

Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR

Microbiological quality of human consumption water in a school in Maringa-PR

Mirian Ueda Yamaguchi*

Lúcia Elaine Ranieri Cortez**

Lilian Cristina Camargo Ottoni***

Jully Oyama***

312

O Mundo da Saúde, São Paulo - 2013;37(3):312-320
Artigo Original • Original Paper

Resumo

A água contaminada associada à falta de saneamento básico mata anualmente cerca de 1,6 milhões de pessoas no mundo. A falta da potabilidade da água nem sempre é perceptível à visão ou olfato, sendo necessária uma análise laboratorial para detectá-la. Torna-se importante o controle microbiológico da água devido sua característica de veículo de transmissão de bactérias, dentre estas, coliformes totais e termotolerantes, protozoários, vírus e fungos causadores de inúmeras doenças ao homem. Esses micro-organismos são responsáveis pela ocorrência de diarreias, disenterias, hepatites, cólera, entre outras enfermidades graves. Esta pesquisa teve por finalidade analisar a presença de coliformes totais e termotolerantes em amostras de água mineral engarrafada e água tratada. No presente estudo foram selecionados 50 locais para coleta de água para consumo humano, todos localizados em uma instituição de ensino na cidade de Maringá-PR. Das amostras coletadas, 13 foram provenientes de bebedouros de água mineral natural engarrafada e 37 amostras de bebedouros de pressão de água tratada na própria instituição de ensino. A metodologia empregada para pesquisa de coliformes foi o método de fermentação em tubos múltiplos. O resultado deste trabalho revelou, por meio de análise microbiológica, que as amostras de água tratada dos bebedouros de pressão apresentaram-se próprias para consumo humano. Entretanto, 15,38% das amostras de água mineral apresentaram-se contaminadas por coliformes totais. Esses resultados demonstraram que a água tratada com cloro apresentou melhor qualidade microbiológica quando comparada à água mineral natural engarrafada.

Palavras-chave: Aqua Petra. Água Potável. Análise de Água. Cloro. Coliformes.

Abstract

Contaminated water associated with poor sanitation kills about 1.6 million people worldwide annually. Lack of potability in water is not always perceptible to the sight or smell, requiring laboratory analysis to detect it. Because of that it is important to control microbiologically water since it is a vehicle of transmission of bacteria such as total and fecal coliforms, protozoa, viruses and fungi that cause numerous humans diseases. These microorganisms cause diarrhea, dysentery, hepatitis, cholera, among other serious illnesses. This research aimed at examining the presence of total and fecal coliforms in samples from bottled mineral water and treated water. In the present study 50 sites of drinking water were selected, all located in an educational institution in Maringá-PR. 13 of the collected samples were from water drinker dispensers with bottled natural mineral water and 37 samples were from water dispensers with water treated in their own institution. The methodology used for detecting coliforms was the method of Multiple Tube Fermentation. The result of this study revealed – through microbiological analysis – that the samples of treated water were fit for human consumption. However, 15.38% of the analyzed mineral water samples were contaminated with total coliforms. These results showed that water treated with chlorine showed better microbiological quality when compared to bottled natural mineral water.

Keywords: Aqua Petra. Drinking Water. Water Analysis. Chlorine. Coliforms.

* Farmacêutica. Doutora e Docente do Mestrado em Promoção da Saúde e do curso de Medicina do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR-PR, Brasil. E-mail: mirianueda@gmail.com

** Farmacêutica. Doutora e Docente do Mestrado em Promoção da Saúde e do curso de Medicina do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR-PR, Brasil.

*** Biomédicas. Centro Universitário de Maringá – CESUMAR-PR, Brasil.

As autoras declaram não haver conflitos de interesse.

INTRODUÇÃO

A água é essencial em todos os seguimentos da vida, sendo considerada um recurso insubstituível. O corpo humano consiste de, aproximadamente, 75% de água e o cérebro consiste em cerca de 85%¹.

A oferta da água para o abastecimento tem sido apontada como um dos grandes problemas do século XXI, ressaltando-se que a abundância do elemento líquido causa uma falsa sensação de recurso inesgotável. Entretanto, 97,5% da água disponível na Terra é salgada, sendo imprópria para o consumo humano. Apenas 2,493% é doce, mas encontra-se inacessível em geleiras ou regiões subterrâneas (aquíferos), restando somente 0,007% da água encontrada em rios, lagos e na atmosfera disponível para o consumo².

