

SAÚDE E AMBIENTE

V.9 • N.1 • 2022 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2022v9n1p159-174



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM HOSPITAIS: UM ESTUDO DESCRITIVO LONGITUDINAL PARA DETECÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS

MONITORING WATER QUALITY IN HOSPITALS: A LONGITUDINAL DESCRIPTIVE STUDY ON DETECTION OF CRITICAL POINTS

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS HOSPITALES: UN ESTUDIO DESCRITIVO LONGITUDINAL PARA DETECTAR PUNTOS CRÍTICOS

Árina Oliveira Reis da Paixão¹

Kátia Aparecida Nunes da Silva²

Jhuly Aurora Assunção Gouvêa³

Janiny Maria Araújo Garcia⁴

Vanessa Temponi de Melo⁵

Felipe Gomes da Costa Oliveira⁶

Júlio César Pereira Reis⁷

Humberto Moreira Húngaro⁸

Juliana de Carvalho da Costa⁹

RESUMO

Em ambiente hospitalar, a água é utilizada para as mais diferentes finalidades, como: consumo, processos de higienização e hemodiálise. O abastecimento regular e o monitoramento frequente da qualidade da água são fundamentais para garantir a segurança das atividades desenvolvidas. A Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, regulamenta os requisitos sensoriais, químicos e microbiológicos de potabilidade da água. No presente trabalho, foi realizado um estudo longitudinal do monitoramento da qualidade da água utilizada em dois hospitais, identificando os seus principais pontos críticos. Para isso, foram analisadas 126 amostras de água, coletadas nos anos de 2016 a 2019, das quais 80 foram provenientes do hospital A e 46 do hospital B. Ao longo dos quatro anos de estudo, observou-se variação na quantidade de amostras em desacordo com a legislação vigente. Também foi verificado que as amostras apresentaram inconformidades principalmente nas análises de cloro residual livre, 11,3% e 19,6%, e contagem de bactérias heterotróficas, 5,0% e 2,2%, nos hospitais A e B, respectivamente. Com isso, verifica-se a importância no monitoramento da qualidade da água em ambientes hospitalares, visando o cuidado com a saúde dos funcionários e, em especial, dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE

Cloro Residual. Controle de Qualidade. Padrão de Potabilidade da Água.

ABSTRACT

In the hospital environment, water is used for different purposes, such as: consumption, cleaning processes and hemodialysis. Regular supply and frequent monitoring of water quality are essential to guarantee the safety of the activities carried out. Consolidation Ordinance n° 5 of September 28th, 2017, of the Ministry of Health, regulates the sensory, chemical, and microbiological requirements for drinking water in Brazil. In the present work, a longitudinal study of the quality monitoring of the water used in two hospitals was carried out, identifying its main critical points. For this, 126 water samples collected from 2016 to 2019 were analyzed, of which 80 came from hospital A and 46 from hospital B. Over the four years of study, there was a variation in the number of samples in disagreement with current legislation. It was also verified that the samples showed nonconformities mainly in the analysis of free residual chlorine, 11.3% and 19.6%, and heterotrophic bacteria count, 5.0% and 2.2%, in hospitals A and B, respectively. With this, the importance of monitoring the quality of water in hospitals is verified, aiming the health care of employees and of patients.

KEYWORDS

Residual Chlorine. Quality Control. Water Potability Standard.

RESUMEN

En el ámbito hospitalario, el agua se utiliza para los más diversos fines, tales como: consumo, procesos de limpieza y hemodiálisis. El suministro regular y el seguimiento frecuente de la calidad del agua son fundamentales para garantizar la seguridad de las actividades realizadas. La Ordenanza de Consolidación No. 5, de 28 de septiembre de 2017, del Ministerio de Salud, regula los requisitos sensoriales, químicos y microbiológicos para el agua potable. En el presente trabajo se realizó un estudio longitudinal del seguimiento de la calidad del agua utilizada en dos hospitales, identificando sus principales puntos críticos. Para eso, se analizaron 126 muestras de agua recolectadas entre 2016 y 2019, de las cuales 80 provenían del hospital A y 46 del hospital B. Durante los cuatro años de estudio, hubo variación en el número de muestras en desacuerdo con la legislación vigente. También se verificó que las muestras presentaron no conformidades principalmente en el análisis de cloro residual libre, 11,3% y 19,6%, y recuento de bacterias heterotróficas, 5,0% y 2,2%, en los hospitales A y B, respectivamente. Con eso, se comprueba la importancia de la monitorización de la calidad del agua en los hospitales, apuntando a la atención sanitaria de los empleados y, en particular, de los pacientes.

