

Artigo Técnico

Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita (PB)

Microbiological evaluation of water fountains of public and private schools from Santa Rita city (PB), Brazil

Maria Suiane de Moraes^{1*}, Diego Augusto da Silva Moreira¹, Jeffrey Tyrone de Lima Araújo Santos¹, Adolfo Pinheiro de Oliveira², Raquel Lima Salgado³

RESUMO

A quantidade e a qualidade da água potável ingerida estão diretamente relacionadas com a saúde humana. A garantia de segurança e potabilidade depende do funcionamento adequado de etapas que vão desde o tratamento até a distribuição; e, caso alguma delas apresente falhas, pode haver processo de contaminação. Partindo desse pressuposto, objetivouse com o presente trabalho verificar a qualidade microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas públicas e privadas de ensino fundamental e infantil da cidade de Santa Rita, na Paraíba. As análises de coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas foram realizadas segundo os padrões e metodologias da American Public Health Association. Por meio dos resultados deste trabalho, baseados nos padrões contidos na Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em relação à contagem de coliformes totais, verificou-se que 100% das amostras apresentavam-se impróprias para consumo, enquanto coliformes termotolerantes foram detectados em 33,33% das amostras). A contagem de bactérias heterotróficas variou entre $1,5 \times 10^2$ e $1,6 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹, sendo assim, todas as amostras foram consideradas impróprias ao consumo humano. Sugere-se um rigoroso controle de qualidade e a adoção de boas práticas, tais como tratamento da água, limpezas periódicas e manutenção dos reservatórios, filtros e bebedouros, bem como medidas preventivas e corretivas para manutenção da higiene e do controle microbiológico dos reservatórios de água, de forma a ser disponibilizada água com qualidade.

Palavras-chave: recurso hídrico; qualidade da água; coliformes; bactérias heterotróficas.

ABSTRACT

The quantity and the quality of drinking water intake are directly related to human health. In order to guarantee the safety and potability of drinking water, a series of steps ranging from treatment to distribution must work properly, and if any of them fails, contamination can occur. Based on this assumption, the aim of the present work was to check the microbiological water quality in drinking fountains from pre-school and elementary public and private schools in the city of Santa Rita, Paraíba, Brazil. The analyzes of total coliforms, thermotolerant bacteria and heterotrophic bacteria were carried out according to the standards and methodologies of the American Public Health Association. Based on the standards from Decree 2,914 of December 12, 2011, from the Brazilian Health Ministry, of the total coliforms, 12 samples (100%) were unfit for consumption, and thermotolerant coliforms were detected in 33.33% of the samples. The heterotrophic bacteria count ranged from 1.5×10^2 to 1.6×10^3 CFU.mL⁻¹, and as such, all of the samples were unsuitable for human consumption. Thus, we suggest the implementation of a rigorous maintenance process that monitors and controls hygiene and microbiological contamination in the drinking fountains at these locations. Additionally, we recommend the adoption of preventive and corrective measures such as water treatment, regular cleaning and the maintenance of reservoirs, filters and drinking fountains, in order to provide quality water at these schools.

Keywords: water resources; water quality; coliforms; heterotrophic bacteria.

¹Universidade Federal da Paraíba - Bananeiras (PB), Brasil.

²Universidade Federal do Piauí - Picos (PI), Brasil.

³Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Mossoró (RN), Brasil.

*Autor correspondente: suiane-2009@hotmail.com

Recebido: 28/01/2016 - Aceito: 13/03/2017 - Reg. ABES: 159099

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a manutenção da vida no planeta, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. De acordo com a Portaria nº 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qualidade de água potável é de responsabilidade do Estado e da nação, devendo o primeiro assegurar a gestão adequada dos recursos hídricos e o segundo, o uso consciente do recurso. A garantia de segurança e potabilidade da água depende do funcionamento adequado de diversas etapas no processo de abastecimento, que vão desde o tratamento até a distribuição; e, caso alguma delas apresente falhas, poderá haver processo de contaminação (BRASIL, 2011).

