

VII-019 – AVALIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE COMO PARÂMETRO PRELIMINAR DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA PARA HEMODIÁLISE

Priscila da Costa⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Estagiária do Laboratório de Química Bromatológica (LQB) da Fundação Ezequiel Dias (FUNED).

Adriana Alves Pereira⁽²⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Ciências em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). PhD pela *Vrije Universiteit Amsterdam* (VU AMSTERDAM). Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do CEFET-MG.

Cláudia Aparecida de Oliveira e Silva⁽³⁾

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFV. Doutora em Ciência de Alimentos pela UFMG. Analista e Pesquisadora em Saúde e Tecnologia do LQB da FUNED.

Flávio Rodrigues Pereira⁽⁴⁾

Técnico em Química pelo CEFET-MG. Tecnólogo em Normalização e Qualidade Industrial pelo CEFET-MG. Licenciado em Química pela UFMG. Técnico em Saúde e Tecnologia do LQB da FUNED.

Gizele Barrozo Ribeiro⁽⁵⁾

Técnica em Química pelo CEFET-MG. Licenciada em História pela UFMG. Técnica em Saúde e Tecnologia do LQB da FUNED.

Endereço⁽¹⁾: Rua Paulo Piedade Campos, 15, 804/02 - Estoril - Belo Horizonte - Minas Gerais - CEP: 30494-225 - Brasil - Tel.: (31) 3327-8228 - e-mail: priscila.costa91@hotmail.com.

RESUMO

O sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise é responsável por tornar a água potável apta para o uso em procedimentos hemodialíticos. As características da água para hemodiálise obtida devem ser compatíveis com os requisitos de qualidade estabelecidos pela Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014¹. Como a qualidade da água para hemodiálise é fundamental para a prevenção de riscos de infecção aos pacientes com insuficiência renal crônica, torna-se necessário o estabelecimento de programas de monitoramento da qualidade dos serviços de diálise. O Laboratório de Química Bromatológica da Fundação Ezequiel Dias compõe o Laboratório Central de Saúde Pública do Estado de Minas Gerais e atua no Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise de Minas Gerais desde 2005. O presente trabalho visa apresentar os resultados dos parâmetros condutividade, fluoreto, nitrato e sulfato, determinados através do referido programa, no período de julho de 2008 a dezembro de 2016. Objetiva-se comparar os resultados desses parâmetros com os respectivos limites estabelecidos pela referida resolução. Pretende-se, ainda, comparar os resultados não conformes da condutividade com os resultados dos outros parâmetros, de modo a discutir a importância da condutividade como parâmetro preliminar de monitoramento da água para hemodiálise. Foram analisadas 1067, 729, 767 e 849 amostras para os parâmetros condutividade, nitrato, fluoreto e sulfato, respectivamente, de 90 centros de hemodiálise em funcionamento no Estado. A condutividade foi o parâmetro de maior índice de valores acima do limite legal (10%), porém houve uma redução no percentual de insatisfatoriedade e em seu valor médio insatisfatório ao longo do período estudado. Observaram-se menores taxas de insatisfatoriedade para os ensaios de fluoreto (4%) e nitrato (1%) e não foram obtidos resultados não conformes para o sulfato. Isto indica que a condutividade, entre os parâmetros físico-químicos analisados, tende a ser um parâmetro de grande relevância para a avaliação da qualidade da água. Os resultados reforçam a importância das ações de fiscalização e apontam para a necessidade de uma avaliação mais crítica sobre os parâmetros avaliados e suas relações.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de Água, Diálise, Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

Água para hemodiálise é definida como água tratada adequada para uso em aplicações de hemodiálise, incluindo a preparação de fluido de diálise, reprocessamento de dialisadores e preparação de concentrado polieletrólítico¹. Suas características devem ser compatíveis com os requisitos de qualidade estabelecidos pela Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014¹. Nesta resolução são definidos teores máximos específicos para diversos parâmetros como endotoxinas, contaminantes microbiológicos e metálicos, além de propriedades físico-químicas. Entre elas destacam-se a condutividade, o nitrato, o fluoreto e o sulfato.

O sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise (STDAH) tem como objetivo tratar a água potável tornando-a apta para o uso em procedimento hemodialítico. Ele é composto pelo subsistema de abastecimento de água potável (SAAP), subsistema de tratamento de água para hemodiálise (STAH) e subsistema de distribuição de água tratada para hemodiálise (SDATH)¹. O controle da qualidade da água tratada utilizada no STDAH é de fundamental importância para a prevenção de riscos de infecção aos pacientes com insuficiência renal crônica, sendo necessário o estabelecimento de programas de monitoramento da qualidade nos serviços de diálise.

Nesse aspecto, o Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise existente em Minas Gerais permite verificar se os serviços de diálise não oferecem riscos à saúde dos pacientes. O Laboratório de Química Bromatológica (LQB) da Fundação Ezequiel Dias (FUNED), que compõe o Laboratório Central de Saúde Pública do Estado de Minas Gerais (LACEN-MG), atua desde 2005 no referido programa, em parceria com a Vigilância Sanitária (VISA), realizando análises físico-químicas da água tratada utilizada nos equipamentos empregados nos procedimentos de hemodiálise. Até o ano de 2012 o programa desempenhou função de orientação, ou seja, os centros de diálise eram orientados a tomar as devidas ações corretivas em caso de resultados insatisfatórios, de acordo com a Resolução ANVISA RDC nº 154, de 15 de junho de 2004², posteriormente revogada pela Resolução RDC nº 11/2014¹. Após o ano de 2012, as amostras passaram a ser coletadas e analisadas em caráter fiscal, ou seja, o centro de diálise passou a ser responsabilizado legalmente em casos de resultados insatisfatórios.

O descumprimento das disposições contidas na Resolução RDC nº 11/2014¹ constitui infração sanitária passível de responsabilidades civil, administrativa e penal cabíveis. Os procedimentos para apuração das infrações, assim como as especificações de coleta, prazos e demais ritos sanitários estão dispostos no Código de Saúde do Estado de Minas Gerais³. Assim, os programas de monitoramento da qualidade da água para hemodiálise, especialmente em caráter fiscal, são importantes instrumentos de ação sanitária na garantia de melhorias nas práticas de rotinas de manutenção nos sistemas de tratamento e de distribuição da água tratada para diálise, visando à prevenção dos riscos a que se expõem os pacientes renais crônicos⁴.

Dentre os parâmetros de qualidade mencionados na resolução citada, a condutividade eletrolítica refere-se à medida da capacidade de uma solução aquosa em transportar corrente elétrica. Esta propriedade varia em função da presença, concentração, mobilidade e valência dos íons, além da temperatura de medição. A maioria das soluções de compostos inorgânicos são relativamente boas condutoras. Por outro lado, as moléculas de compostos orgânicos que não se dissociam em solução aquosa não são boas condutoras⁵. A condutividade elétrica fornece um panorama geral e inespecífico da qualidade da água por se tratar de um parâmetro diretamente proporcional à concentração de íons dissolvidos na amostra.