PALABRAS CLAVE

Cloro Residual. Control de Calidad. Estándar de Potabilidad del Agua.

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para existência e manutenção da vida, uma vez que todos os seres vivos dependem dela para sobreviver (GHOSH *et al.*, 2022). Assim, sua qualidade apresenta uma relação direta com a saúde humana, sendo que a contaminação da água vem se tornando um dos principais problemas ambientais enfrentados pela população, como nos casos das doenças de veiculação hídrica, sobretudo em grupos etários mais vulneráveis, como crianças e idosos (PAIVA; SOUZA, 2018).

A água é um insumo essencial no ambiente hospitalar em vários procedimentos, incluindo a rotina de higienização de mãos e, até mesmo, seu uso em tratamentos que requerem extremo cuidado, como na hemodiálise (RUAS, 2019). Todo esse controle na qualidade da água é necessário por ela ser capaz de veicular microrganismos e substâncias prejudiciais à saúde (RUAS, 2019). Com isso, a água precisa atender a alguns critérios de qualidade, no que se refere à sua composição química e microbiológica, para que possa ser considerada potável (SILVA *et al.*, 2021).

Dessa maneira, objetivando garantir a potabilidade da água para o consumo humano, o Ministério da Saúde instituiu a Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, que especifica que a água potável deve estar isenta de qualquer tipo de substância contaminante que possa oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2017). Portanto, se faz necessário verificar se os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos estão dentro dos limites permitidos de potabilidade (MATA; CAMPOS, 2020). A avaliação da qualidade da água utilizada em hospitais é importante para identificação de inconformidades, adoção de ações preventivas e corretivas nos sistemas de tratamento e distribuição de água, bem como no direcionamento de políticas públicas de monitoramento (FUSATI AMBIENTAL, 2018).

O presente trabalho visa apresentar um estudo longitudinal, realizado durante quatro anos, acerca do monitoramento da qualidade da água utilizada em dois hospitais com consumos médios e esquemas de distribuição de água diferentes. Além disso, são identificados os principais pontos de coleta com qualidade de água inadequada e a influência das estações do ano em relação aos parâmetros avaliados.

2 MÉTODO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE E DOS HOSPITAIS

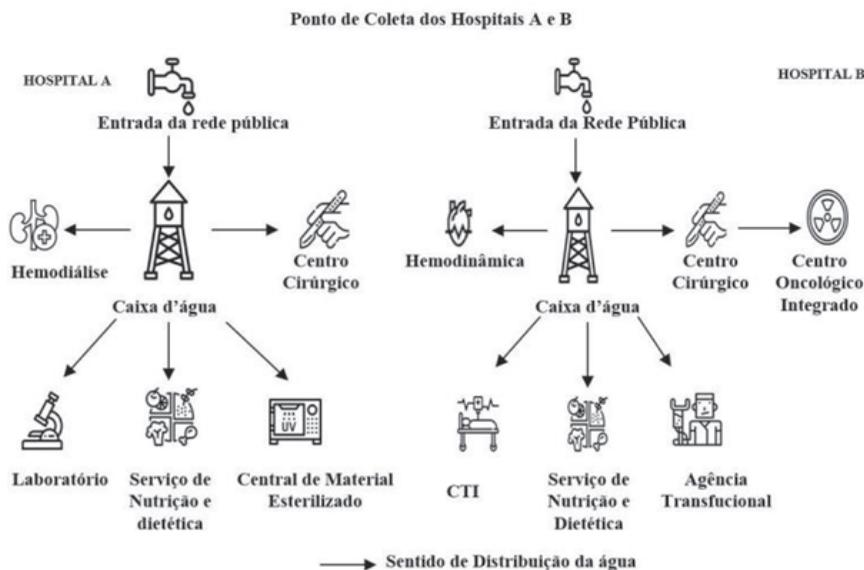
As amostras foram coletadas em dois hospitais localizados na cidade de Juiz de Fora, MG, que possui aproximadamente 577.000 habitantes de acordo com o último censo de 2021 (IBGE, 2021).

Nessa cidade, os hospitais A e B são abastecidos pela rede pública municipal e apresentam um consumo médio de água por ano de 200.000 m³ e 45.000 m³, respectivamente. Além disso, cada hospital apresenta um número diferente de atendimentos por ano, sendo que o hospital A atende em média 500.000 pacientes, e o hospital B cerca, de 40.000. Assim, cada um apresenta uma rede de distribuição de água específica de acordo com sua demanda.

