



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Qualidade das Águas Minerais Comercializadas na Cidade de Teófilo Otoni – MG: Um Risco Para a População.

Área Temática: Engenharia e Sustentabilidade

Angelo, L. V. Santos¹, Eliane A. Barroso², Felipe S. Moreira³, Jéssica N. F. Chagas⁴, Kele A. C. Vespermann⁵, Luma R. Blanc⁶, Thuanny S. X. Santos⁷, Andrea Manchester⁸, Jairo L. Rodrigues⁹, Cleide A. Bomfeti¹⁰

¹ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – angeloluiz22@hotmail.com

² Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – elianeabarroso@gmail.com

³ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – felipemoreiraufvjm@gmail.com

⁴ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – jessicanayarasl@gmail.com

⁵ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – kelevespermann@gmail.com

⁶ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – lumablanc@gmail.com

⁷ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – thuanny_sxs@hotmail.com

⁸ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – andrea.manchester@ufvjm.edu.br

⁹ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – jairo.rodrigues@ufvjm.edu.br

¹⁰ Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus do Mucuri, Teófilo Otoni – MG – cleide.bomfeti@ufvjm.edu.br

Resumo

A perda progressiva da qualidade da água de redes públicas levou ao crescimento do consumo de águas minerais, devido a crescente preocupação da sociedade com padrões de qualidade de vida e de melhores condições de saúde. Neste trabalho foram analisadas sete marcas de águas minerais envazadas de 500 e 510 mL, comercializadas na cidade de Teófilo Otoni – MG, com o objetivo de verificar se os padrões de qualidade dessas águas estão de acordo com as legislações vigentes, não comprometendo assim, a saúde da população que as consomem. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. As análises físico-químicas realizadas foram pH, turbidez e oxigênio dissolvido, além da análise espectrofotométrica de Ferro. As análises microbiológicas foram realizadas utilizando os métodos da membrana filtrante e dos tubos múltiplos, a fim de verificar a contaminação por



coliformes totais e termotolerantes. Das sete marcas analisadas, duas apresentaram não conformidade com as legislações vigentes, evidenciando um risco a saúde pública.

Palavras-chave: Qualidade da água; Saúde pública; Contaminação.

1 Introdução

A água é um recurso essencial para a sobrevivência das espécies e manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Grande parte das atividades antropogênicas necessita de água, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos presentes na sociedade. Este é um recurso natural inerente a todos os seres vivos, seja como componente bioquímico, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário (GOMES, 2011).

Embora a água seja um bem de suma importância, ainda existem deficiências no cumprimento e fiscalização das políticas públicas brasileiras, além do descaso e inércia da sociedade em preservar seus recursos naturais. Esse descompromisso vem intensificando a degradação dos cursos d'água, por meio do desmatamento de matas ciliares, lançamentos de efluentes e resíduos sólidos no leito dos rios, exploração inadequada de nascentes e ocupação irregular em suas margens.

A importância da preservação da água é evidenciada pela sua distribuição, quantidade e disponibilidade. O planeta é constituído por aproximadamente 29% de terras emersas e 71% de água, em que 97,3% são de águas salgadas e 2,7% são de águas doces. Das águas doces, 22,4% são águas subterrâneas, 0,35% lagos e pântanos, 0,01% rios, 0,04% estão na atmosfera e 77,2% em geleiras e calotas polares (CARVALHO e SILVA, 2006).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2006) a escassez de água já afeta todos os continentes. Cerca de 1,2 bilhão de pessoas, ou quase um quinto da população mundial vive em áreas de escassez física e 500 milhões de pessoas estão se aproximando dessa situação. Outros 1,6 bilhão de pessoas, ou quase um quarto da população mundial, enfrentam escassez de água econômica em que os países não possuem infraestrutura necessária para captar água de rios e aquíferos.