O flúor, devido à alta reatividade, somente é encontrado como fluoretos inorgânicos ou compostos orgânicos de fluoreto. Sua forma iônica, o fluoreto (F^{-1}), é utilizado, principalmente, em tratamentos convencionais de água para consumo humano, sendo benéfico para a calcificação. No entanto, teores excessivos podem provocar problemas como fluorose que causa dores e danos aos dentes, ossos e articulações⁶. O sulfato (SO_4^{2-}) pode ser encontrado em águas naturais ou pode ser oriundo de processos industriais. Trata-se de um parâmetro que pode provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, como incrustações ou sabores, porém, não necessariamente implicam em risco à saúde⁷. Nitratos (NO_3^-) são substâncias muito solúveis em água e encontradas facilmente em águas naturais, mas concentrações elevadas são, em geral, consequência de atividades antrópicas como contaminação por fertilizantes e efluentes domésticos. Em relação aos seus efeitos adversos à saúde, por serem produtos finais da oxidação da amônia, altos teores de nitrato podem provocar doenças e formação de substâncias carcinogênicas⁷.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos parâmetros condutividade, fluoreto, nitrato e sulfato, analisados pelo LQB no Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise de Minas Gerais durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2016. De modo a verificar o atendimento aos limites legais, os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 11/2014¹. Além disso, deseja-se comparar os resultados não conformes da condutividade com os resultados não conformes dos outros parâmetros, de modo a discutir a importância da condutividade como parâmetro preliminar de monitoramento da água nos centros de hemodiálise.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estão cadastrados no Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise de Minas Gerais 90 centros de serviço de hemodiálise. Atualmente, em caráter fiscal, ao menos uma amostra de cada serviço de hemodiálise do Estado é coletada anualmente por técnicos treinados da VISA e encaminhada ao LQB para determinação dos parâmetros condutividade, fluoreto, sulfato e nitrato. As coletas, cujos custos são a cargo do Estado, são realizadas em diferentes pontos do serviço de hemodiálise, estabelecidos na legislação vigente. O LQB recebe amostras coletadas na sala de reprocessamento para pacientes renais crônicos com hepatite B negativa.

As análises foram realizadas entre julho de 2008 e dezembro de 2016. Entretanto, em alguns períodos, os parâmetros não foram analisados devido à falta de disponibilidade de materiais. Sendo assim, em relação aos parâmetros condutividade, nitrato, fluoreto e sulfato foram analisadas 1067, 729, 767 e 849 amostras, respectivamente. As amostras foram analisadas conforme os métodos descritos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*⁸ e os resultados comparados com os valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução RDC nº 11/2014¹ (Tabela 1). Foram especificados, ainda, os limites de quantificação (LQ) considerados nos processos de validação intralaboratorial de acordo com a Norma ABNT ISO/IEC 17025:2005⁹ dos respectivos métodos analíticos (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros avaliados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise de Minas Gerais, com respectivos métodos de medição e valores máximos permitidos (VMP) definidos na Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014, e limites de quantificação (LQ) conforme a Norma ABNT ISO/IEC 17025:2005.

PARÂMETRO	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE	VMP	LQ
Condutividade Eletrolítica	<i>Standard Methods</i> , Condutimétrico, nº 2510 B	(μ S/cm)	10,0	1,0
Fluoreto	Método por Kit Analítico análogo ao <i>Standard Methods</i> , Fotométrico com Alizarina, nº 4500-F ⁻	(mg/L)	0,20	0,20
Nitrato	Método por Kit Analítico, Fotométrico com Ácido Sulfúrico	(mg/L)	2,0	0,5
Sulfato	Método por Kit Analítico, Fotométrico por Ácido Tânico	(mg/L)	100	50

A análise dos resultados obtidos fundamentou-se, inicialmente, no número total de amostras relativo a cada parâmetro e verificou-se, em seguida, as respectivas porcentagens de amostras com resultados abaixo do LQ, entre o LQ e o VMP e acima do VMP, também para cada parâmetro. Além disso, os resultados insatisfatórios (acima do VMP) do ensaio de condutividade foram analisados e comparados com os resultados insatisfatórios dos demais parâmetros. Assim, selecionaram-se as amostras insatisfatórias para o parâmetro condutividade e, em seguida, foi verificado se, para tais amostras, também foram obtidos resultados não conformes para fluoreto, nitrato e sulfato, buscando-se estabelecer uma possível relação entre os parâmetros.