2.2 COLETA DA AMOSTRA

Foram analisadas 126 amostras no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2019. Dessas, 80 foram coletadas no hospital A, nos seguintes locais: caixa d'água geral, sala de hemodiálise, laboratório de análises clínicas, serviço de nutrição e dietética, central de material esterilizado e centro cirúrgico. Já no Hospital B foram coletadas 46 amostras dos seguintes locais: hemodinâmica, centro de tratamento intensivo (CTI), serviço de nutrição e dietética, agência transfusional, centro cirúrgico e centro oncológico integrado (Figura 1).

Figura 1 – Pontos de coleta das amostras de água dos hospitais A e B.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A coleta foi realizada seguindo todas as orientações presentes no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW) (APHA, 2017), utilizando frascos estéreis contendo 0,5 mL de tiosulfato de sódio 0,1 N para amostras destinadas à análise microbiológica e frascos não estéreis para as análises físico-químicas. As coletas foram realizadas seguindo todos os protocolos assépticos exigidos para tal.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O cloro residual livre (CRL) e ferro total foram analisados no aparelho *Pocket Colorimeter* II (Hach), utilizando os kits de análise específicos *Chlorine Free DPD* e *IronPhen-Anthroline* (Hach), respectivamente.

As análises de cor aparente foram realizadas no fotocolorímetro microprocessado digital (Alfakit), e a turbidez no Turbidímetro Plus (Alfakit). Já as análises de pH e sólidos totais dissolvidos (STD) foram feitas em pHmetro DM-20 (Digimed) e condutivímetro TEC-4MP (Tecnal), respectivamente. Enquanto as análises de alcalinidade (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos), cloretos, dureza total e demanda química de oxigênio (DQO) foram realizadas por meio de métodos titulométricos (APHA, 2017).

2.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas realizadas foram contagem de bactérias heterotróficas e pesquisa de coliformes totais e *Escherichia coli* (APHA, 2017).

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados como médias, desvio padrão e coeficiente de variação. Posteriormente analisados por estatística descritiva, considerando a variação dos dados por meio de quartis (*box-plot*), tais valores foram comparados aos de referência especificados na Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. O software utilizado para a análise estatística foi o *GraphPad Prism 8*.

3 RESULTADOS

Dentre todas as amostras analisadas no período de 2016 a 2019 nos hospitais A e B, 15,0% e 23,9%, respectivamente, estavam em desacordo com a Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017, em relação aos parâmetros avaliados, conforme a legislação vigente no período em que as análises foram realizadas (Tabela 1).

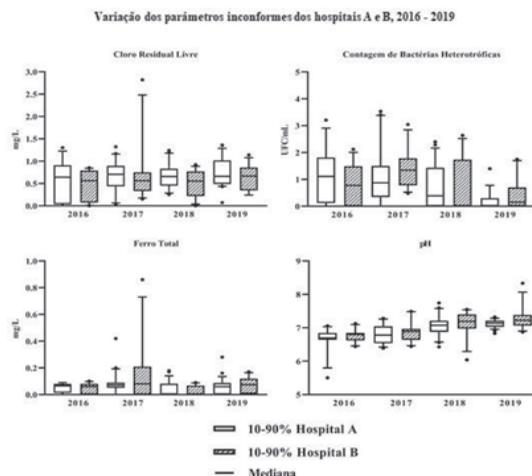
Tabela 1 – Número de amostras analisadas por ano, porcentagem de inconformidades, parâmetros não conformes e pontos de coleta de águas dos hospitais A e B, no período entre 2016 a 2019

Hospital	Ano (n)	Inconformidades (%)	Parâmetros não conformes	Ponto de coleta com problemas
A	2019 (24)	8,3	Cloro residual livre; Cor aparente	Serviço de Nutrição e Dietética; Entrada da hemodiálise
	2018 (24)	0	-	-
	2017 (20)	30,0	Cloro residual livre; Ferro total; Contagem de bactérias heterotróficas; Coliformes totais.	Caixa d'água geral; Entrada da hemodiálise
	2016 (12)	33,3	Cloro residual livre; Contagem de aeróbios mesófilos	Caixa d'água geral; Centro Cirúrgico; Entrada da hemodiálise; Laboratório
Total	80	15,0		
B	2019 (12)	8,3	Cor aparente	Centro Oncológico Integrado
	2018 (12)	33,3	Cloro residual livre; Coliformes totais	Centro Cirúrgico; CTI; Serviço de Nutrição e Dietética
	2017 (11)	18,2	Cloro residual livre; Ferro total; Contagem de aeróbios mesófilos; Turbidez; Cor aparente	Centro Oncológico Integrado; Hemodinâmica
	2016 (11)	36,4	Cloro residual livre; Coliformes totais	Centro Oncológico Integrado; Centro Cirúrgico; CTI
Total	46	23,9		

Fonte: Dados da Pesquisa.

