

Avaliação físico-química e microbiológica de água potável de uma instituição de ensino superior localizada na zona da mata mineira

Physico-chemical and microbiological evaluation of drinking water of a higher education institution located in the forest area

João Paulo Natalino de Sá¹, Renata da Silva Monteiro², Francileuda Batista de Almeida³, Hugo Sarmiento Gadelha⁴, Cesar Carlos Martins da Silva⁵ e Leonardo Souza do Prado Junior⁶

RESUMO - A água é um elemento natural e imprescindível para a manutenção da vida, porém pode veicular diferentes contaminantes físicos, químicos e microbiológicos, acarretando riscos à saúde do consumidor. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para ingestão humana em uma instituição de ensino superior, localizada na região de Ponte Nova, Minas Gerais. As amostras foram analisadas em relação aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos exigidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (MS). Os resultados para os parâmetros físico-químicos (dureza, cloretos, cloro residual total e pH) das amostras analisadas encontram-se dentro do limite máximo estabelecido. Em relação aos parâmetros microbiológicos, a contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras A, B e C, foram todas inferiores ao estabelecido pela legislação vigente. As contagens de bactérias mesófilas para as amostras A e B, foram menores que $1,0 \times 10^1$ UFC·mL, estando ambas as amostras de acordo com os padrões descritos pela portaria do Ministério da Saúde. Entretanto, a amostra C referente ao bebedouro do corredor, obteve contagens superiores ao limite máximo permitido. Considerando a presença de uma amostra reprovada para a contagem de mesófila e a possibilidade de risco à saúde dos consumidores, este resultado evidencia a necessidade de medidas corretivas e preventivas.

Palavras-chave: Água. Dureza. Cloro total. pH. Cloretos. *Escherichia coli*.

ABSTRAC - Water is a natural and indispensable element for the maintenance of life, but it can transport different physical, chemical and microbiological contaminants, posing risks to the health of the consumer. The objective of this research was to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of water used for human ingestion at a higher education institution located in the Ponte Nova, Minas Gerais region. The samples were analyzed in relation to the physical-chemical and microbiological parameters required by Portaria nº. 2,914, of December 12, 2011, of the Ministry of Health. The results for the physical-chemical parameters (hardness, chlorides, total residual chlorine and pH) of the analyzed samples are within the established maximum limit. Regarding the microbiological parameters, the total coliform and *Escherichia coli* counts in samples A, B and C were all lower than those established by current legislation. The counts of mesophilic bacteria for samples A and B were less than 1.0×10^1 UFC·mL⁻¹, both samples being according to the standards described by the Ministry of Health ordinance. However, sample C referring to the drinker of the runner, has scored above the maximum allowable limit. Considering the presence of a failed sample for the mesophyll count and the possibility of a risk to the health of consumers, this result evidences the need for corrective and preventive measures

Keywords: Water. Toughness. Total chlorine. pH. Chlorides. *Escherichia coli*.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/10/2017; aprovado em 20/11/2017

¹ Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. E-mail: jpnadesa@gmail.com ; ² Bacharel em farmácia pela Faculdade Dinâmica Vale do Piranga, Ponte Nova, Minas Gerais. E-mail: renatamonteirofarmacia@gmail.com; ³ PPGSA – UFCG – Pombal – PB E-mail: Bacharel em farmácia E-mail: farmaciasantamariacz@gmail.com ⁴ E-mail: hugoscurso@uol.com.br ⁵ Engenharia de Alimentos E-mail: cesaralimentos@gmail.com; ⁶ Engenharia Ambiental E-mail: leonardojuniorprado@hotmail.com;

INTRODUÇÃO

A água é um elemento natural e imprescindível para a manutenção da vida em diferentes espécies (SIQUEIRA e OKURA, 2005). Entretanto a sua composição vem se alterando nos últimos anos, podendo veicular diferentes contaminantes físicos, químicos e/ou biológicos (REIS e HOFFMANN, 2006).