O Brasil ocupa posição privilegiada no cenário mundial contando com 12% das reservas de água doce do planeta, entretanto, observa-se que a distribuição de suas águas se dá de forma desproporcional, demográfica e regionalmente. Essa condição é verificada comparando-se a abundância de água na Bacia Amazônica, que corresponde às regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste (CARVALHO e SILVA, 2006; VIEIRA, 2011).

Aproximadamente metade das pessoas dos países em desenvolvimento sofrem problemas de saúde causados por água de má qualidade e pela precariedade no sistema de saneamento básico. Juntos eles são a segunda maior causa de mortes de crianças no mundo (ONU, 2010). No Brasil o saneamento é gerenciado de forma ineficaz, sobretudo à coleta e tratamento de efluentes. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008) apenas 55,2% dos municípios brasileiros tem serviço de esgotamento sanitário e somente 28,5% fazem tratamento do esgoto coletado.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

A água pode representar um importante veículo de transmissão de doenças hídricas, que podem ser originadas de excretas humanas e de animais ou mesmo pela presença de substâncias químicas nocivas aos seres vivos. Cerca de 60% das internações anuais, no Brasil, é resultado da falta de saneamento e 30% das mortes de crianças com menos de um ano ocorrem por diarreia. No mundo são quatro milhões de casos de diarreia por ano, enquanto 72% das internações em hospitais são de pacientes vítimas de doenças de origem hídrica (MACEDO, 2001; FILHO E DIAS, 2008).

O Ministério da Saúde destaca algumas das principais doenças provenientes da contaminação da água, dentre elas a cólera, febre tifóide, hepatite A, giardíase, criptosporidiose, amebíase, esquistossomose e diarreia, causadas pelos seguintes agentes patogênicos: *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, vírus VHA, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*, *Schistosoma mansoni* e *Escherichia coli* patogênica, respectivamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Nos Estados Unidos, entre 1981 e 1988, o uso de água subterrânea, não submetida a nenhum tratamento prévio, foi responsável por 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica. Já entre novembro de 1992 a fevereiro de 1993 ocorreu um surto de criptosporidiose na Inglaterra, onde foi possível associar o consumo da água da fonte subterrânea não tratada ao aparecimento da enfermidade (CRAUN, 1991; AMARAL et al., 2003).

A crescente preocupação da sociedade com padrões de qualidade de vida e de melhores condições de saúde são também decorrentes da perda progressiva da qualidade da água de redes públicas, levando ao crescimento do consumo de águas minerais. Esse aumento também pode ser explicado devido aos frequentes sabores e odores causados pela adição de flúor e cloro nas águas de abastecimento público e pela crescente desconfiança dos usuários quanto à qualidade dessas águas no Brasil. Além disso, a população agrega à água mineral, um alto grau de pureza, propriedades medicinais e terapêuticas (EIROA et al., 1996; CARDOSO, 2003; SANT’ANA et al., 2003; GIACOMETTI et al., 2005; TRANCREDI et al., 2006).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2000) define água mineral natural como: “água obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captada, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais (composição iônica) e pela presença de oligoelementos e outros constituintes”.

Segundo a Associação Internacional de Águas Engarrafadas, o Brasil ocupou a 4ª posição no ranking mundial de produtores de água mineral, com 6,8 bilhões de litros produzidos e consumidos no Brasil em 2007. Países como Itália, Alemanha, França e Espanha consomem menos que o mercado brasileiro. Em 2007 foram consumidos 206 bilhões de litros de água, tendo um faturamento de US\$ 100 bilhões. A expansão desse mercado também pode ser visualizada pela compensação financeira de recursos minerais arrecadados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), vinculado ao Ministério de Minas e Energia, que totalizou cerca de R\$ 857 milhões em 2008, 50% mais elevado se comparado a 2007 (ABINAM, 2009).