O CRL foi o parâmetro que apresentou os maiores índices de inconformidade, sendo de 11,3% e 19,6% para os hospitais A e B, respectivamente. A variação anual do CRL, para ambos os hospitais, pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Variação dos parâmetros inconformes analisados nos hospitais A e B, 2016 a 2019.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A contagem de bactérias heterotróficas foi o segundo parâmetro com mais amostras em desacordo. A porcentagem foi de 5,0% para o hospital A e 2,2% para o hospital B. Na legislação brasileira vigente, tal contagem não deve exceder 500 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônia/mL).

O ferro total, parâmetro cuja legislação preconiza um máximo de 0,3 mg/L, também apresentou inconformidades em amostras do hospital A (1,3%) e do hospital B (2,2%). Já o parâmetro pH apresentou irregularidade em apenas uma amostra coletada no hospital A (1,3%).

Além da avaliação geral durante os quatro anos de estudo, as amostras também foram analisadas quanto às estações do ano. Em relação à concentração de CRL, das amostras analisadas no verão, cerca de 33,3% das amostras do hospital A e 36,4% do hospital B, apresentaram inconformidades. Uma menor taxa de inconformidades foi verificada no inverno, com uma porcentagem de 5,3% e 9,1%, para os hospitais A e B, respectivamente. Vale ressaltar que as inconformidades das amostras provenientes do hospital B, durante o inverno, relacionavam-se à concentração de CRL acima do permitido.

Cerca de 11,1% das amostras do hospital A apresentaram valores inconformes na contagem de bactérias heterotróficas, principalmente no verão. A falta de CRL possivelmente comprometeu a qualidade microbiológica da água, uma vez que o cloro é responsável por inativar os microrganismos advindos de recontaminação pós desinfecção.

Como especificado na legislação, os coliformes totais devem estar ausentes em 100 mL de amostra. Nas amostras do hospital A, a maior incidência foi na primavera (4,0%). Já para o hospital B (9,1%), foi no verão, sendo também relacionada com o decaimento do CRL na água.

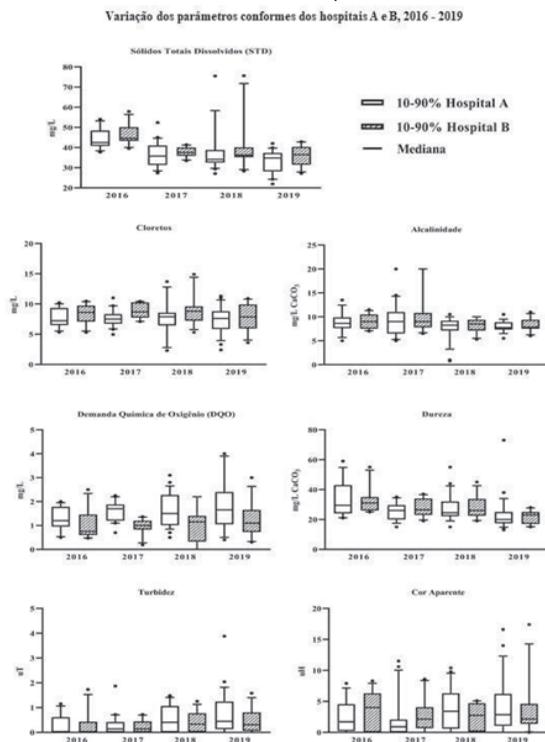
Já com relação aos parâmetros cor aparente e turbidez, a legislação vigente preconiza no máximo 15,0uH e 5,0uT, respectivamente. As divergências de cor aparente foram verificadas em apenas 5,5% das amostras do hospital A e em 9,5% das amostras no hospital B. Já a inconformidade na turbidez foi verificada apenas em amostras do hospital B (9,1%) durante o inverno.

Com relação aos outros parâmetros analisados nas amostras, têm-se que STD, cloretos e dureza total estavam de acordo com o preconizado pela legislação (Figura 3). Portanto, o STD de todas as amostras apresentou no máximo uma concentração de 1000,0 mg/L, a concentração de cloretos estava abaixo de 250,0 mg/L e a dureza total teve um máximo de 500,0 mg/L.

A alcalinidade não possui valores de máximo e mínimo definidos, mas sua análise é essencial no controle do processo de operação do tratamento da água, já que altos valores de alcalinidade podem dificultar a saturação da água pelo carbonato de cálcio – CaCO_3 , que previne a corrosão nas partes metálicas do sistema de abastecimento (BRASIL, 2014a).