RESULTADOS OBTIDOS

No período estudado, considerando-se o total de amostras analisadas para cada parâmetro, foram verificadas 103 amostras insatisfatórias (10%) para o ensaio de condutividade, 32 amostras insatisfatórias (4%) em relação ao ensaio de fluoreto e 7 amostras insatisfatórias (1%) para o nitrato (Tabela 2). Somente o ensaio de sulfato não apresentou amostras com valores acima do VMP. Percebeu-se, ainda, que a condutividade apresentou

apenas 2 amostras (0,19%) com resultados abaixo do LQ do método. No entanto, os parâmetros nitrato, fluoreto e sulfato apresentaram, respectivamente, cerca de 90%, 94% e 98% de amostras abaixo do LQ, ou seja, quase a totalidade de amostras analisadas (Tabela 2).

Tabela 2: Número de resultados obtidos abaixo dos limites de quantificação (LQ) dos métodos, entre os LQ e os valores máximos permitidos (VMP) e acima dos VMP, definidos na Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014, para cada parâmetro físico-químico analisado.

Conductividade ($\mu\text{S/cm}$)				Nitrato (mg/L)			
Anos	< 1,0	> 1,0 e < 10,0	> 10,0	Anos	< 0,5	> 0,5 e < 2,0	> 2,0
2008	0	34	7	2008	5	8	0
2009	0	135	18	2009	134	18	1
2010	0	149	19	2010	15	7	1
2011	0	152	14	2011	0	0	0
2012	0	108	5	2012	92	17	4
2013	0	66	10	2013	92	11	1
2014	0	88	10	2014	95	3	0
2015	0	120	8	2015	127	1	0
2016	2	110	12	2016	97	0	0
TOTAL	2	962	103	TOTAL	657	65	7
%	0,19%	90,16%	9,65%	%	90,12%	8,92%	0,96%
Valor máximo permitido (VMP) = 10,0 $\mu\text{S/cm}$				Valor máximo permitido (VMP) = 2,0 mg/L			
Limite de quantificação do método (LQ) = 1,0 $\mu\text{S/cm}$				Limite de quantificação do método (LQ) = 0,5 mg/L			
Fluoreto (mg/L)				Sulfato (mg/L)			
Anos	< 0,20	0,2	> 0,2	Anos	< 50,0	> 50,0 e < 100,0	> 100,0
2008	9	6	2	2008	36	5	0
2009	131	1	6	2009	143	10	0
2010	61	0	3	2010	166	2	0
2011	0	0	0	2011	32	0	0
2012	105	0	0	2012	112	1	0
2013	99	1	4	2013	104	0	0
2014	94	1	3	2014	97	1	0
2015	106	3	13	2015	127	1	0
2016	113	5	1	2016	12	0	0
TOTAL	718	17	32	TOTAL	829	20	0
%	93,61%	2,22%	4,17%	%	97,64%	2,36%	0,00%
Valor máximo permitido (VMP) = 0,20 mg/L				Valor máximo permitido (VMP) = 100,0 mg/L			
Limite de quantificação do método (LQ) = 0,20 mg/L				Limite de quantificação do método (LQ) = 50,0 mg/L			

Em função ao elevado percentual de insatisfatoriedade para condutividade em relação aos demais parâmetros, seus resultados não conformes (acima do VMP) foram analisados. Observou-se que o menor percentual de amostras insatisfatórias para condutividade (6,2%) foi observado em 2012, ano em que as amostras passaram a ser coletadas em caráter fiscal (Figura 1). De uma forma geral, foi verificada uma redução no percentual de amostras que não atenderam ao limite estabelecido para a condutividade no período de julho de 2008 a dezembro de 2016, apesar da ocorrência de um ligeiro aumento nos anos de 2013 (9,6%), 2014 (10,2%) e 2016 (9,7%) (Figura 1).