A água contaminada, assim como os alimentos, pode ser grande veículo para transmissão de doenças gastrointestinais, dentre elas cólera, febre tifoide, leptospirose e giardíase (SANTOS *et al.*, 2013). Nesse quadro de contaminação e doenças, as crianças são consideradas grupo de risco, pois estão susceptíveis às infecções alimentares e, dependendo da gravidade do caso, podem até evoluir para o óbito.

Contudo, não basta que as populações apenas disponham de água, é necessário também que se garanta um mínimo de qualidade. Segundo a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, a qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Essa potabilidade é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (FREITAS, 2002).

Dessa maneira, a avaliação da qualidade microbiológica da água a partir de indicadores é importante devido à impossibilidade de identificação de todos os micro-organismos presentes. Um micro-organismo indicador deve possuir fácil e rápida detecção, além de ser descarregado em grandes quantidades nos corpos d'água (LIN & GANESH, 2013). Os coliformes totais e termotolerantes são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água (BETTEGA *et al.*, 2006).

De acordo com Julião (2011), o grupo de coliformes totais é constituído por bacilos gram-negativos, não esporulados, aeróbios ou anaeróbios facultativos, com capacidade de fermentar a lactose produzindo gás a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24 a 28 horas. O grupo dos coliformes termotolerantes tem a mesma definição dos coliformes totais, porém restringe-se a bactérias capazes de fermentar a lactose produzindo gás em 24 horas e com temperaturas variando entre $44,5$ e $45,5^\circ\text{C}$. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, sendo encontradas em fezes,

vegetações e no solo, com exceção apenas da *Escherichia coli* (EC), presente somente no trato intestinal do homem e de animais homeotérmicos (ZULPO *et al.*, 2006).

A contagem de bactérias heterotróficas, também conhecida como contagem padrão em placas de Petri, tem como objetivo estimar o número dessas bactérias presentes na água, particularmente como uma ferramenta para acompanhar as variações nas condições de processo, no caso das águas minerais, ou a eficiência das diversas etapas de tratamento, no caso de águas tratadas. Permite ainda verificar as condições higiênicas em diferentes pontos da rede de distribuição, podendo ser útil na avaliação da qualidade, pois populações altas de bactérias podem indicar deficiências na sanitização ou falha no controle de qualidade durante o processo de distribuição e tratamento da água (SILVA *et al.*, 2010). Assim, é importante manter os reservatórios domésticos e filtros em condições adequadas de higiene para que não venham a comprometer a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Sendo assim, este estudo se justifica pela necessidade de consumo de água potável de boa qualidade pelos estudantes, visto que o ambiente escolar é considerado a sua segunda casa, cabendo à instituição dispor de recursos para manter os alunos isentos de qualquer tipo de contaminação ou danos à saúde. Nessa perspectiva, objetivou-se verificar a qualidade microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas públicas e privadas de ensino fundamental e infantil da cidade de Santa Rita, na Paraíba.

METODOLOGIA

Foram selecionadas escolas públicas (municipais, estaduais) e privadas não contempladas por programas de monitoramento de qualidade da água, evitando, assim, sobreposição dos resultados deste estudo com dados de pesquisas já existentes. Quanto à escolha das unidades escolares de ensino fundamental e infantil, deu-se da seguinte forma: 4 municipais, 4 estaduais e 4 particulares, totalizando 12. As escolas selecionadas estão distribuídas na cidade de Santa Rita, Paraíba, em diferentes bairros, de forma que contemplam toda a população que ali reside. Quanto ao sistema armazenamento da água, 73% das escolas utilizavam caixas d'água de PVC, enquanto 27% usavam caixas metálicas. O tratamento da água era realizado pela própria instituição. Os bebedouros de todas as instituições analisadas encontravam-se dispostos próximos aos banheiros e em áreas cobertas (corredores). Para representação das instituições foram utilizadas letras do alfabeto português, de forma a preservar as escolas investigadas.