A DQO também não apresenta limites definidos. No entanto, seu valor pode ser indicativo de uma possível contaminação orgânica, já que este parâmetro estima possíveis poluições a partir da detecção do consumo de oxigênio por materiais e por substâncias orgânicas e minerais (ROCHA, 2015).

Figura 3 – Variação dos parâmetros conformes dos Hospitais A e B, 2016 a 2019



Fonte: Dados da Pesquisa.

Com a legislação atual, Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, alguns parâmetros de potabilidade sofreram alterações em seu valor máximo permitido, são eles: STD (máximo 500 mg/L) e dureza (máximo 300 mg/L) (BRASIL, 2021). Porém, apesar da alteração da legislação, os resultados das análises realizadas não sofreram alterações em suas inconformidades.

4 DISCUSSÃO

Dentre as amostras analisadas, verificou-se que as inconformidades variaram ao longo dos anos nos diferentes pontos de coleta analisados. Segundo Norton e colaboradores (2017), é muito importante que nos hospitais seja conhecido o sistema de distribuição de água, com a finalidade de identificar as áreas com possíveis problemas de desinfecção e, assim, evitar contaminações causadas por bactérias patogênicas.

Nesse contexto, o parâmetro CRL consiste em medir a quantidade de cloro após o procedimento de desinfecção da água, com o objetivo de garantir o controle do crescimento microbiano. Assim, verificou-se que tal parâmetro foi o que apresentou maiores inconformidades, gerando preocupação com a segurança hídrica de ambos os hospitais. Segundo a legislação brasileira vigente, preconiza-se uma variação entre 0,2 - 2,0 mg/L de cloro na água. Valores inferiores a 0,2 mg/L de cloro tornam a água mais propícia à transmissão de microrganismos causadores de infecções como, por exemplo, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Essa veiculação de microrganismos pode ocorrer por vários fatores, como pela contaminação dos tubos da rede de distribuição de água, podendo haver formação de biofilmes, por corrosão de tubulações, em especial nas tubulações de ferro; pela presença de matéria orgânica, com a qual o cloro pode reagir dando origem a produtos cancerígenos, como por exemplo, os trihalometanos (WHO, 2004); também por condições de armazenamento inapropriadas. Já para valores de CRL superiores a 2,0 mg/L, nota-se alterações de sabor e odor, o que dificulta a aceitação pelos usuários (GUARDA *et al.*, 2017).

De acordo com o estudo realizado por Jesus e colaboradores (2022), foi identificada contaminação por *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Burkholderia cepacia* e *Ralstonia pickettii* em 30% das amostras analisadas de serviços de diálise móvel de 36 hospitais localizados no município do Rio de Janeiro. Das amostras contaminadas, 42% foram provenientes da solução de diálise, 31% da pós osmose e 17% do ponto de entrada da rede de distribuição. Dessa maneira, é muito importante que se avalie a qualidade da água utilizada nos serviços de diálise dada a saúde renal comprometida dos pacientes que recebem o tratamento.

Barbosa e colaboradores (2012) avaliaram a qualidade microbiológica da água dos bebedouros de um hospital no sul de Minas Gerais. Das 49 amostras analisadas, dez amostras apresentaram contagem de bactérias heterotróficas acima do valor máximo permitido e uma amostra apresentou presença de coliformes totais. Apesar disso, ao analisar a água do poço artesiano que abastece o local, não foi encontrada nenhuma contaminação. Tal resultado mostra que a contaminação da água ocorria durante a sua distribuição pelo hospital por falta de manutenção e limpeza de filtros dos galões de água.

Quanto à questão das estações do ano, elevadas temperaturas podem favorecer a diminuição de CRL na água pelo fato do cloro ser volátil. Em estudos realizados por Eck e colaboradores (2016), verificou-se que durante o inverno (6 - 7 °C), uma dosagem de CRL igual a 1,50 mg/L produziu concentrações de íons hipoclorito de 0,75 mg/L a 1,0 mg/L, enquanto no verão (25 °C), uma dosagem de 6,0 mg/L foi necessária para manter concentrações médias de 0,9 mg/L. Isso corrobora com os resultados encontrados após as análises da água de ambos os hospitais, a partir dos quais observou-se que o verão foi a estação com maior incidência de redução de CRL. Esse fator também explica o aumento da contagem de bactérias heterotróficas nessa mesma estação.

Além disso, durante o período de coleta, a maior parte da precipitação ocorreu no verão, e esse é um dos fatores que explica o fato da cor e turbidez terem aumentado nessa época do ano, excetuando-se alguns casos isolados no inverno, conforme afirma Reboita e colaboradores (2015).