O consumo de água mineral está supostamente ligado a um estilo de vida saudável e seguro, entretanto, são relatados casos de distúrbios gastrintestinais devido ao consumo dessas águas. Um relato importante foi um surto de cólera ocorrido em Portugal em 1974, onde aproximadamente 3000 pessoas foram afetadas devido ao consumo de água mineral engarrafada não carbonada. Tais fatos comprovam a exposição da saúde da população a riscos



9º

ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

provenientes do consumo de águas minerais com qualidade microbiológica duvidosa, denotando a importância de estudos que assegurem um produto isento de contaminação (GONZALEZ et al., 1987; COWMAN e KELSEY, 1992; HUNTER, 1993; WARBURTON, 1993; SANT’ANA et al., 2003).

Também é possível por meio da avaliação química e físico-química constatar anormalidades em fontes de águas. Os parâmetros que não obedecerem aos padrões de qualidade da água previstos nas legislações vigentes podem comprometer a vida de muitos seres vivos que tem acesso direto e indireto a essas águas. Valores alterados do pH da água, por exemplo, podem resultar em irritação nos olhos, pele, membranas mucosas e irritações gastrointestinais em humanos (WHO, 2003).

A presença de metais em altas concentrações nos corpos de água tem apresentado fator de risco à saúde pública. O Ferro, por sua vez, desempenha importantes funções no metabolismo humano, sendo necessário, principalmente, ao transporte e armazenamento de oxigênio, conversão de ribose a desoxirribose, reações de liberação de energia na cadeia de transporte de elétrons e várias outras reações metabólicas essenciais, mas em sua maior parte na produção de hemoglobina. A sua carência pode causar anemia e o seu excesso acumula-se principalmente no fígado, pâncreas e coração, podendo aumentar a incidência de problemas cardíacos, diabetes, hemocromatose, cirrose hepática e outras complicações, pois o homem tem capacidade limitada para excretar o excesso de ferro (COOK et al., 1992; PAIVA et al., 2000; SIQUEIRA, 2009).

O Brasil é o quarto maior envasador de água mineral do mundo e também um expressivo mercado consumidor dessas águas, mas apresenta uma deficiência na fiscalização dos padrões de qualidade das mesmas. Em função do alto consumo de água mineral no Brasil, e em consequência, na região do Vale do Mucuri, o objetivo deste trabalho foi diagnosticar e avaliar os padrões de qualidade das águas minerais comercializadas na cidade de Teófilo Otoni – MG, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas. Para isso, foram realizadas análises de pH, turbidez, oxigênio dissolvido, Ferro, presença de coliformes totais e termotolerantes. Ao confirmar a contaminação em determinadas marcas de água mineral será possível a divulgação em meio científico, alertando o mercado consumidor e a comunidade acadêmica sobre os riscos de contaminação, e também as próprias empresas envasadoras dessas águas, impulsionando-as a se adequarem aos padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações vigentes.

2 Metodologia

As amostras analisadas foram adquiridas em estabelecimentos comerciais do município de Teófilo Otoni - MG, totalizando sete marcas de águas minerais embaladas em recipientes de 500 e 510 mL (A, B, C, D, E, F e G). Todas as amostras foram armazenadas conforme a legislação estabelece e apresentavam-se dentro do prazo de validade.

2.1 Parâmetros físico-químicos e determinação de ferro

As análises dos parâmetros físico-químicos e a determinação espectrofotométrica de Ferro (Fe) foram realizadas no Laboratório de Química do ICET-UFVJM. Para a determinação do potencial hidrogeniônico (pH), do oxigênio dissolvido e da turbidez das amostras de águas minerais analisadas foram utilizados os seguintes equipamentos: potenciômetro (peagâmetro),



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

modelo DM-22; oxímetro, modelo DM-4P; e turbidímetro, modelo HI 98703, respectivamente (MACEDO, 2003).