A partir de dados fornecidos pela UNESCO o uso mundial total de água fresca é estimado em cerca de quatro mil quilômetros cúbicos por ano; porém, mais de um bilhão de pessoas ao redor do mundo não têm acesso à água potável para beber³.

Fatos históricos demonstram que algumas das mais generalizadas epidemias que já afligiram as populações humanas tiveram sua origem em sistemas de distribuição de água⁴. Portanto, maior atenção

deve ser dada a esse fato, pois a água contribui muito para a saúde humana, e esses dois recursos, água e saúde, associados, podem melhorar as perspectivas de desenvolvimento⁵. A relação entre água, higiene e a saúde é um conceito que acompanha o gênero humano desde o início da civilização⁶.

A água pode ser contaminada no ponto de origem, durante a sua distribuição e, principalmente, nos reservatórios particulares, sejam eles de empresas ou domiciliares. As causas mais frequentes da contaminação da água nesses reservatórios são a vedação inadequada das caixas d'água e cisternas, e carência de um programa de limpeza e desinfecção regular e periódica⁷.

Dados revelam que milhões de pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente por doenças relacionadas à água no mundo todo^{5,8}. No entanto, o acesso à água limpa é um direito humano básico⁹. No Brasil, o custo gerado para o tratamento de doenças transmitidas ou causadas por águas contaminadas, segundo o Ministério da Saúde, é equivalente a US\$ 2,7 bilhões por ano¹⁰.

Os grupos patogênicos mais comumente associados a doenças de veiculação hídrica estão relacionados no Quadro 1.

Quadro 1. Organismos patogênicos de veiculação hídrica

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	ESPÉCIES E GRUPOS
Bactérias	Organismos microscópicos uninucleares em que falta um núcleo completamente definido	Víbrio cholerae Salmonella Shigella Legionella Campilobacter Yersinia S. typhi Coliformes totais e fecais
Vírus	Grande grupo de agentes infecciosos submicroscópicos (10 a 25nm), envoltos por uma membrana proteica ao redor de um núcleo, onde estão contidas todas as informações para sua reprodução.	Hepatite A Enterovírus Poliovírus Echovírus Coxsackievírus Rotavírus Reovírus Adenovírus Norwalk Astrovírus
Protozoários	Animais unicelulares que se reproduzem por cissiparidade	Giardia lambia Entamoeba histolytica Cryptosporidium Naegleria fowleri Isospora

Quadro 1. Organismos patogênicos de veiculação hídrica (continuação)

Helminhos	Vermes intestinais e parasitas	Nematoides <i>Schistosoma haematobium</i>
Algas	Certas espécies produzem toxinas que, se consumidas podem ser nocivas	Anabaena flosaquae Microcystis aeruginosa Aphanizomenon

Fonte: Chapra¹¹; Boland¹².

Os micro-organismos são introduzidos no organismo humano por via cutânea ou por ingestão de água contaminada; pelo contato primário com águas de recreação e ainda por ingestão de líquidos ou de alimentos contaminados, durante o preparo de alimentos ou em seu ambiente de origem. Mais de 100 organismos patogênicos entéricos podem ser encontrados nos esgotos, como vírus, parasitas e bactérias¹³.

A patogenicidade dos micro-organismos é relativa, são frequentemente associados à imunidade do hospedeiro, características de infectividade e produção de toxinas. Qualquer micro-organismo é patogênico em potencial, caso encontre um hospedeiro debilitado. Entretanto, apenas um número limitado de espécies microbianas pode provocar doenças em uma porção significativa de hospedeiros normais¹⁴.

Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarreicas de veiculação hídrica, como, por exemplo, febre tifoide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, eram responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionadas à água de consumo humano^{15,16}.

Segundo a OMS⁵, nos dias atuais essas doenças não representam mais a mesma ameaça que já representaram no passado. O aspecto-chave para esse avanço foi o reconhecimento que a contaminação dos reservatórios de águas destinadas ao abastecimento público, especialmente por resíduos humanos, era a principal fonte de infecção. A partir disso, não foi difícil reconhecer que muitas doenças poderiam ser eliminadas pelo tratamento mais efetivo da água, assim como pela melhor disposição para os rejeitos.

