados (entrada do reservatório de água potável e entrada do subsistema de tratamento de água para hemodiálise) apenas o parâmetro pH distoou dos parâmetros aceitáveis (entre 6,0 e 9,5), enquanto o parâmetro cloro residual livre manteve-se de acordo com o padrão ao longo do período analisado (maior que 0,2 mg/L). A tabela 2 mostra, para o ponto de monitoramento na entrada do reservatório de água potável, a oscilação desse parâmetro entre 5,92 e 9,80, enquanto a tabela 3 mostra, para o ponto entrada do subsistema de tratamento de água para hemodiálise, a oscilação entre 5,35 e 9,29.

Tabela 2. Características físicas e organolépticas da água potável de um centro de diálise localizado em Belo Horizonte, MG, no período de 2013 a 2017. Ponto: entrada do reservatório de água potável.

Característica	Número de Observações	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Cloro Residual Livre	1074	0,30	2,50	1,18	1,20	0,27	22,8
pH	1018	5,92	9,80	8,34	8,38	0,59	7,0

Tabela 3. Características físicas e organolépticas da água potável de um centro de diálise localizado em Belo Horizonte, MG, no período de 2016 a 2017. Ponto: entrada do subsistema de tratamento de água para hemodiálise.

Característica	Número de Observações	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Cloro Residual Livre	484	0,5	1,8	1,15	1,2	0,2	17,5
pH	426	5,35	9,29	7,96	8,13	0,64	8,0

A tabela 4 mostra o quantitativo de resultados por parâmetro em cada ponto de monitoramento da água tratada para hemodiálise, bem como o percentual abaixo dos respectivos LQs e acima dos VMPs (insatisfatórios). Para os parâmetros físico-químicos, apenas o arsênio apresentou uma amostra insatisfatória (Tabela 4), com concentração registrada de 0,022 mg/L. Em relação aos parâmetros microbiológicos contagem de bactérias heterotróficas e endotoxinas, observou-se que o maior percentual de amostras insatisfatórias refere-se às coletas realizadas nas máquinas de hemodiálise (dialisato) e na sala de processamento, com 10% e 11% de insatisfatoriedade, respectivamente (Tabela 4). Além disso, é notável que grande parte das amostras relativas a esses parâmetros encontram-se entre os respectivos LQs e VMPs, independente da normativa vigente (Tabela 4). Ainda para o parâmetro contagem de bactérias

heterotróficas, verificou-se que 18% das amostras colhidas nas máquinas de hemodiálise (dialisato) e 11% das amostras oriundas da sala de processamento, sejam essas insatisfatórias ou não, ultrapassaram o nível de ação estipulado para esse parâmetro (50 UFC/mL). Esse nível de ação indica a necessidade da adoção de providências para identificação e intervenção preventiva sobre o referido parâmetro.

Tabela 4. Número de resultados abaixo dos limites de quantificação (LQs), entre os LQs e os valores máximos permitidos (VMPs) e acima dos VMPs em água para hemodiálise, definidos na resolução ANVISA RDC nº 154/2004² e nº 11/2014 para cada parâmetro.

Parâmetro	< LQ	≥ LQ e ≤ VMP	> VMP	Total
Coliforme Total (Loop)	-	-	0	17
Contagem de Bactérias Heterotróficas (Loop)	10 (59%)	7	0	17
Endotoxinas (Loop)	1 (7%)	14	0	15
Coliforme Total (Sala de Processamento)	-	-	0	47
Contagem de Bactérias Heterotróficas (Sala de Processamento)	15 (32%)	30	2 (4%)	47
Endotoxinas (Sala de Processamento)	14 (31%)	26	5 (11%)	45
Contagem de Bactérias Heterotróficas (Dialisato)	125 (39%)	159	34 (10%)	318
Alumínio	4 (80%)	1	0	5
Antimônio	2 (40%)	3	0	5
Arsênio	3 (60%)	1	1 (20%)	5
Bário	4 (80%)	1	0	5
Berílio	5 (100%)	0	0	5
Cádmio	5 (100%)	0	0	5
Cálcio	5 (100%)	0	0	5
Chumbo	5 (100%)	0	0	5
Cloro Total	2 (50%)	2	0	4
Cobre	5 (100%)	0	0	5
Cromo	5 (100%)	0	0	5
Fluoreto	3 (60%)	2	0	5
Magnésio	2 (40%)	3	0	5
Mercurio	5 (100%)	0	0	5
Nitrato	0	5	0	5
Potássio	1 (20%)	4	0	5
Prata	5 (100%)	0	0	5
Selênio	4 (80%)	1	0	5
Sódio	1 (20%)	4	0	5
Sulfato	3 (60%)	2	0	5
Tálio	5 (100%)	0	0	5
Zinco	5 (100%)	0	0	5