Para determinação de Ferro foi utilizado o Espectrofotômetro, modelo UV-2601. Para isso, construiu-se uma curva de calibração com padrões de Fe e o preparo das amostras procedeu na seguinte sequência: 5 mL de amostras ou de solução padrão, com adição de 300 µL de HCl 20% v/v, 500 µL de H₂O₂ 3% v/v e 500 µL de KSCN 10%, para posterior leitura no Espectrofotômetro a 510 nm. Após leitura, foi construída a curva analítica e então determinados os níveis de Fe (II) utilizando o padrão branco e as demais amostras-padrão, conforme o método proposto por SIQUEIRA (2009). No tratamento estatístico dos dados foi utilizado o software de uso comercial EXCEL 2010.

2.2 Parâmetros microbiológicos

As análises dos parâmetros microbiológicos foram realizadas no Laboratório de Biologia do ICET-UFVJM. Primeiramente foi utilizada a técnica da membrana filtrante e posteriormente a técnica dos tubos múltiplos, conforme estabelecido pelo Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006).

Para a determinação de coliformes totais e termotolerantes, um volume de 100 mL de cada amostra foi filtrado através de uma membrana filtrante estéril de 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de porosidade, utilizando um equipamento de filtração acoplado a uma bomba de vácuo. A membrana filtrante foi transferida assepticamente para a superfície do meio M-Endo Agar Lês em placas de Petri, com incubação a 35 °C durante 48 horas. Como controle negativo, 100 mL de água destilada esterilizada foram filtrados, antes e após a filtração de cada amostra. As colônias típicas de coliformes apresentaram-se com coloração rosa a vermelho-escura, com brilho verde metálico.

As amostras que apresentaram crescimento bacteriano no meio M-Endo Agar Lês na técnica da membrana filtrante foram submetidas ao teste dos tubos múltiplos, Um mL de cada amostra de água mineral foi diluída em solução salina (0,85% de NaCl), totalizando três diluições. Para cada diluição foi retirado um mL da solução e inoculado no meio de cultura caldo Lauril Triptose Sulfato (LST) contido em tubos de ensaio com tubo de Duhran invertido em seu interior, totalizando três repetições para cada diluição. Os tubos foram incubados a 35° C por 48 horas. Após incubação, aqueles tubos que apresentaram resultado positivo, ou seja, turvação do meio de cultura e formação de gás dentro do tubo de Duhran foram inoculados em caldo Verde Brilhante (VB) e caldo *Escherichia coli* (EC), para confirmação de coliformes totais e coliformes termotolerantes, respectivamente. Para tanto, retirou-se uma alíquota de cada tubo considerado positivo com o auxílio de uma alça de platina e alçou em tubos contendo os meios de cultura acima citados sendo os mesmos incubando a 35° C e 45° C por 48 horas, respectivamente. Após a incubação verificou-se a formação de gás no interior do tubo de Duhran e turvação do meio de cultura, tomando como positivos os tubos que apresentaram tais características.

Os resultados foram expressos em Número Mais Provável por mL (NMP/mL) e calculados com auxílio da tabela do NMP fornecida pelo Manual Prático de Análise de Água (BLODGERT, 2003).

3 Resultados e Discussão



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

As 7 marcas comerciais de água mineral (A, B, C, D, E, F e G) foram selecionadas, uma vez que são facilmente encontradas para venda no município de Teófilo Otoni. Os principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram avaliados e comparados com a legislação vigente, permitindo um detalhamento da qualidade da água mineral consumida pela população desse município.

Das 7 marcas analisadas, duas são de empresas localizadas no estado de São Paulo (A e C) e cinco no estado de Minas Gerais (B, D, E, F e G) o que demonstra que a comercialização desses produtos atinge dois estados com grande densidade demográfica. Das águas analisadas duas apresentaram contaminação bacteriológica e uma alteração do pH, representando assim, irregularidades em 28,6% das amostras avaliadas.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores preconizados para os parâmetros de pH e Ferro (Fe) segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Para o parâmetro de Turbidez o valor estabelecido está de acordo com a Resolução - RDC 54/2000, que dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da Água Mineral Natural e Água Natural.