Os sistemas de saneamento básico adequado e água tratada podem reduzir em 20% a 80% a incidência de doenças infecciosas, inibindo a sua geração e interrompendo a sua transmissão^{17,18}.

Para assegurar que a água esteja livre de micro-organismos patogênicos, esta deve passar por um processo de desinfecção. A cloração é o método de desinfecção mais comumente utilizado na maioria dos países¹⁹. Nos Estados Unidos a melhoria da qualidade de vida teve grande visibilidade a partir do uso de derivados clorados para as populações abastecidas por água tratada. No ano de 1908 reduziu-se a mortalidade por febre tifoide em 40%; em 1910 ocorria nos EUA uma média de 450 surtos de doenças veiculadas pela água por ano e existiam em torno de 20 estações de tratamento de água implantadas. Já em 1960, quando 10.000 estações de tratamento de água utilizam o processo de desinfecção com derivados clorados implantados, ocorreram, em média, apenas 10 surtos de doenças de veiculação hídrica naquele país^{20,21}.

Em 1991, a cólera causou a morte de milhares de habitantes no Peru, sendo a origem da doença a suspensão do processo de desinfecção por derivados clorados no tratamento de água potável, pela interpretação incorreta de uma diretriz da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA). As autoridades peruanas não levaram em consideração todos os trabalhos científicos sobre o desenvolvimento de biofilme bacteriano, cuja formação é facilitada pela falta de um nível de cloro residual. Outros casos de surto de cólera veiculados pela água, em países como Itália, Albânia e Ruanda foram erradicados pelo processo de desinfecção com uso de derivados clorados²¹.

O cloro, na forma do gás cloro ou hipoclorito, adicionado à água, visa destruir ou inativar os organismos alvo. A cloração é um método de simples aplicação, relativo baixo custo e, principalmente, muito confiável. Desse modo, a água a ser distribuída para a população deve conter um certo teor de cloro residual, de modo a prevenir que haja nova contaminação durante o processo de distribuição.

Um dos problemas decorrentes do uso do cloro como agente de desinfecção está relacionado com sua capacidade em reagir com as substâncias orgânicas de ocorrência natural, que podem estar presentes na água. Essas reações produzem os trihalometanos (THM), entre eles o clorofórmio, que é cancerígeno. Os THM não são removidos da água por meio do tratamento convencional, e, dessa forma, deve-se assegurar que a matéria orgânica deve estar ausente da água que vai ser submetida a cloração¹⁹.

Os tratamentos que poderiam ser aplicados de forma a reduzir ou eliminar os micro-organismos seriam os métodos químicos (cloração, ozonização) e processos ou agentes físicos (temperatura elevada, por exemplo), que não são permitidos no Brasil, de acordo com a definição de água mineral. A carbonatação pode ser aplicada desde que no rótulo conste de forma clara a expressão “com gás”. O CO₂ apresenta efeito bactericida por reduzir o pH da água²². Apesar de a carbonatação reduzir significativamente o número de micro-organismos contaminantes, ela não pode ser considerada como um meio de melhorar a qualidade microbiológica de águas minerais, contendo elevadas populações de micro-organismos²³.

A ONU, em relatório do desenvolvimento humano do ano de 2006, cita que 40% da população mundial não dispõe de condições sanitárias básicas, o que corresponde a mais de 2,6 bilhões de pessoas que não utilizam banheiros, defecando a céu aberto ou em locais não sanitários, o que pode levar ao aumento da incidência de contaminação da água devido ao despejamento direto de seus resíduos sobre fontes de águas superficiais.

Contudo, não basta que as populações apenas disponham de água, é necessário também que essa água se caracterize por um mínimo de qualidade. No Brasil, de acordo com a Portaria n. 518, de 2004, do Ministério da Saúde / ANVISA, a água é considerada potável, sob o ponto de vista microbiológico, quando está de acordo com a seguinte conformidade: ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra de água para consumo²⁴, considerando-se assim inofensiva para a saúde do homem.

Na análise ou monitoramento de qualidade de água são empregados indicadores biológicos específicos como as bactérias do grupo coliformes²⁵. Segundo Pelczar, et al¹⁵, o termo “indicadores bio-

lógicos específicos” refere-se a um tipo de micro-organismo cuja presença na água é uma evidência de que ela está poluída com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente.