Antes da coleta das amostras, as torneiras dos bebedouros foram previamente higienizadas com solução de álcool 70% e flambadas, sendo feito, em seguida, escoamento da água no intervalo

de 3 a 5 minutos, visando a eliminar impurezas e água acumulada na canalização. Após esse procedimento, iniciou-se a coleta das amostras utilizando garrafas de vidro estéreis com tampa de rosca. Em tais garrafas foram coletados 330 mL de água em 3 diferentes bebedouros por instituição. Logo após a coleta, os frascos foram fechados imediatamente, identificados e transportados em caixa térmica com temperatura média entre 2 e 8°C para realização das análises em laboratório.

As amostras foram avaliadas em triplicata, seguindo a metodologia descrita pela American Public Health Association (APHA, 2005). Para determinação de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas análises pelo método do número mais provável (NMP.mL⁻¹), sendo utilizada a técnica com três tubos por diluição. Para o teste presuntivo, o meio de cultura utilizado foi o caldo lactosado simples (CLS); e para o teste confirmativo, o caldo lactose bile verde brilhante (BVB-2%). A partir das diluições previamente preparadas, ambas foram incubadas a 35 a 37°C por 48 horas em estufa bacteriológica. Foram considerados positivos os tubos que formaram gás no tubo de Durham. Para o teste confirmativo de coliformes termotolerantes, utilizou-se caldo EC para repicagem das culturas dos tubos positivos (formadores de gás), sendo a temperatura de incubação 45°C por 24 horas. A contagem de bactérias heterotróficas foi realizada pela técnica de *pour plate method*, com semeadura em profundidade, transferindo 1 mL de amostra e de suas diluições (de modo a permitir a contagem mínima estabelecida no padrão bacteriológico, por incorporação em ágar padrão — *plate count agar* — para contagem), em seguida, as placas foram incubadas a 35°C por aproximadamente 8 horas (APHA, 2005). Os dados das análises microbiológicas foram organizados, obtendo-se os valores médios das repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada a presença de coliformes totais em 100% das amostras (Tabela 1), apresentando-se impróprias para consumo humano. Tal resultado pode estar associado à falta de higienização nas caixas d'água, à ineficiência da filtração do bebedouro ou até mesmo a contaminações no encanamento que vai do reservatório da companhia de água até as caixas d'água das escolas, uma vez que a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) relata realizar controle e fiscalização diários da água distribuída para a cidade de Santa Rita, em seu reservatório local. Dessa forma, se faz necessária a adoção de ações profiláticas para redução dos riscos de contaminação da água por micro-organismos patogênicos.

Em nossas observações em campo, constatamos que nenhuma das escolas tinha sistema físico de tratamento de água, e que apenas quatro apresentavam sistema químico baseado na adição de cloro.

Desses quatro sistemas, apenas um estava em perfeito funcionamento. Foi-nos relatado que pessoas leigas eram responsáveis pelo manuseio do cloro nessas referidas escolas, e que nem sempre eram utilizadas corretamente as dosagens desse produto. Isso acarreta uma baixa eficiência no tratamento das águas, pois, caso haja subdosagem, isso aumentará a chance de contaminação da água com micro-organismos, ou em episódio de superdosagem, poderá ocasionar intoxicação dos usuários.

Para coliformes termotolerantes, apenas 33,33% das amostras estavam fora dos padrões exigidos pela legislação vigente, nas escolas EE4, EP1, EP3 e EP4 (Tabela 1). É importante enfatizar que a presença de coliformes termotolerantes acarreta grandes riscos à saúde das crianças, uma vez que são responsáveis por diversas afecções do trato gastrointestinal, além de colecistite, apendicite, peritonite, meningite e septicemia (MURRAY, 2004).