Fatores como a falta de saneamento básico, agrotóxicos, maus hábitos de higiene pessoal, falhas no processo de captação, tratamento e abastecimento de água ou na rede de distribuição inadequados, podem favorecer as infecções ou intoxicações por diferentes agentes, principalmente os de origem biológica, dentre eles: bactérias, vírus e parasitas, acarretando possíveis patologias ao organismo humano (MOUSINHO et al., 2013).

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (MS), no uso de suas atribuições, define como água potável aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde. E água para consumo humano aquela destinada à ingestão, preparação, produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (BRASIL, 2011).

Girardi (2012) enfatiza a necessidade da consciência da população, como ferramenta para a manutenção da qualidade da água, adotando padrões técnicos e operacionais que diminuam e evitam contaminações, minimizando o consumo de água não tratada e consequentemente possíveis danos à saúde.

Entre as diversas ferramentas visando à minimização do consumo de água contendo contaminantes, têm-se as análises microbiológicas e físico-químicas, que

devem ser efetuadas diariamente visando à qualidade da água e proteção ao consumidor, atribuindo à atenção por partes das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento básico, principalmente em relação à água destinada ao consumo humano (SIQUEIRA e OKURA, 2005).

Neste contexto, este trabalho avaliou os parâmetros físicos-químicos e microbiológicos que possam interferir na qualidade da água utilizada para ingestão humana em uma instituição de ensino superior, localizada na região de Ponte Nova Minas Gerais, fornecendo um diagnóstico de suas condições microbiológicas e físico-químicas, promovendo futuras ações preventivas e/ou corretivas, quando necessárias.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas no mês de junho e julho de 2016. A torneira foi flambada e higienizada com álcool 70°. Realizou-se a eliminação dos primeiros jatos de água por três minutos, sendo posteriormente as amostras de água coletadas em frascos higienizados de 1L para as análises físico-químicas e em frascos esterilizados de 100 mL para as análises microbiológicas. Estas amostras de água foram transportadas em caixas térmicas devidamente identificadas como especificado na Tabela 1, até o laboratório de Multidisciplinar da Faculdade Dinâmica (Minas Gerais) para as análises microbiológicas e para o laboratório de controle de qualidade da Universidade Federal de Viçosa (Minas Gerais) para análises dos parâmetros físico-químicos. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

Tabela 1. Localização das amostras coletadas para análises físico-químicas e microbiológicas.

Local	Especificações
A	Área Externa à faculdade
B	Bebedouro próximo ao banheiro
C	Bebedouro do corredor

Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos foram analisados de acordo com normas da legislação vigente estabelecidas pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

AVALIAÇÕES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Análise da dureza da água

Para análise da dureza, retirou-se para cada amostra especificada na Tabela 1, o volume de 50 mL de água potável e adicionou-se 1 mL de hidróxido de amônio ($\text{pH} \cong 10 \pm 0,1$) em cada amostra. Posteriormente, foram adicionados de 3 a 4 gotas de solução indicadora de corante Negro de Eriocromo. Sendo realizada a titulação volumétrica com ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) na concentração 0,01 N. A concentração de dureza foi determinada pela concentração de carbonato de sódio (CaCO_3) na água, em detrimento a proporção molar do titulante envolvido na reação.

Determinação de cloretos em água

A determinação de cloretos presentes nas amostras de água foi realizado por titulação volumétrica, utilizou-se como titulante a solução de nitrato de prata (AgNO_3) na concentração de 0,01 N em 100 mL de amostra, com adição de 3-4 gotas de indicador cromato de potássio (K_2CrO_4) a 5% na amostra. Realizou-se a titulação até a viragem da cor de amarelo para vermelho “tijolo”.

Determinação de cloro residual total

A determinação de cloro residual total foi realizada pelo teste de amido iodo, onde 50 mL da amostra foi adicionado de 5 mL de ácido clorídrico (HCl) a 1M, 5 mL de iodeto de potássio (KI) a 15% e 0,5 mL de solução de amido a 1%. Posteriormente, efetuou-se a titulação volumétrica, utilizou-se como titulante a solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) na concentração de 0,01 N até a viragem da cor azul da amostra para incolor.

Determinação de pH

O pH das amostras foi determinado por potenciômetro com leitura direta, utilizando um pHmetro (Kaver)

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.