Amplamente distribuídos na natureza, os coliformes se propagam com maior frequência na água, especialmente, os coliformes termotolerantes, de origem fecal, que têm tido grande atenção da saúde pública. Os coliformes termotolerantes estão associados a um elevado número de patologias cujos agentes etiológicos são isolados em laboratórios de microbiologia clínica e diretamente considerados o motivo da maioria das infecções intestinais humanas conhecidas. O indicador patogênico de origem fecal mais importante é a *Escherichia coli*, micro-organismo designado como termotolerante, desprovido de vida livre no ambiente, indicando que quando presente na água, a mesma está contaminada por fezes²⁶.

Além de infecções intestinais, os coliformes podem estar envolvidos ou ter participação em diversas outras patologias, como meningites, intoxicações alimentares, infecções urinárias e pneumonias, inclusive as nosocomiais. Infecções causadas por esses organismos são complexas e envolvem múltiplos modos de transmissão. Alguns gêneros como *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*, vivem na água, no solo e também constituem a microbiota intestinal do homem, assim como a de outros animais de sangue quente, sendo estes também caracterizados como coliformes totais²⁷.

A análise bacteriológica da água é uma importante ferramenta para a determinação da qualidade da água de consumo. As técnicas bacteriológicas são específicas e sensíveis ao micro-organismo patogênico de alimentos e água para consumo humano²⁸.

Como a qualidade da água é um fator imprescindível à manutenção da saúde humana, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade microbiológica da água consumida em uma instituição de ensino, na cidade de Maringá-PR, considerando que o consumo final dos usuários era proveniente de bebedouros de água mineral natural engarrafada e água tratada de bebedouros de pressão.

MÉTODO

Foram coletadas no período entre setembro a outubro de 2010, 50 amostras de água numa

instituição de ensino na cidade de Maringá-PR, das quais 13 amostras foram provenientes de bebedouros de água mineral natural, fornecida por companhia de engarrafamento e 37 amostras de bebedouros de água tratada na própria instituição.

As amostras foram coletadas em frascos plásticos estéreis de 200 ml, contendo 0,2 ml de solução a 10% de tiosulfato de sódio para neutralizar a ação do cloro residual, mantidas a 4 °C e analisadas dentro de 24 horas. No local da coleta foi medida a temperatura ambiente, utilizando-se um termômetro. Fluiu-se a água de 2 a 3 minutos, para que fosse eliminada toda a coluna de líquido da canalização. No ato da coleta, a torneira foi aberta de forma a se obter um fluxo pequeno de água para evitar respingos fora do frasco de coleta, o qual foi posicionado de forma vertical. Durante a coleta determinou-se o teor de cloro e pH através do kit SODRAMAR®. O valor de pH recomendado é entre 7,4 e 7,6, e o residual de cloro entre 1 e 3 ppm em condições normais.

Após a coleta, a amostra foi homogeneizada por inversão do frasco, de forma que o tiosulfato de sódio entrasse em contato com toda a água presente no frasco. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor a fim de manter a temperatura para que, posteriormente, fossem transportadas até o local de realização das análises.

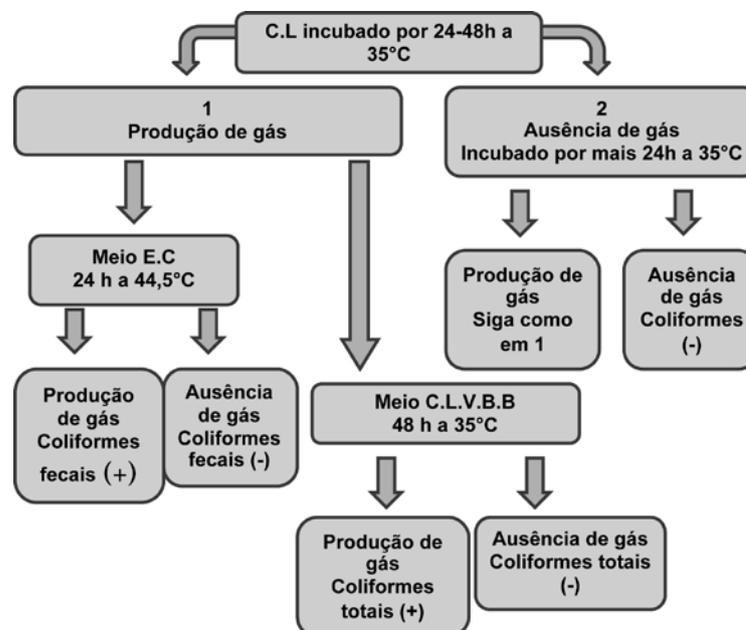
Inicialmente, realizou-se a assepsia com álco-