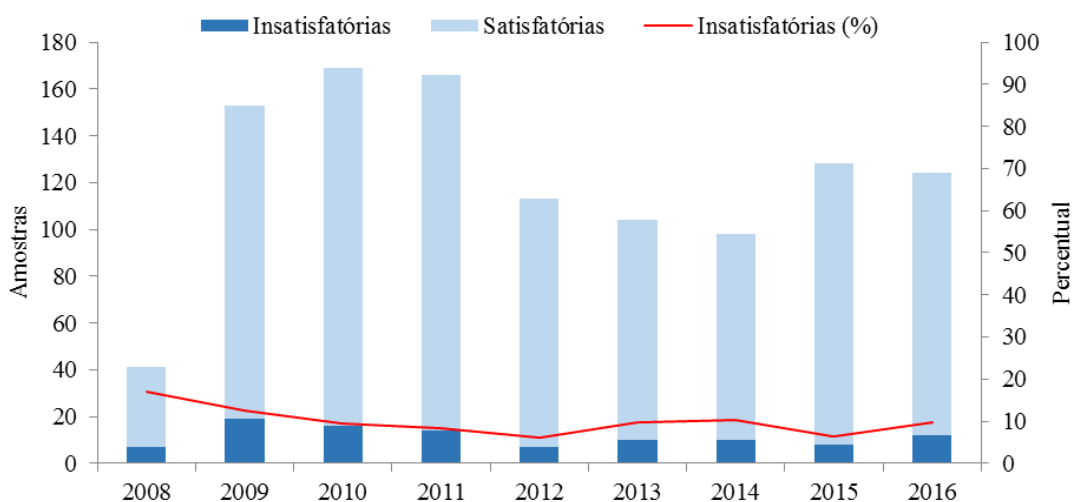


Figura 1: Quantitativo de amostras de água para hemodiálise que atenderam ao limite máximo estabelecido para condutividade pela Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014 (satisfatórias), que não atenderam ao limite (insatisfatórias) e percentual de insatisfatórias analisadas entre julho de 2008 a dezembro de 2016 (n = 1067).

Para o cálculo do valor insatisfatório médio do ensaio de condutividade, utilizou-se, inicialmente, a técnica *Box Plot*¹⁰ com o intuito de serem identificados os valores que extrapolaram a margem de distribuição dos dados insatisfatórios, em cada ano – *Outliers*. Foi identificada uma totalidade de 6 *Outliers* no período de estudo (Figura 2). Sendo assim, esses 6 valores insatisfatórios discrepantes foram desconsiderados no cálculo do valor insatisfatório médio.

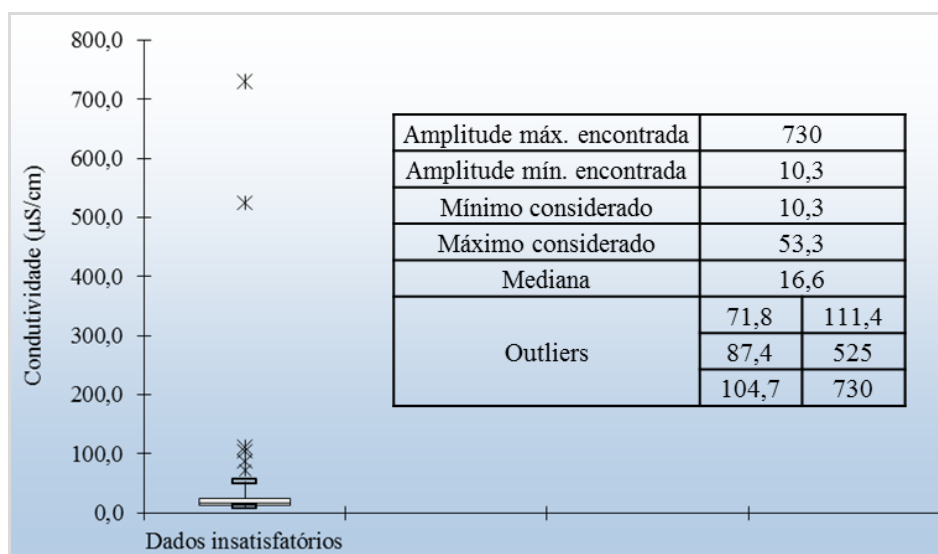


Figura 2: Representação *Box Plot* para os valores insatisfatórios de condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) obtidos nos ensaios realizados entre julho de 2008 e dezembro de 2016 com as amostras de água para hemodiálise (n = 103).