Contagem de mesofilos aeróbios

Foram pipetados, assepticamente, alíquotas de 1 mL das diluições das amostras de água, transferindo-as para placas de Petri devidamente identificadas. Posteriormente, adicionou-se a cada placa, meio de cultura contendo caldo nutriente Ágar, e incubadas à temperatura de 35 °C por 48 horas. Após incubação, foram selecionadas as placas para contagem de todas as colônias. Sendo o resultado expresso em $\text{UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Análise de Coliformes totais e *Escherichia coli* (EC).

Para a quantificação de coliformes totais e contagem de *Escherichia coli* (EC) utilizou-se a técnica de - Petrifilm™. Foram inoculadas 1 mL da amostra na placa petrifilm, sendo posteriormente incubados à temperatura de 35°C por 24hs e 48Hs.

Delineamento e análise estatística dos dados

O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três tratamentos. As análises de variância serão realizadas utilizando-se procedimentos do programa *Statistical Analysis System-SAS*, versão 9.1, sendo o que nível de significância adotado será de 5%. Todos os experimentos serão realizados em duplicata com três repetições

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados dos parâmetros físico-químicos

A Tabela 2 representa a média dos valores encontrados nas análises físico-químicas das amostras A, B e C, em comparação com os limites estabelecidos na Portaria nº 2.914 / 2011do Ministério da Saúde.

Tabela 2: Valores de parâmetros físicos- químicos de diferentes amostras de água potável em bebedouro

Parâmetro	Amostra A*	Amostra B*	Amostra C*	V.R
Dureza	20,93 ± 0,16 ^a	18,65 ± 0,23 ^b	22,03 ± 0,05 ^c	500mg·L ⁻¹
Cloretos	18,23 ± 0,06 ^a	21,32 ± 0,23 ^b	20,87 ± 0,05 ^b	250mg·L ⁻¹
Cloro Residual Total	1,7 ± 0,05 ^a	1,3 ± 0,12 ^a	1,43 ± 0,23 ^a	2mg·L ⁻¹
pH	7,38 ± 0,01 ^a	8,30 ± 0,01 ^b	8,32 ± 0,01 ^b	6 a 9

V.R. valor referência, *: média de três repetições. Letras minúsculas iguais a mesma linha não apresentam diferenças significativas entre as amostras de acordo com o teste de Tukey (p≤0,05).

De acordo com a Tabela 2 os valores obtidos para o parâmetro de dureza, apresentaram diferença significativa entre todas as amostras, entretanto, todas se encontram dentro dos padrões da Portaria 2.914 / 2011 (MS). Tal diferença na dureza apresentada entre as amostras pode estar relacionada à dispersão diferenciada de íons de cálcio e magnésio na água, que é inerente ao produto analisado. A água com elevada concentração de dureza pode favorecer a possibilidade de incrustações nas tubulações, além de diminuir a formação de espuma em sabão e detergente, prejudicando a eficiência da lavagem de utensílios e equipamentos. (FUNASA, 2004). Castro et al. (2013), realizaram um estudo do teor de dureza nas amostras dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora, Minas Gerais. Os resultados obtidos para as amostras do parâmetro de dureza também demonstram estarem dentro do limite máximo permitido pela legislação vigente.

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que os valores para cloretos (Tabela 2) das amostras de água analisadas não acarretaram riscos ao consumidor. Níveis de cloreto acima do preconizado pela legislação vigente podem levar a um efeito laxativo, que é indesejável para o consumidor (SILVA NETO e OLIVEIRA PINTO, 2012).

O teor de cloro na água depois de atender o processo necessário para desinfecção pode ser designado cloro residual total (CRT). Os valores encontrados de CRT para a amostra A, foi significativamente superior (p>0,05), em relação às amostras B e C (Tabela 2). Tal diferença pode estar associada à menor volatilidade do cloro residual durante a análise. Entretanto, todas as amostras apresentaram CRT dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Este resultado infere uma maior segurança para o consumo da água analisada, indicando uma boa qualidade microbiológica. Carvalho et al.(2009), avaliaram entre os meses de setembro de 2008 a março de 2009 a quantificação de cloro residual da água de um campus universitário de Ipatinga- MG, estando as duas amostras acima dos valores recomendados (6,6 e 7,3 mg·L⁻¹

¹). De acordo com a legislação vigente o valor máximo recomendado de cloro residual total é de 2,0 - 5,0 mg·L⁻¹.