ol 70% da bancada em que ocorreram as análises. Durante todo o procedimento a chama do bico de bunsen esteve acesa para manipulação asséptica das amostras. A metodologia empregada para análise da qualidade de água foi a determinação de número mais provável (N.M.P.) de coliformes totais e termotolerantes pela técnica de tubos múltiplos.

O exame se processou por meio de 3 etapas (Figura 1): teste presuntivo que consistiu na inoculação de 10 ml da amostra em cada um dos 5 tubos contendo caldo lactosado e um tubo de Durham invertido. Os tubos foram incubados na estufa a 35°C, durante 24-48 horas, ocorrendo uma seleção inicial de organismos que fermentaram a lactose com produção de gás. Portanto, a formação de gás presente no tubo de Durham evidenciou que podia haver a presença de bactérias do grupo coliforme na água.

No teste confirmativo, a transferência ocorreu por meio de uma haste de madeira estéril de cultura de todos os tubos positivos de caldo lactosado para tubos contendo caldo lactosado verde brilhante bile (C.L.V.B.B.) 2%, que foram incubados durante 48 horas. Esse teste teve por objetivo reduzir a possibilidade de resultados positivos decorrentes de atividade de bactérias esporuladas. A produção de gás, a partir da fermentação da lactose, foi prova confirmada como positiva.

Figura 1. Metodologia para análise de água pela técnica de tubos múltiplos



Por fim, realizou-se o teste de diferenciação para coliformes termotolerantes, que compreendeu a transferência das culturas de todos os tubos positivos de C.L.V.B.B. incubados para tubos contendo meio E.C., que foram incubados durante 24 horas a 44,5°C, em banho-maria, e com temperatura constante. O resultado foi considerado positivo quando houve produção de gás a partir de fermentação da lactose contida no meio E.C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a pesquisa de coliformes totais foram positivos em 2 (15,38%) das 13 amostras provenientes de bebedouros de água mineral natural fornecida por uma companhia de engarrafamento. Em relação às análises das 37 amostras de bebedouros de pressão de água tratada da própria instituição, observou-se a ausência de coliformes totais.

A presença de contaminação em 2 amostras de água mineral pode ser justificada pelas características *in natura*, dessas amostras, que não passam por qualquer processo que altere suas características bacteriológicas e físico-químicas desde o momento da captação até o envase.

Coelho, et al²⁹ e Rosenberg³⁰ acreditam que maior número de micro-organismos são encontrados em águas de garrafas plásticas, devido à característica do plástico em permitir a passagem de O₂; os nutrientes liberados dos plásticos são também um possível contribuinte para o aumento da multiplicação bacteriana na água³¹.

A temperatura também é um fator importante para a multiplicação das bactérias após o engarrafamento, pois, durante o período de estocagem elas são geralmente maiores que na fonte³². Para Rosenberg³⁰, se a água é estocada em temperatura ambiente, como é comum em mercados e, frequentemente em casa, em apenas alguns dias as contagens bacterianas atingirão concentrações altas como 10⁴ a 10⁵ UFC/mL. Devido a essa forma de armazenamento, mesmo uma água contendo poucos organismos quando engarrafada pode apresentar um crescimento logarítmico no número de bactérias em um tempo relativamente pequeno. Esse aumento continua em curva de crescimento típica até a matéria orgânica da água ser esgotada. A refrigeração retarda esse processo.

Na interpretação dos resultados desta pesquisa, devemos considerar a pequena amostragem de água mineral natural analisada (13 amostras), fato ocorrido devido à referida instituição de ensino estar em processo de substituição dos bebedouros de água mineral por bebedouros de pressão de água tratada. Entretanto, é relevante observar que mesmo com reduzido número de amostras de água mineral, 15,38% (2 amostras) apresentaram-se impróprias para consumo humano, com a presença de indicadores de contaminação (coliformes).