² para os parâmetros endotoxina bacteriana e bactéria heterotrófica.

A oscilação do pH na água potável pode estar relacionada a variações de temperatura ao longo da distribuição da água e no reservatório superior onde essa é armazenada. Essa característica exige monitoramento, uma vez que quando se encontra baixa pode causar acidose e náuseas nos pacientes e, além disso, pode vir a reduzir a eficiência do sistema de abrandadores e diminuir a rejeição de flúor pela osmose reversa, interferindo negativamente na eficiência do tratamento (HOENICH, RONCO, LEVIN, 2003; BRAIMOH *et al.*, 2012).

De maneira geral, os parâmetros físico-químicos apresentaram valores inferiores aos respectivos LQs. O parâmetro arsênio, apesar de ser a única amostra que apresentou-se acima do VMP (0,005 mg/L), cujo o valor registrado foi de 0,022 mg/L, exige atenção por tratar-se de um contaminante extremamente tóxico, cuja exposição pode causar danos severos nos sistemas renal, hematopoiético e hepático (SILVA; MOREIRA, 2009).

A quantificação de bactérias heterotróficas ter apresentado-se acima dos valores permitidos nos pontos após a purificação, principalmente no dialisato, pode ser um indicativo da possível colonização e formação de biofilmes ao longo do STDAH e no circuito hidráulico da máquina de hemodiálise. Os biofilmes, devido à composição variada, são responsáveis pela liberação de endotoxinas, que podem acessar a corrente sanguínea do paciente diretamente, por serem capazes de permear entre as membranas do dialisador, provocando reações pirogênicas e complicações a longo prazo ao paciente (HOENICH; RONCO; LEVIN, 2003). A utilização da lâmpada ultravioleta, como auxiliar de desinfecção, também pode aumentar o nível de endotoxinas como consequência da destruição da parede celular das bactérias gram-negativas (AL-NASERI; MAHDI; HASHIM, 2013). Assim, além poder correlacionar a incidência de bactérias heterotróficas à liberação de endotoxinas, a contagem de bactérias heterotróficas pode atuar como um indicador de eventuais falhas na desinfecção, eventuais alterações na qualidade da água que está reservada ou possível não integridade do sistema de distribuição, sendo necessária a execução de medidas corretivas todas as vezes que esse parâmetro aproximar-se do nível de ação ou quando algum paciente apresentar sintomas de bacteremia ou reações pirogênicas durante a hemodiálise (BRASIL, 2014).