De acordo com Rocha *et al.* (2010), esse tipo de contaminação pode ocorrer durante a captação de água no sistema público; no entanto, na maioria das vezes, ela está associada à má condição de higiene na tubulação e no reservatório onde é acondicionada a água que alimenta as torneiras das instituições de ensino. A falta de monitoramento acaba criando condições favoráveis para o desenvolvimento e a sobrevivência de micro-organismos patogênicos aos seres humanos. Outros estudos contribuem para a pesquisa, associando a contaminação da água a diversos fatores, tais como as más condições higiênico-sanitárias do ambiente, a falta de rotina sanitária, a execução da técnica correta com registro de limpeza e de desinfecção dos reservatórios de água e/ou bebedouros, a ineficiência na manutenção e troca dos filtros de forma

Tabela 1 – Valores médios das análises microbiológicas das amostras coletadas nos bebedouros de 12 escolas da cidade de Santa Rita, Paraíba.

Escolas	Coliformes totais (NMP/100 mL ⁻¹)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL ⁻¹)	Bactérias heterotróficas (UFC.mL ⁻¹)
EE1	> 16	< 2,2	5,3 × 10 ²
EE2	> 16	< 2,2	2,0 × 10 ²
EE3	> 16	< 2,2	1,4 × 10 ³
EE4	> 16	16	7,9 × 10 ²
EM1	> 16	< 2,2	1,5 × 10 ²
EM2	> 16	< 2,2	7,8 × 10 ²
EM3	> 16	< 2,2	1,9 × 10 ²
EM4	16	< 2,2	1,5 × 10 ³
EP1	> 16	16	1,6 × 10 ³
EP2	16	< 2,2	2,6 × 10 ²
EP3	> 16	16	1,6 × 10 ²
EP4	> 16	> 16	5,2 × 10 ²
Legislação	Ausência	Ausência	Máx. 500 UFC.mL ⁻¹

NMP: número mais provável; UFC: unidades formadoras de colônias; EE: escola estadual; EM: escolas municipais; EP: escolas particulares.

periódica e a inexistência de controle da potabilidade da água nesses estabelecimentos (CASALI, 2008; CARDOSO, 2007).

Resultados de contaminação da água de bebedouros não são verificados apenas nas instituições analisadas, uma vez que diversos estudos apontam resultados semelhantes, evidenciando a inadequação da água utilizada em escolas com diferentes níveis de ensino. Como exemplo são citados os estudos realizados por Faria *et al.* (2013), que constataram que, nas amostras provenientes dos bebedouros, 19,04% estavam impróprias para o consumo humano, pois apresentaram presença de coliformes totais, assim como observado por Siqueira *et al.* (2010), que verificaram que 62,5% das amostras apresentaram contaminação por coliformes totais e 42,5% por coliformes termotolerantes, não atendendo aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.

A contagem de bactérias heterotróficas variou de $1,5 \times 10^2$ a $1,6 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹ (Tabela 1), sendo todas as amostras irregulares para consumo humano, pois, de acordo com a legislação vigente, o valor máximo permitido é de 500 UFC.mL⁻¹. Essa contaminação elevada pode estar relacionada ao estado de conservação em que alguns bebedouros se encontravam: malconservados, apresentando torneiras quebradas, saídas de águas entupidadas e até mesmo sujas, indicando ausência de manutenção. Verificou-se, nos locais de coletas, que a maioria dos bebedouros não apresentava as torneiras de saída de água para copos, pois não tinham haste para executar essa função, proporcionando um meio de contaminação. Também pode ser levada em conta a má higienização das caixas d'água e tubulações com um tempo já considerável de funcionamento.