Nesse sentido, a limpeza do galão de água antes do uso, os procedimentos para a higienização do suporte do bebedouro e as condições adequadas de estocagem são medidas que podem contribuir para que a água mineral natural continue inalterada até o seu consumo.

Segundo a RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) n. 274, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as águas minerais são caracterizadas pelo conteúdo definido e constante de sais minerais e pela presença de oligoelementos e outros constituintes. Além disso, não podem produzir, desenvolver e/ou agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor e/ou alterem a composição original do produto²⁸.

Em 2007, pela primeira vez as águas envasadas superaram o consumo de refrigerantes gasosos e se tornaram a categoria de bebida de maior volume no mercado mundial. Em 2008, fechou o ano com um volume superior a 210 bilhões de litros, correspondente em valor a mais de US\$ 100 bilhões³³.

O consumo de águas minerais no Brasil é alto com 6,8 bilhões de litros anuais. Existe uma percepção de que o consumo de águas minerais está relacionado a um estilo de vida saudável e muitos consumidores a utilizam como alternativa à água fornecida pelos municípios onde vivem por considerarem-na melhor e mais segura³⁴.

Entretanto, de acordo com Nascimento, et al³⁵, essas águas podem estar contaminadas por excretas de animais, do próprio homem, ou mesmo da presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana. A contaminação da água mineral pode ocorrer na fonte, no envase, ou no trans-

porte e armazenamento, no caso da embalagem não ser absolutamente estanque³⁶.

Os equipamentos que são usados para conduzir a água até os locais de engarrafamento, equipamentos usados durante o processo de engarrafamento e reservatórios de estocagem podem também abrigar populações de organismos contaminantes³⁷, que podem ser provenientes também do ambiente e das embalagens e tampas^{23,38}.

No Brasil, as características microbiológicas para água mineral são determinadas pela resolução da ANVISA (RDC n. 275/2005). Segundo parâmetros estabelecidos por essa resolução, a análise de água mineral deve incluir contagem de coliformes totais, *enterococos*, *Pseudomonas aeruginosa*, clostrídios sulfito-redutores ou *Clostridium perfringens* e pesquisa de coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*²⁸.

Alves, et al³⁹, em estudo desenvolvido na cidade de Marília, São Paulo, observou a presença de coliformes totais em dezoito marcas, de diferentes tipos de embalagens de água mineral analisadas. Guimarães⁴⁰, avaliando a qualidade microbiológica de 15 diferentes marcas, em embalagens de 500 ml e de 1,5L, de águas minerais naturais comercializadas na cidade de Goiânia, observou que de seis marcas analisadas, todas apresentaram contaminação por coliformes totais, cinco por coliformes termotolerantes e uma por *Pseudomonas aeruginosa*.

Em 2002, a ANVISA realizou um estudo sobre a qualidade da água mineral comercializada em todo o país, como parte do Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade Sanitária de Alimentos. Esse estudo revelou resultados insatisfatórios em 75 (10%) das 715 análises realizadas⁴¹. O presente trabalho apresentou conformidade com as pesquisas desenvolvidas anteriormente, pois 15,38% das amostras de água mostraram-se contaminadas por coliformes totais.

É observado na tabela 2 os resultados das amostras analisadas quanto ao teor de cloro e valor do pH. Pode-se observar que nas amostras de água mineral natural, houve ausência de cloro. No entanto, valores menores de 0,5 ppm foi observado nas amostras de água tratada. Em relação aos valores de pH as amostras de água mineral oscilaram entre 6,8 – 7,8, para as amostras de

água tratada o valor obtido foi de 6,8 para todas as amostras.

Tabela 1. Teor de cloro e nível de pH nos diferentes tipos de água para consumo humano em instituição de ensino em Maringá-PR

Parâmetros	Água mineral	Água tratada da instituição
Cloro (ppm)	0	< 0,5
pH	6,8 – 7,8	6,8

De acordo com Macedo²¹, em pH acima de 8,5 o derivado clorado tem ação oxidante sobre a matéria orgânica, mas reduzida ação desinfetante, o que coloca em risco o processo de desinfecção, cuja finalidade é a redução dos micro-organismos patogênicos a níveis considerados seguros e a redução da formação dos biofilmes bacterianos.