Para a contagem de bactérias heterotróficas, a legislação brasileira vigente preconiza que esta não deve exceder 500 UFC/mL, pois contagens acima disso indicam uma limpeza não eficiente, podendo haver nessa água a presença de coliformes totais e termotolerantes, que podem causar danos à saúde humana. Um aumento na presença dessas bactérias está relacionado com o fato de as amostras terem apresentado inconformidades na concentração do CRL, visto que quanto maior a presença de aeróbios mesófilos, menor está sendo a eficiência da desinfecção e limpeza (Figura 2).

Os coliformes totais são caracterizados como sendo bacilos gram-negativos, não formadores de esporos, oxidase negativos, e podem ser aeróbios ou anaeróbios facultativos. Além disso, há a possibilidade de realizarem atividade na enzima β galactosidase e têm a capacidade de crescerem na presença de sais biliares ou de agentes tensoativos fermentadores de lactose com a produção de ácido, aldeído e gás a uma temperatura de $35,0 \pm 0,5$ °C entre 24 e 48 horas (BRASIL, 2006). São representados por bactérias dos gêneros *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Escherichia*, dentre outros. Sabe-se que a presença desses microrganismos na água é decorrente de falhas no tratamento ou de uma possível contaminação como, por exemplo, nos reservatórios ou nas redes de distribuição (BRASIL, 2006).

Já no caso da análise de ferro total, seu valor acima do preconizado pode ser indicativo de um tratamento prévio da água realizado com coagulantes à base de ferro (CETESB, 2019). Há relatos de inúmeros problemas para o abastecimento público, como o aparecimento de ferro-bactérias que causam a contaminação biológica da água na rede de distribuição, além de contribuir para o depósito desse elemento nas tubulações (CETESB, 2019), bem como pode gerar manchas em roupas e porcelanas (SABESP, 2001). Em concentrações acima de 1 mg/L, pode gerar sabor acre-doce na água (SABESP, 2001).

Por fim, o pH indica em meio líquido o quanto ele está ácido ou alcalino por meio da medição da presença de íons de hidrogênio (H^+) (BRASIL, 2006). O valor de pH influencia a forma de distribuição de vários compostos químicos, seja essa distribuição de forma livre ou ionizada, bem como pode contribuir na solubilidade das substâncias e auxiliar na definição do potencial tóxico de inúmeros componentes químicos (BRASIL, 2014a). Além disso, por meio da análise de pH também é possível quantificar a alcalinidade, uma vez que este parâmetro indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio (H^+), sendo constituída principalmente de bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-) (CETESB, 2019).

Sabe-se que quando o pH se encontra entre 4,4 e 8,3 essa água contém apenas bicarbonatos (BRASIL, 2006). Os valores de pH da maioria das amostras para ambos os hospitais ficaram entre 6,0 e 9,5, apresentando-se em conformidade com a legislação vigente. Porém, foi detectada uma inconformidade no hospital A, no qual o valor de pH encontrado estava abaixo de 6,0. Isso indica que essa água pode apresentar potencial de corrosividade (BRASIL, 2014a).

No presente trabalho foi verificado que ao longo de quatro anos, o hospital A apresentou problemas recorrentes com a água da caixa d'água geral e entrada da hemodiálise, principalmente com relação aos parâmetros CRL e contagem de aeróbios mesófilos. Assim, considerando que a caixa d'água abastece diversos pontos do hospital, e que o setor de hemodiálise exige um ambiente e insumos totalmente descontaminados, é imprescindível o controle desses parâmetros. No caso da água do setor de hemodiálise, a coleta foi realizada na entrada do equipamento.

Vale ressaltar que, ao longo de todo o trabalho, todas as análises de água foram avaliadas quanto ao padrão de potabilidade. Todavia, para a realização do processo de hemodiálise é necessário que essa água passe pelo Sistema de Tratamento e Distribuição de Água para Hemodiálise (STDAH), devendo o hospital A atender também aos parâmetros especificados na RDC nº 11, de 13 de março de 2014 (BRASIL, 2014b), sancionada pela ANVISA, que traz os requisitos de boas práticas de funcionamento para os serviços de diálise. Já o hospital B também apresentou irregularidades, sobretudo localizadas no centro oncológico, centro cirúrgico e no setor de nutrição e dietética em relação ao teor de CRL.

Com isso, faz-se necessário ações corretivas para manter a qualidade da água, pois diversos parâmetros podem alterar, interferir e prejudicar sua qualidade. Como alternativas para solucionar problemas na concentração do cloro, temos: monitorização com maior frequência da cloração, ajuste dos equipamentos dosadores de cloro ou até mesmo substituí-los por equipamentos automáticos. Também deve-se determinar a concentração de CRL nos produtos de sanitização por meio de análises laboratoriais, bem como da água a ser tratada (BLOKKER *et al.*, 2014; LIBRANTZ *et al.*, 2018).