CONCLUSÕES

A eficiência do tratamento realizado para se obter a água para hemodiálise encontra-se relacionada às características da água potável que abastece as unidades de diálise. Assim, torna-se necessário o monitoramento de diversos pontos ao longo do STDAH, a fim de verificar a ocorrência de anomalias no tratamento e distribuição, além da execução de planos de ação. A partir dos resultados obtidos, observa-se que o sistema de tratamento utilizado na unidade de diálise em estudo é eficiente na adequação da água potável aos padrões físico-químicos. Contudo, a contaminação microbiológica é verificada nos pontos após a purificação (sala de processamento e máquinas de hemodiálise), possivelmente devido à ineficiência da desinfecção por lâmpada ultravioleta e/ou falha na operação automática do gerador de ozônio. Essa hipótese não descarta a possibilidade da contaminação microbiológica ser oriunda de outros constituintes do STDAH, tais como os componentes do circuito hidráulico, às falhas no projeto do sistema de distribuição e, até mesmo, as membranas dos dialisadores utilizados. Dessa forma, recomenda-se que a verificação dos parâmetros microbiológicos seja realizada também nos demais pontos de monitoramento existentes, mesmo que de maneira voluntária por parte da unidade de diálise, a fim de que se evite a multiplicação de bactérias e a liberação de endotoxinas e, conseqüentemente, se ofereça água para hemodiálise com maior segurança aos pacientes em diálise.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento deste estudo e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) pelo apoio financeiro acerca da participação no evento IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental em São Bernardo do Campo (SP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahmad, S. **Essentials of water treatment in hemodialysis**. Hemodialysis International, [s.l.], v. 9, n. 2, p.127-134, abr. 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1492-7535.2005.01124.x>.
2. Al-Naseri, S. K.; Mahdi, Z. M.; Hashim, M. F. **Quality of water in hemodialysis centers in Baghdad, Iraq**. Hemodialysis International, [s.l.], p.517-522, 5 Mar. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/hdi.12027>.
3. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**, volume 1. 5ª Ed. Brasília, 2010.
4. APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd edition. 2017.
5. Braimoh, R. W.; Mabayoje, M. O.; Amira, C. O.; Coker, H. **Quality of hemodialysis water in a resource-poor country: the Nigerian example**. Hemodialysis International, 16:532–538, 2012.
6. 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.
7. 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.



8. Jesus, G. P. de; Almeida, A. A. **Principais problemas gerados durante a terapia de hemodiálise associados à qualidade da água.** Revista Eletrônica Atualiza Saúde, Salvador, v. 3, n. 3, p.41-52, jun. 2016.
9. Hoenich, N. A.; Ronco, C.; Levin, R. **The Importance of Water Quality and Haemodialysis Fluid Composition.** Blood Purification, [s.l.], v. 24, n. 1, p.11-18, 23 Dec. 2005. S. Karger AG. <http://dx.doi.org/10.1159/000089430>.
10. Mossini, S. A. G., Tomoike, C., Kohiyama, C. Y., Yamada, S. S., Silva, S. R B., Garcia, L. B., Tognim, M. C. B., Bando, E., Nishiyama, P. **Qualidade da água utilizada para equipamentos de hemodiálise em Unidade de Terapia Intensiva.** Vigilância Sanitária em Debate, [s.l.], v. 2, n. 3, p.38-43, 29 ago. 2014. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.3395/vd.v2i3.205>.
11. Ramirez, S. S.; Delgado, A. G.; Romão, C. M. A.; Almeida, A. E. C. C. (2015) **Água para hemodiálise: estudo comparativo entre os resultados das análises fiscais e as análises de rotina realizadas em unidades de diálise no estado do Rio de Janeiro.** Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia. 3(3):104-109
12. Sesso, R. C., Lopes, A. A., Thomé, F. S., Lugon, J. R., Martins, C. T. **Brazilian Chronic Dialysis Survey 2016.** Jornal Brasileiro de Nefrologia, [s.l.], v. 39, n. 3, p.261-266, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5935/0101-2800.20170049>.
13. Silva, A. M. M.; Martins, C. T. B.; Ferraboli, R.; Jorgetti, V.; Romão Jr., J. E. **Revisão/Atualização em Diálise: Água para hemodiálise.** Jornal Brasileiro de Nefrologia. 1996; 18(2): 180-188.
14. Silva, A. L. O. da; Moreira, J. C. **Efeitos tóxicos de alguns contaminantes inorgânicos a saúde de pacientes submetidos a hemodiálise.** Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n.3, p. 691-730, 2009.
15. U.S.EPA. *United States Environmental Protection Agency.* “**Method 300.1: Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography,**” Revision 1.0. Cincinnati, OH. 1997.