Tabela 1 - Valores máximos preconizados para pH, turbidez e Ferro.

Parâmetros	VMP*
pH	6,0 a 9,5
Turbidez	3 NTU
Ferro	0,3 mg L ⁻¹

VMP* = Valores Máximos Preconizados.

A curva analítica de Fe construída a partir das soluções-padrão resultou na equação e no coeficiente de correlação linear apresentados na Figura 1.

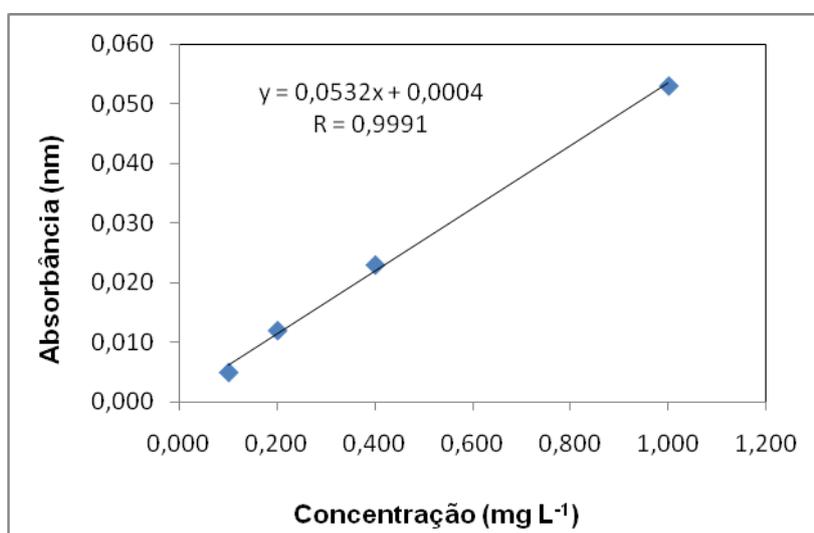


Figura 1 - Curva analítica de Fe (II) via Espectrofotometria UV-Vis.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos estão apresentados na Tabela 2, que comparados com os dados da Tabela 1 não apresentaram alterações, exceto para água mineral D (MG) que apresentou pH menor que 6,0. Alterações do pH podem resultar em irritação dos olhos, pele, membranas mucosas e irritação gastrointestinais (WHO, 2003).

Não foi possível identificar alterações no parâmetro de Oxigênio Dissolvido (OD) devido à ausência de padrões permitidos nas Leis que regem o controle de águas potáveis.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros físico-químicos de águas minerais dos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Águas Minerais	Estado	Parâmetros Físico-Químicos			
		pH	OD (mg L ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Ferro (mg L ⁻¹)
A	SP	7,570	6,433	0,060	0,086
B	MG	6,540	7,933	0,070	0,049
C	SP	7,920	8,100	0,110	0,068
D	MG	5,220	7,350	0,050	0,068
E	MG	7,580	7,967	0,220	0,068
F	MG	7,500	8,350	0,100	0,068
G	MG	7,540	8,350	0,080	0,049



A ANVISA estabelece através da RDC nº 54/2000 que em fonte, poço ou local de surgência e na sua comercialização, a água mineral natural não deve apresentar risco à saúde do consumidor (ausência de microrganismos patogênicos). Apresentando concentração máxima de 1,1 NMP/100 mL de coliformes totais ou ausência do mesmo, bem como ausência de coliformes termotolerantes em amostras de água mineral.

Ao avaliar a qualidade microbiológica das sete marcas de águas minerais comerciais detectou-se a não conformidade com a legislação vigente. Na Tabela 3 é apresentada a indicação de contaminação bacteriana das amostras submetidas ao teste da membrana filtrante.

Tabela 3 - Indicação de contaminação bacteriana de águas minerais adquiridas no município de Teófilo Otoni – MG.