A média dos resultados para o pH apresentaram diferença significativa entre a amostra A em relação as B e C (Tabela 2). Tal diferença pode estar associada a menor concentração de íons cloretos encontrados na amostra A. Entretanto, todas as amostras estavam dentro dos valores de referência estipulado a Portaria 2.914/2011 (MS). Considerando os resultados obtidos, conclui-se que os níveis de pH dentro dos limites recomendados pode contribuir para minimizar possíveis desgastes para a vida útil de utensílios e tubulações, como por exemplo de bebedouros, cujo material são, principalmente de superfícies de ácido inoxidável. Entretanto teores de pH fora dos padrões podem favorecer a corrosão de equipamentos e utensílios que entram em contato com a água (CAMPOS et al., 2009).

RESULTADOS DOS PADRÕES MICROBIOLÓGICOS

Contagem mesófilas aeróbias

A Portaria 2.914/ 2011 (MS) recomenda que a contagem padrão de bactérias mesófilas aeróbias não exceda a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (5,0 x 10²UFC·mL⁻¹). Para contagem de bactérias mesófilas aeróbiasfoi observado diferença significativa para a amostra C, que obteve contagens superiores ao máximo permitido pela legislação vigente.

Aos resultados obtidos para bactérias mesófilas das amostras A, B e C estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados referentes à contagem padrão de mesófilos aeróbios em bebedouros

Amostra	Bactérias Mesófilas Aeróbias*	V.R
A	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	$500 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$
B	$< 3,0 \times 10^2 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	$500 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$
C	$< 2,7 \times 10^3 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ b}$	$500 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$

V.R: valor de referencia; *: média de três repetições. Letras minúsculas iguais à mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre as amostras de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O resultado superior ao limite estipulado pela legislação vigente encontrado para a amostra C pode estar interligado a localização do bebedouro, que está presente no corredor da Instituição. Neste local, o bebedouro analisado é utilizado por um maior número de pessoas, podendo inferir na qualidade da água. Pode-se pressupor que a maior movimentação de pessoas e uma manutenção e higienização com menor eficiência do bebedouro, pode favorecer a contaminação por um maior número de bactérias presente no ar para a superfície do bebedouro. De forma geral, as bactérias estão presentes no ar por movimentos brownianos, sendo atraídas à superfície por interações eletrostáticas. Importante ressaltar que, usuários que utilizam o bebedouro, podem conter resquícios de

matéria orgânica e mineral, favorecendo a adesão, colonização e multiplicação bacteriana na superfície do bebedouro, que ter favorecido a maior contagem encontrada de mesófilos para a amostra C.

Farache Filho et al. (2009), ressaltam que algumas bactérias heterotróficas mesmo não sendo consideradas patogênicas podem causar danos à saúde do consumidor, uma vez que estes micro-organismos se comportam como patógenos oportunistas e deteriorantes da qualidade da água, originando odores e sabores desagradáveis.

Resultados das análises de coliformes totais e *Escherichia coli*

Na Tabela 4 encontram-se os resultados obtidos para contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* das amostras A, B e C.

Tabela 4. Resultados referentes à contagem para Coliformes Totais e *Escherichia coli*

Amostra	Coliformes Totais (UFC·mL ⁻¹) *	<i>E.Coli</i> (UFC·mL ⁻¹) *	V.R
A	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	Ausência em 100 mL
B	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	Ausência em 100 mL
C	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	$< 1,0 \times 10^1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ a}$	Ausência em 100 mL

V.R: valor de referencia; *: média de três repetições. Letras minúsculas iguais à mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre as amostras de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As contagens de coliformes totais e *E. coli* não apresentam diferença significativa entre as amostras analisadas, demonstrando estarem dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Antunes et al. (2008), analisaram 318 amostras de água no município de Ouro

Preto-MG, constatando que 43% das amostras analisadas foram positivas para bactérias coliformes total, não estando em conformidade com a Portaria 2.914/2011. Destacaram também que doenças de origem hídricas tais como; febres tifoides e paratifoide, disenterias bacilar e amebiana,

cólera, diarreia, poliomielite, hepatite e giardíase, podem refletir as precárias condições de saneamento básico e higiênico.