Para garantir a reação de desinfecção e a redução da formação de biofilmes bacterianos, a faixa de pH indicada para a água potável no sistema de distribuição deve ser de 6,0 a 8,3, pois nesse pH tem-se aproximadamente 35% de ácido hipocloroso disponível. No entanto, em pH 8,5, 9,0 e 9,5, tem-se, respectivamente, em torno de 12%, 5% e 2% de ácido hipocloroso, o que é insuficiente para o processo de desinfecção.

Nesse estudo, a partir dos dados obtidos, verificou-se que o cloro presente nas amostras de água dos bebedouros de pressão foi eficaz para agir contra os coliformes encontrados. Segundo a Portaria n. 518 do Ministério da Saúde, a taxa de cloro residual livre deve ser de no máximo 2,0 mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento⁴¹. Assim, constatou-se que todas as amostras de água tratada analisadas no trabalho apresentavam teor de cloro dentro dos limites (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a água tratada da instituição de ensino está de acordo com os padrões de potabilidade, uma vez que todos os bebedouros de pressão apresentaram-se isentos de coliformes totais e termotolerantes. Isso implica que o teor de cloro juntamente com os níveis de pH utilizados para o processo de desinfecção da água destinada ao

consumo humano são eficazes para fins de evitar patógenos de veiculação hídrica. Entretanto, uma porcentagem das amostras de água mineral analisadas neste trabalho indicou contaminação por coliformes, que pode ser atribuído à ausência de cloro residual, falta de higienização ade-

quada do suporte da água ou às condições de estocagem dos galões. Assim, torna-se necessária maior atenção na limpeza e armazenamento dos mesmos, de forma a minimizar a contaminação da água mineral, garantindo a qualidade da água que chega ao consumidor.

REFERÊNCIAS

1. WHO. World Health Organization. Water, Sanitation and Health. 2010 [cited 2010 Ago 6]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/en/
2. Vendramel E, Köhler VB. A história do abastecimento de água em Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*. 2002;24(1):253-60.
3. WHO. World Health Organization. The United Nations Children's Fund. Meeting the MDG drinking water and sanitation target: the urban and rural challenge of the decade. 2006 [cited 2012 Abr 28]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmpfinal.pdf
4. Branco SM. Água, Meio Ambiente e Saúde. Águas Doces no Brasil. São Paulo: Escrituras Editora; 1999. p. 227-48.
5. WHO. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality, fourth edition. 2011 [cited 2013 Mar 12]. Available from: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf
6. Alves MG. Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba [dissertação]. Piracicaba (SP): Universidade de São Paulo; 2007.
7. Germano PML, Germano MIS. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. São Paulo: Varela; 2003.
8. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Safe water for the community: a guide for establishing a community-based safe water system program edition. 2008 [cited 2009 Ago 20]. Available from: http://www.ehproject.org/PDF/ehkm/cdc-safewater_community.pdf
9. WHO. World Health Organization. Water for health: taking charge. 2001 [cited 2012 Abr 28]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/takingcharge/en/
10. Adeodato S. O consumo consciente da água. *Bio Nutr Saúde*. 2006;1:2.
11. Chapra SC. Surface water-quality modeling. New York: McGraw-Hill; 1997. v. 1, p. 503-17.
12. Boland JJ, Anderson BP, Brooks NH. Microbiol pathogens in coastal waters. In: Managing wastewater in coastal urban areas. USA: Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas, Water Science and Technology Board, Commission on Engineering and Technical Systems. National Research Council; 1993. p. 203-30.
13. Azevedo MV. Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, baía de Sepetiba-RJ. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz; 2002.
14. Van Burik JA, Magee PT. Aspects of fungal pathogenesis in humans. *Ann Rev Microbiol*. 2001;55:743-72.
15. Pelczar MJ, Chan ECS, Krieg NR. Microbiologia: Conceitos e aplicações. 2a ed. São Paulo: Makron Books; 1996. v. 1.
16. Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. Microbiologia Médica. 20a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
17. UNESCO. United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization. Water in a changing world. 2009 [cited 2009 Ago 20]. Available from: http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf
18. Organização das Nações Unidas. O grande déficit de saneamento. Relatório do Desenvolvimento humano 2006. Nova York: ONU; 2006. cap. 5.
19. Grassi MT. As águas do planeta Terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial. Maio 2001.
20. Zarpelon A. Uso do cloro e os trihalometanos (THM). *Sanare*. 2001;15(15):4-6.
21. Macêdo JAB. Subprodutos do Processo de Desinfecção de Água pelo Uso de Derivados Clorados (Disinfection byproducts – DBP). Juiz de Fora: Macedo; 2001.
22. Sant'ana A, Silva SCFL, Farani Jr IO, Amara CHR, Macedo VF. Qualidade Microbiológica de águas minerais. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2003;23:190-4.
23. Eiroa MNU, Junqueira VCA, Silveira NFA. Avaliação microbiológica de linhas de captação e engarrafamento de água mineral. *Ciênc Tecnol Aliment*. 1996;16(2):165-9.
24. Siqueira LP, Shinohara NKS, Lima RMT, Paiva JE, Lima Filho JL, Carvalho IT. Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. *Ciênc Saúde Colet*. 2010;15(1):63-6.
25. Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo: Varela; 2001.