Parâmetros Microbiológicos Técnica da Membrana Filtrante		
Águas Minerais	Estado	Contaminação
A	SP	Presente
B	MG	Ausente
C	SP	Ausente
D	MG	Presente
E	MG	Ausente
F	MG	Ausente
G	MG	Ausente

Das amostras analisadas detectou-se contaminação bacteriana nas marcas, A e D. De acordo com o método realizado, as colônias observadas não apresentaram características típicas de *E. coli*, coloração rosa a vermelho-escura, com brilho verde metálico. Dessa forma, foi necessário o uso da técnica dos Tubos Múltiplos para verificação da presença de coliformes totais e termotolerantes, grupos nos quais está presente a *E. coli*, principal indicador de contaminação fecal. Os resultados desse novo teste estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados da Técnica dos Tubos Múltiplos expressa em NPM/mL, com a identificação de contaminação por coliformes totais e termotolerantes.

Técnica dos Tubos Múltiplos		
Águas Minerais	Estado	NPM/mL
A	SP	0
D	MG	>1100

Com a técnica dos Tubos Múltiplos foi verificada a contaminação por coliformes totais e termotolerantes na amostra D. Nos testes presuntivo (LST) e confirmativos (EC e VB), os resultados de contagem de coliformes totais e termotolerantes foram maiores 1100 NPM/mL. Como as bactérias encontradas estão presentes no trato gastrointestinal de animais de sangue quente, fica evidenciada uma contaminação dessa água por agentes externos. Essa alteração pode ser explicada pela indevida higienização na fonte, no envase, no transporte e/ou no armazenamento.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Outro aspecto a ser ressaltado é a resistência da *E. coli* em água mineral. Estudos realizados por WARBURTON et al. (1998), com a *E. coli* 0157:H7 inoculada em água engarrafada, mostraram que a bactéria pode sobreviver por mais de 300 dias em garrafas de vidro ou de plástico. JAYASEKARA et al. (1998) relatou que as bactérias dessa espécie podem aderir à superfície interna das garrafas e alcançar densidades de 10^7 células/cm², com evidências de formação de microcolônias. Esse fato permite explicar a sobrevivência desses microrganismos por um longo tempo em água engarrafada (SANT’ANA et al., 2003).

Os resultados obtidos através da técnica dos Tubos Múltiplos com a amostra A evidenciaram que não houve contaminação por coliformes totais e termotolerantes. Apesar de ter sido verificado contaminação com o teste da Membrana Filtrante, essa interferência pode ser explicada pelo crescimento de outros grupos de bactérias, que por se tratar de um teste presuntivo para a detecção de coliformes, não foi possível a detecção do grupo bacteriano contaminante presente nessa amostra de água.

De acordo com a Resolução RDC nº 275/2005, para a comercialização de águas minerais devem ser feitos testes microbiológicos para a detecção de *E. coli*, coliformes termotolerantes, coliformes totais, *Enterococos*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Clostridium perfringens*. Desses foram realizados nas amostras de água mineral testes para detecção de *E. coli*, coliformes termotolerantes e coliformes totais, os demais testes estão sendo implantados para a identificação de outros grupos de possíveis bactérias presentes em águas. Assim será possível averiguar o grupo das bactérias encontradas na amostra A.

Prováveis soluções para a redução da contaminação microbiana em águas minerais seriam os métodos químicos (cloração e ozonização) ou físicos (alta temperatura), porém a legislação brasileira não permite que tais métodos sejam utilizados, devido à definição de água mineral. Um método permitido e muito aplicado é a carbonatação, pois o CO₂ apresenta efeito bactericida ao reduzir o pH da água. Mas tal procedimento deve estar especificado de forma clara no rótulo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000; SANT’ANA et al., 2003).

As águas minerais contaminadas, por se tratarem de marcas provenientes dos estados de São Paulo e Minas Gerais, detentoras de 34% e 7 % da produção nacional, respectivamente, não estão disponíveis somente à população de Teófilo Otoni – MG, mas abrangem um contingente populacional significativo que está vulnerável a possíveis doenças de veiculação hídrica (CPRM, 2012).