A presença de bactérias heterotróficas pode ser causada pela falta de CRL na água e por conta da formação de biofilmes no sistema de distribuição (WANG *et al.*, 2021; ZHU *et al.*, 2021). Assim, a melhor forma de tratamento da água se dá realizando o ajuste CRL para a faixa de 0,2 a 2,0mg/L, além da realização de procedimentos de higienização ou troca das tubulações, válvulas ou torneiras comprometidas dos sistemas de distribuição (WANG *et al.*, 2021).

A turbidez também é um dos parâmetros que interferem na qualidade da água. Essa alteração ocorre normalmente devido à problemas no processo de tratamento, principalmente nas etapas de floculação, decantação e filtração (SOROS *et al.*, 2019). Assim, como resolução desse problema, sugere-se rever os parâmetros da água bruta para melhoramentos nas etapas de floculação, além de melhor avaliar o tempo de decantação, limpeza e sistema de filtração da água (limpeza, integridade do filtro, e substituição) (WHO, 2017).

Por fim, outros parâmetros que podem interferir são a cor e o ferro. A alteração da cor pode ser provocada pelas próprias variações na composição da água bruta. Já a presença do ferro pode ser devido a corrosão das tubulações no sistema de distribuição. Para solucionar tais problemas se faz necessário a remoção de sólidos em suspensão, os componentes dissolvidos (adsorventes de metais) e também a substituição das tubulações de metais por tubulações de material plástico (PVC).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que apesar das diferenças no sistema de distribuição e volume de água dos hospitais A e B foram identificados problemas semelhantes em ambos, como baixo teor de CRL, aumento na contagem de Unidade Formadora de Colônias (UFC) de bactérias heterotróficas e presença de coliformes totais. Esses problemas tiveram influência das estações do ano, e alguns parâmetros como CRL e bactérias heterotróficas confirmaram estar correlacionados.

A concentração de CRL influencia diretamente na desinfecção da água, mas além disso, também é necessário monitorar os demais parâmetros, a fim de garantir que a água utilizada está atendendo ao padrão de potabilidade exigidos na legislação e, dessa forma, possibilitar a resolução de inconformidades que possam estar presentes. Tal prática deve ser realizada rotineiramente em estabelecimentos de saúde, principalmente em hospitais, com a finalidade de garantir segurança na utilização da água por seus funcionários e em todos os processos de cuidado ao paciente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Análise de Alimentos e Águas da UFJF pelo suporte técnico, estrutural e financeiro na realização desse trabalho.

Para confecção da Figura 1, os ícones esterilização, microscópio e frequência cardíaca foram feitos por Freepik; o ícone tanque de água foi feito por DinosoftLabs; o ícone cirurgia foi feito por Monkik; o ícone nutrição foi feito por Becris; o ícone rim foi feito por IcongEEK26; o ícone torneira foi feito por Good Ware; o ícone intravenoso foi feito por Smalllikeart; o ícone paciente foi feito por Eucalyp; O ícone radioatividade foi feito por Smashicons. Todos os ícones anteriormente citados foram publicados por seus autores em <https://www.flaticon.com/br>

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington: Apha, 2017.

BARBOSA, C.C. *et al.* Qualidade microbiológica da água consumida em bebedouros de uma unidade hospitalar no Sul de Minas. **Rev Eletr Ac Saúde**, v. 4, n. 1, p. 200-211, 2012.

BLOKKER, M. *et al.* Residual chlorine in the extremities of the drinking water distribution system: the influence of stochastic water demands. **Proc Eng**, v. 70, p. 172-180, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2014a. Seção 1, p. 40-42.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. 1 ed. Brasília: Funasa, 2014b. 112 p. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/bibliotecaeletronica/publicacoes/saude-ambiental/-/asset_publisher/G0cYh3ZvWCm9/content/manual-de-controle-da-qualidade-da-agua-para-tecnicos-que-trabalham-em-etas?inheritRedirect=false. Acesso em: 14 jun. 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil- Suplemento**, Brasília, DF, 2017. Seção 1. p.360568.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2021. Seção 1. p. 126-136.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006, 212 p. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice E: Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analítica**. São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-E-Significado-Ambiental-eSanitario-das-variaveis.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ECK, B.J. *et al.* Temperature dynamics and water quality in distribution systems. **IBM J Res Develop**, v. 60, n. 5/6, p. 1-8, 2016.