26. Hofstra H, Huisin't Veld. JHJ Methods for the detection and isolation of *Escherichia coli* including pathogenic strains. J Appl Bacterio. 1988;65(Suppl):197S-212S.
27. Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Schreckenberger PC, Winn Jr WC. Diagnóstico Microbiológico. 5a ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 2001. p. 1465.
28. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 275, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. DOU, Brasília, 23 de setembro de 2005.
29. Coelho DL, Pimentel IC, Beux MR. Uso do método cromogênico para quantificação do NMP de bactérias do grupo coliforme em águas minerais envasadas. Bol CPPA. 1998;16(1):45-54.
30. Rosenberg FA. The microbiology of bottled water. Clin Microbiol Newslett. 2003;25(6):41-4.
31. Eiroa MNU, Junqueira VCA, Silveira NFA. Variação da microbiota natural e de *Pseudomonas aeruginosa* em água mineral não carbonatada embalada em diferentes materiais durante o armazenamento a 30°C ± 1°C. Ciênc Tecnol Aliment. 1997;17(2):167-71.
32. Schmidt-Lorenz W. Microbiological characteristics of natural mineral water. Ann Ist Super Sanita. 1976;2:93-112.
33. ABINAM – Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais 2009. O mercado de Bi de litros, Brasil é 4º maior produtor de água engarrafada. [acesso 18 Mai 2009]. Disponível em: http://www.abinam.com.br/site/mercado.asp?pg=av_05
34. Mavridou A. Study of the bacterial flora of a non-carbonated natural mineral water. J Appl Bacteriol. 1992 [cited 2009 May 22];73:355-61. Available from: cat.inist.fr/?amodele=affiche&cpsid=4355258
35. Nascimento AR, Souza, KMC. Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís. Rev Hig Alimentar. 2000;14(76):69-72.
36. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial 1997. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Água mineral em garrações de 20L. [acesso 17 Mai 2009]. Disponível em: www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/garrafoes.asp
37. Stickler DJ. Microbiology of bottled natural mineral waters. J Royal Soc Health. 1989;109(4):118-24.
38. Ramalho R, Afonso A, Cunha J, Teixeira P, Gibbs PA. Survival characteristics of pathogens inoculated into bottled mineral water. Food Control. 2001;12:311-6.
39. Alves NC, Odorizzi AC, Goulart FC. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. Rev Saúde Pública. 2002 [acesso 22 Mai 2009];36(6):749-51. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rsp/v36n6/13531.pdf
40. Guimarães APRC. Avaliação Microbiológica de amostras de água mineral natural, sem gás, envasadas, comercializadas em Goiânia-GO. Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás. 2006 [acesso 20 Mai 2009]. Disponível em: www.iptsp.ufg.br/posgraduacao/concluintes/pdf/AnaPaula-2006.pdf
41. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 518, de 25 de março 2004. [acesso 20 Mai 2009]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/comentarios_port_518_2004.pdf

Recebido em: 1 de abril de 2013.

Versão atualizada em: 4 de junho de 2013.

Aprovado em: 20 de junho de 2013.