Quanto à manutenção das caixas de armazenamento de água das escolas observadas, 6% unidades realizavam a limpeza dos reservatórios a cada 6 meses, 29% executavam essa operação pelo menos uma vez

por ano, 15% limpavam os reservatórios entre 1 e 2 anos, 30% limpavam os reservatórios em períodos maiores que 2 anos e, surpreendentemente, 20% não tinham a informação de quando foi realizada a última limpeza dos reservatórios. A água parada por longos períodos permite o desenvolvimento de algas e plantas nas paredes do reservatório, o que predispõe a um ambiente de proliferação de micro-organismos.

Assim, é necessário um acompanhamento criterioso para manutenção da higiene e controle microbiológico dos reservatórios de água desses locais, além da adoção de medidas preventivas e corretivas, tais como tratamento da água, limpezas periódicas e conservação dos reservatórios, filtros e bebedouros. Além disso, por meio do monitoramento, percebe-se que essa contaminação é consequência da má alocação e da inadequada construção dos sistemas de captação de água, bem como da falta de manutenção dos sistemas de abastecimento.

CONCLUSÕES

O estudo evidenciou contaminação para coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas em taxas relativamente altas na água proveniente dos bebedouros das instituições analisadas. Tal resultado está em desacordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira para o consumo humano. Nesse sentido, verifica-se o risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica à medida que essa água é ingerida por um número elevado de pessoas que têm acesso aos estabelecimentos educacionais. O risco é agravado pelo fato de envolver crianças e adolescentes, uma vez que apresentam maior vulnerabilidade à ação dos micro-organismos. Faz-se, portanto, necessário que gestores e educadores adotem medidas efetivas de controle e monitoramento da água no intuito de reverter a situação verificada.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. (2005) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20. ed. Washington, DC. 1220p.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C.A. (2006) Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n. 5, p. 950-954. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000500019>

BRASIL. (2004) Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Seção 1. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2017.

_____. (2011) Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2015.

CARDOSO, R.C.V.; ALMEIDA, R.C.C.; GUIMARÃES, A.G.; GÓES, J.A.W.; SILVA, S.A.; SANTANA, A.A.C.; HUTTNER, L.B.; VIDAL JR., P.O.; FIGUEIREDO, K.V.N.A. (2007) Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 66, p. 287-291.

- CASALI, C.A. (2008) *Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul*. 173f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- FARIA, T.; PAULA, R.A.O.; VEIGA, S.M.O.M. (2013) Qualidade microbiológica da água para consumo humano em unidades de alimentação escolar. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 10, n. 1, p. 135-144. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrv.2013.111.135144>
- FREITAS, V.P.S.; BRÍGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ALABURDA, J. (2002) Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. *Revista Instituto Adolfo Lutz, Campinas*, v. 61, n. 1, p. 51-58, 2002.
- JULIÃO, F.C. (2011) *Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública*. 157f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- LIN, J.; GANESH, A. (2013) Water quality indicators: bacteria, coliphages, enteric viruses. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 23, n. 6, p. 484-506. <https://doi.org/10.1080/09603123.2013.769201>
- MURRAY, P.R. (2004) *Microbiologia Médica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- ROCHA, E.S.; ROSICO, F.S.; SILVA, F.L.; LUZ, T.C.S.; FORTUNA, J.L. (2010) Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das Instituições de Ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). *Revista Baiana Saúde Pública*, Salvador, v. 34, n. 3, p. 694-705.
- SANTOS, J.O.; SANTOS, R.M.S.; GOMES, M.A.D.; MIRANDA, R.C.; NÓBREGA, I.G.M. (2013) A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, Pombal, v. 7, n. 2, p. 19-26.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. (2010) *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela. 614p.
- SIQUEIRA, L.P.; SHINOHARA, N.K.S.; LIMA, R.M.T.; PAIVA, J.E.; LIMA FILHO, J.L.; CARVALHO, I.T. (2010) Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 63-66. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232010000100011>
- ZULPO, D.L.; PERETTI, J.; ONO, L.M.; GARCIA, J.L. (2006) Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 1, p. 107-110.