FUSATI AMBIENTAL. **O tratamento da água em ambiente hospitalar**. 2018. Disponível em: <https://www.fusati.com.br/o-tratamento-da-agua-no-ambiente-hospitalar/>. Acesso em: 25 ago. 2021.

GHOSH, S. *et al.* New generation adsorbents for the removal of fluoride from water and wastewater: A review. **J Mol Liq**, v. 346, a. 118257, 2022.

GUARDA, V.L.M. *et al.* Segurança hídrica: potabilidade da água em um Hospital de Minas Gerais. **Interf Cient Saúde e Amb**, v. 5, n. 2, p. 17-24, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **População no último censo**, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/juiz-defora.html>. Acesso em: 7 de jan de 2022.

JESUS, P.R. *et al.* Monitoramento da qualidade da água utilizada nos serviços de diálise móvel em unidades de tratamento intensivo no município do Rio de Janeiro. **Braz J Nephrol**, v.44, n.1, p. 32-41, 2022.

LIBRANTZ, A.F.H. *et al.* Artificial neural networks to control chlorine dosing in a water treatment plant. **Acta Sci Technol**, v. 40, n.1, e37275, 2018.

MATA, T.V.E.; CAMPOS, L.L. Análise da qualidade microbiológica da água e da superfície dos bebedouros de um hospital regional do Distrito Federal – DF. **Rev Saúde**, v. 7, n. 1, p. 21-29, 2020.

NORTON, P. *et al.* Water quality supply in a Portuguese teaching hospital: monitoring and studies on detection of critical points. **Toxicol Environ Chem**, v. 99, n. 1, p. 171-180, 2017.

PAIVA, R.F.P.S.; SOUZA, M.F.P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad Saude Publ**, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2018.

REBOITA, M.S. *et al.* Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Rev Bras Climatol**, v. 17, p. 206-226, 2015.

ROCHA, D.H.N. **Avaliação da demanda química de oxigênio (DQO) em corpos hídricos cearenses**. 2015. 24f. (Monografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2015.

RUAS, L.P. **Construção e validação de instrumentos de avaliação do gerenciamento da qualidade da água em estabelecimentos hospitalares**. 2019. 59f. Dissertação (Mestrado Profissional Saúde, Sociedade e Ambiente) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. 2019.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Norma Técnica SABESP - NTS 010 - Determinação de ferro total: método da 1,10fenantrolina**. São Paulo: SABESP. 2001. Disponível em: <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts010.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2021.

SILVA, L.S. *et al.* A importância da água de reuso na agricultura e as considerações da vigilância sanitária sobre a prática sustentável. **Rev Ibero-Am Hum Ciên Educ**, v. 7, n. 1, p. 157-169, 2021.

SOROS, A. *et al.* Turbidity reduction in drinking water by coagulation-flocculation with chitosan polymers. **J Water Health**, v. 17, n. 2, p. 204-218, 2019.

WANG, Z. *et al.* The role of biofilms on the formation and decay of disinfection byproducts in chlor(am)inated water distribution systems. **Sci Total Environ**, v. 753, n. 141606, 2021.

WHO. World Health Organization. **Disinfectants and disinfectant by-product**. 2004. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42274/WHO_EHC_216.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 ago. 2021

WHO. World Health Organization. **Water Quality and Health- Review of Turbidity: Information for regulators and water suppliers**. 2017. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254631>. Acesso em: 8 maio 2022.

ZHU, Z. *et al.* Effects of bacterial community composition and structure in drinking water distribution systems on biofilm formation and chlorine resistance. **Chemosphere**, v. 264, n. 128410, 2021.

Recebido em: 5 de Abril de 2022

Avaliado em: 15 de Junho de 2022

Aceito em: 15 de Junho de 2022

1 Acadêmica do curso de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0002-6394-6632. E-mail: arina.paixao@estudante.ufjf.br

2 Acadêmica do curso de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0003-3720-8422. E-mail: katianunes12345@gmail.com

3 Acadêmica do curso de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0002-4109-6171. E-mail: assuncaojhu@gmail.com

4 Acadêmica do curso de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0001-8550-3966. E-mail: janinygarcia@gmail.com

5 Farmacêutica, Mestre em Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. E-mail: vanessatemponi@hotmail.com

6 Químico. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. E-mail: lipygomes12@yahoo.com.br

7 Tecnólogo em Meio Ambiente. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. E-mail: reisjuliocesar543@gmail.com

8 Farmacêutico, Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0002-8240-2964. E-mail: humberto.hungaro@farmacia.ufjf.br

9 Farmacêutica, Doutora em Ciências. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ORCID 0000-0002-2336-7361. E-mail: jufarmaciaufjf@yahoo.com.br



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

Copyright (c) 2022 Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