Verificou-se também que, nesse período, o valor médio entre as amostras insatisfatórias em condutividade diminuiu sistematicamente, de 26,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em 2008, para 16,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em 2016, ainda que tenha sido notada uma variação do valor insatisfatório médio entre os anos estudados (Figura 3). A tendência de decaimento observada denota, ainda, que os valores insatisfatórios para o ensaio de condutividade têm se aproximado, cada vez mais, ao limite máximo estabelecido pela Resolução RDC nº 11/2014¹ (Figura 3).

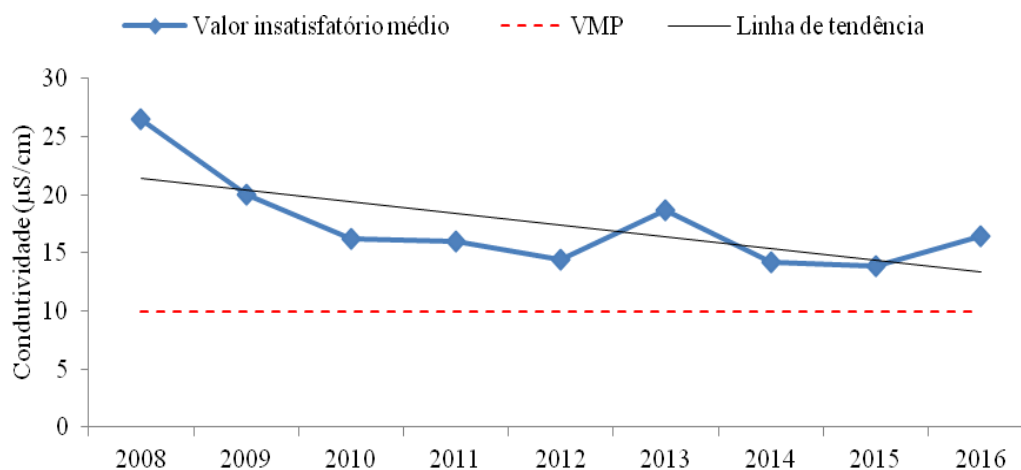


Figura 3: Perfil de resultados de condutividade das amostras de água para hemodiálise que não atenderam ao valor máximo permitido (VMP) pela Resolução ANVISA RDC nº 11, de 13/03/2014 (insatisfatórios) entre julho de 2008 a dezembro de 2016 (n = 97).

Observou-se, ainda, que cerca de 43% e 47% das amostras que apresentaram resultados insatisfatórios para nitrato e fluoreto, respectivamente, também apresentaram valores de condutividade eletrolítica superiores ao VMP (Tabela 3).

Tabela 3: Quantitativo de percentual da relação entre os resultados acima do VMP para os parâmetros nitrato e fluoreto, em relação às amostras insatisfatórias para o ensaio de condutividade eletrolítica.

Parâmetros	Nitrato	Fluoreto
Total de amostras insatisfatórias	7	32
Amostras insatisfatórias também para condutividade	3	15
%	42,86%	46,88%

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A condutividade eletrolítica foi o parâmetro que apresentou maior percentual de resultados não conformes ao limite legal (resultados insatisfatórios: 10%) em comparação com os outros parâmetros estudados. Apesar disto, de modo geral observou-se uma redução no percentual de insatisfatoriedade nos ensaios de condutividade, assim como em seu valor médio insatisfatório, ao longo dos anos estudados (Figura 3). Além disto, somente 0,19% das amostras analisadas para a condutividade apresentaram resultados abaixo do LQ do método, ao contrário dos demais parâmetros, cujos percentuais foram iguais ou superiores a 90% (Tabela 2).

Ainda que tenham sido observadas variações entre o período estudado, a tendência geral de decaimento da insatisfatoriedade e do valor médio insatisfatório para condutividade reforçam a efetividade e a importância dos programas de monitoramento da qualidade físico-química da água tratada utilizada nos serviços de saúde de Minas Gerais. Tais variações podem ser atribuídas a eventuais adversidades dos centros de diálise no que se refere à coleta e tratamento da água utilizada, além da manutenção de seus sistemas, aspectos que não foram abordados no presente estudo.