A diarreia, cólera, hepatite A, entre outras, são doenças provenientes da contaminação da água. Frequentemente, pessoas que consomem águas minerais pressupõem que essas estejam livres de contaminação e não correlacionam essas doenças ao consumo de águas envasadas, por se tratarem de águas que aparentam boa qualidade.

Desta forma, a população está exposta a um risco contínuo de contaminação pelo consumo da água, devido à mesma ser um bem essencial à sobrevivência humana. Essa problemática pode ser evitada se houver intervenção das autoridades competentes.

4 Conclusões

Das 7 amostras de água mineral avaliadas, uma apresentou alteração de pH (amostra D) e duas apresentaram contaminação bacteriana pelo método da membrana filtrante (A e D).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Na amostra D foi constatada a contaminação por coliformes totais e termotolerantes, grupos nos quais está presente a *E. coli*, principal indicador de contaminação fecal, e na amostra A, futuros estudos irão identificar o grupo bacteriano contaminante.

De acordo com as normas estabelecidas pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e com a Resolução RDC 54/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que prevê os padrões de qualidade para águas mineral e potável, as águas A e D frequentemente consumidas na região de Teófilo Otoni – MG podem oferecer risco de veiculação de doenças hídricas devido a grande população atingida.

Como uma parcela significativa das amostras apresentaram-se em desacordo com as legislações vigentes, outros estudos serão feitos com um maior número de marcas, abrangendo outras regiões do estado de Minas Gerais. Posteriormente a esses estudos será elaborado um relatório técnico a ser apresentado às autoridades competentes, a fim de resguardar a saúde da população.

O município de Teófilo Otoni por estar localizado em uma região com significativos problemas socioeconômicos, sendo um deles a escassez e a má qualidade da água, encontra no consumo de águas minerais uma alternativa para amenizar esse problema. Assim, fica evidente no presente estudo, que investigações acerca da qualidade das águas minerais consumidas nessa região são essenciais para alertar à população sobre possíveis contaminações existentes nessas águas.

Este estudo tornou-se possível por meio dos financiamentos das seguintes instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Movimento Pró-Rio Todos os Santos e Mucuri (MPRTSM).

5 Referências Bibliográficas

AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S., *Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais*. Revista Saúde Pública, 2003, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁGUAS MINERAIS (ABINAM). *O mercado de 7 bilhões de litros*, 2009. Disponível em: <http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=71>. Acesso em: 23/06/2012.

BLODGERT, R., *Most Probable Number from Serial Dilutions*. Bacteriological Analytical Manual. Appendix II, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 54, de 15 de junho de 2000. *Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água Mineral Natural e Água Natural*. Diário Oficial da União. Brasília, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. *Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural*. Diário Oficial da União. Brasília, 2005.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Serviço Geológico do Brasil, *A indústria brasileira de água mineral*. Disponível em: <www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1386&sid=46>. Acesso em: 14/08/2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. *Normas de qualidade da água para consumo humano*. Diário Oficial da União, Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Série A. *Normas e Manuais Técnicos: Inspeção sanitária em abastecimento de água*. Brasília, DF, 2006. 84 p.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"

CARDOSO, C. C. *Avaliação microbiológica de um processo de sanificação de galões de água com a utilização de ozônio*. Ciênc. Tecnol. Alim., Campinas, v.23, n.1, p. 59-61, 2003.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B., *Hidrologia – Capítulo 1*, Agosto, 2006. Disponível em: <www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap1-INTRO.pdf>. Acesso em: 21/06/2012.

COOK J. D., BAYNES R. D., SKIKNE B. S., *Iron deficiency and the measurement of iron status*. Nutrition Research Reviews (1992), 5, 189-202.