Segundo Campos et al. (2009), a presença de coliforme presente na água, destinada ao consumo humano, sugere que durante a etapa de sanitização para o tratamento da água foi negligenciado e/ou que existe contaminação no sistema de armazenamento ou distribuição. Desta forma, pode se inferir, que a água utilizada pela instituição analisada é proveniente de uma estação de tratamento que possui um tratamento de desinfecção apropriado.

CONCLUSÃO

As amostras analisadas neste estudo atenderam aos limites dos parâmetros físico-químicos especificados na Portaria 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde, entretanto os resultados da análise microbiológica referente a contagem de bactérias mesófilas para a amostra do bebedouro localizado no corredor (amostra C) não estava de acordo com a Portaria, evidenciando a necessidade de medidas corretivas e preventivas. A principal forma de evitar contaminações é a higienização eficiente, a manutenção e o monitoramento de forma periódica. Sugere-se o Procedimento Operacional Padrão (POP), para a correta higienização dos bebedouros da instituição.

REFERÊNCIA

ANTUNES, Alessandra Christine; CASTRO, MCFM; GUARDA, VLM. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto-MG. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 59, 2006.

CAMPOS, Juliana Alvares Duarte Bonini; FARACHE FILHO, Adalberto; FARIA, João Bosco. Qualidade da água armazenada em reservatórios domiciliares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 14, n. 1, 2009.

CARVALHO, Darliane Rocha; FORTUNA, Juliana Nogueira; VILELAA, Anderson Ferreira; BADARÓ, Andréa Cátia Leal. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de um campus universitário de Ipatinga-MG. Nutrir Gerais-Rev Dig Nutr, v. 3, n. 5, p. 417-427, 2009.

CASTRO, Ariane de Souza; SILVA, Bruno Mendonça da; FABRI, Rodrigo Luiz. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de Juiz de Fora, Minas Gerais. Nutrir Gerais, v. 7 n. 12, p. 984-998, 2013.

FARACHE FILHO, Adalberto; DIAS, Maria Fernanda Falcone; TAROMARU, Priscila Hiromi; CERQUEIRA, Camila de Souza; DUQUE, Joselma Gomes. Qualidade microbiológica de águas minerais não carbonatadas em embalagens de 1, 5 litros, comercializadas em Araraquara-SP. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 19, n. 4, p. 421-425, 2009.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água, Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf> Acesso em: 12 de fevereiro de 2016.

GIRARDI, ANA PAULA; Avaliação da qualidade bacteriológica da água das Instituições de ensino do município de São Miguel do Oeste. Dissertação (MBA Gestão Ambiental, Ênfase em Licenciamento, Perícia e Auditoria Ambiental) São Miguel do Oeste. Universidade do Oeste de Santa Catarina-UNOESC, 2012.

MOUSINHO, Dagildo Diego; GONÇALVES, Lícia de Sousa; SARAIVA, Adriana; CARVALHO; Rodrigo Mendes de. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de bebedouros de uma creche em Teresina-PI. Revista Interdisciplinar, v. 7, n. 1, p. 93-100, 2014.

REIS, J. A.; HOFFMANN, P.; HOFFMANN, F. L. Ocorrência de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, fecais, e Escherichia coli, em amostras de águas minerais envasadas, comercializadas no município de São José do Rio Preto, SP. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n. 145, p. 109-116, 2006.

SILVA NETO, João Lopes da; OLIVEIRA PINTO, Maria Roberta de. Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de Pernambuco através do método volumétrico de mohr, 2012.

SIQUEIRA, K. B.; OKURA, M. H. Enumeração de Coliformes Totais, Escherichia coli e Cryptosporidium spp em água de abastecimento e de minas de Uberaba, Minas Gerais. FAZU em Revista, n. 02, p.79-87, 2005.