Também se verificou que cerca de 43% das amostras insatisfatórias em ensaios de nitrato e 47% para o parâmetro fluoreto resultaram em insatisfatoriedade para o parâmetro condutividade (Tabela 3). Os resultados obtidos sugerem que, quando os parâmetros nitrato e fluoreto extrapolam o VMP pela legislação, a amostra tende a ser insatisfatória também para o parâmetro de condutividade eletrolítica. Apesar de esta discussão ter sido baseada em uma análise qualitativa e em um número de resultados insatisfatórios pequeno, os resultados do presente estudo indicam uma possível relação dos resultados insatisfatórios em condutividade com os parâmetros nitrato e fluoreto.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Conforme exposto, no período de julho de 2008 a dezembro de 2016, a condutividade foi o parâmetro que apresentou o maior índice de amostras de água para hemodiálise que não atendeu ao limite estabelecido pela Resolução RDC nº 11/2014¹ (10%), ainda que os resultados tenham fundamentando-se em números totais de amostras diferentes. Este percentual de não conformidade foi superior que aos demais parâmetros, fluoreto (4%) e nitrato (1%). Isto indica que a condutividade, entre os parâmetros físico-químicos, tende a ser um parâmetro sensível e relevante para o Programa de Monitoramento da Qualidade de Serviços de Hemodiálise existente em Minas Gerais.

Sabe-se que o LQB compõe o LACEN-MG e responsabiliza-se pela realização e avaliação das análises físico-químicas da água utilizada nos procedimentos de hemodiálise de todo o estado de Minas Gerais. Nesse sentido, como o ensaio de condutividade é de baixa complexidade analítica e baixo custo, sua descentralização para as regionais da VISA no estado de Minas Gerais oferece oportunidade de atuação com maior rapidez e frequência, tornando o sistema da VISA mais efetivo na sua missão de proteção e promoção da saúde.

Os resultados obtidos sugerem, então, que a condutividade pode ser considerada como um indicativo dos demais parâmetros físico-químicos, ainda que seja necessário realizar os demais ensaios analíticos, conforme estabelece a Resolução RDC nº 11/2014¹. Conclui-se, então, que a análise dos resultados reforça a importância das ações de fiscalização e aponta para uma reflexão em relação a um novo direcionamento do programa tendo em vista a ausência de resultados insatisfatórios para sulfato e a relação indicada entre a condutividade e os parâmetros nitrato e fluoreto, em que a condutividade eletrolítica tende a ser preliminar aos demais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FUNED pela disponibilização dos dados de monitoramento e ao CEFET-MG pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 11 de 13 de março de 2014. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2014.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 154, de 15 de junho de 2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2004.
3. MINAS GERAIS. Código de Saúde do Estado de Minas Gerais: Lei nº 13.317, de 24 de setembro de 1999. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 1999. 76 p.
4. BUZZO, M. L.; BUGNO, A.; ALMODOVAR, A. A. B.; KIRA, C. S.; CARVALHO, M. F. H.; SOUZA, A.; SCORSAFAVA, M. A. A importância de programas de monitoramento da qualidade da água para diálise na segurança dos pacientes. Rev. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2010; 69(1): 1-6.
5. ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 13959:2014 (E). Water for haemodialysis and related therapies. 2014.
6. JAGTAP, S.; YENKIE, M. K.; LABHSETWAR, N.; RAYALU, S. Fluoride in Drinking Water and Defluoridation of Water. Chemical Reviews, 112, p. 2454-2466. India: 2012.
7. BAIRD, C.; CANN, M. Química Ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
8. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 Ed. Washington DC, 2012.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
10. ÉLIN DUXUS. Análise estatística Box Plot desenvolvida pela Consultoria Élin Duxus. Disponível em: <<http://www.duxus.com.br>>. Acesso em: 05 jan. 2017.