COWMAN, S.; KELSEY, R. 1992. Bottled water. In: VANDERZANT C., SPLITTSTOESSER, D. F., editors. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. Washington DC, USA. American Public Health Press. p. 1031-1036.

CRAUN, G. F., *Causes of waterborne diseases in the United States*. Water Sci Technol 1991; 24:17-20.

EIROA, M. N. U.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA N. F. A., *Avaliação microbiológica de linhas de capacitação e engarrafamento de água mineral*. Ciência e Tecnologia de Alimentos 1996; 16(2):165-9.

FILHO, A. F.; DIAS, M. F. F. *Qualidade microbiológica de águas minerais em galões de 20 litros*. Alim. Nutr., Araraquara. V.19, n. 3, p. 243-248, jul./set. 2008.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual prático de análise de água*. 2ª ed. Brasília, DF, 2006.146 p.

GIACOMETTI, L.; MUTTON, M. J. R.; AMARAL, L. A., *Qualidade microbiológica de águas minerais no município de Jaboticabal*, SP. Hig. Alim., v.19, p.58-62, 2005.

GOMES, M. A. F., *Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã*. Março, 2011. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: 21/06/2012.

GONZALEZ, C.; GUTIERREZ, C.; GRANDE, T., *Bacterial flora in bottled uncarbonated mineral drinking water*. Can. J. Microbiol., v. 33, p. 1120-1125. 1987a.

HUNTER, P. R., *A review: the microbiology of bottled natural mineral waters*. J. Appl. Bacteriol. v. 74, p. 345-352. 1993.

JAYASEKARA, N. Y.; HEARD, G. M.; COX, J. M.; FLEET, G. H., *Populations of pseudomonads and related bacteria associated with bottled non-carbonated mineral water*. Food Microbiology, v. 15, p. 167-176. 1998.

MACEDO. J. A. B., *Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas*. 2. ed. Belo Horizonte. MG, 2003. 450 p.

MACEDO, J. A. B., *Águas & águas*. São Paulo: Varela, 2001. 263p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), *Water for Life Decade: The human right to water and sanitation*. Comentário Geral n° 15. O direito à água. Comitê da ONU sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, Novembro, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), *Water for Life Decade: Water scarcity*. Relatório de Desenvolvimento Humano, UNDP, 2006.

PAIVA, A. A.; RONDÓ, P. HC; GUERRA-SHINOHARA, E. M., *Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro*. Revista de Saúde Pública, v.34, n.4, agosto, 2000.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PNSB). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoedevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: Julho de 2011.

SANT'ANA, A. S; SILVA, S. C. F. L.; FARANI JÚNIOR, I. O.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F., *Qualidade microbiológica de águas minerais*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 23(Supl): 190-194, dez. 2003.



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

SIQUEIRA, L. F. S.; COSTA NETO, J. J. G.; ROJAS, M. O. A. I., *Determinação de ferro (II) em água do mar pelo sistema Fe (II)/ KSCN via espectrometria do UV-Vis: uma alternativa prática e de baixo custo.* Universidade Federal do Maranhão, São Luis – MA, 2009.

TRANCREDI, R. C. P.; MORAES, O. M. G.; MARIN, V.A., *Considerações sobre o controle de águas minerais consumidas pela população da cidade do Rio de Janeiro.* Nutrição Brasil - janeiro/fevereiro 2006.

VIEIRA, P. R., *Água e desenvolvimento.* Agência Nacional das Águas (ANA), 2011.

WARBURTON, D. W., *A review of the microbiological quality of bottled water sold in Canada. Part 2- The need for more stringent standards and regulations.* Can. J. Microbiol. v. 39, p. 158-168. 1993.

WARBURTON, D. W.; AUSTIN, J. W.; HARRISON & SANDERS, G. *Survival and recovery of Escherichia coli 0157:H7 in inoculated bottled water.* J. Food Prot. v. 61, n. 8, p. 948-952. 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), *pH in Drinking-water - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.* Geneva, 2003.