

Análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água mineral
Physicochemical and microbiological analyzes of mineral water samples
Análisis fisicoquímico y microbiológico de muestras de agua mineral

Recebido: 10/07/2020 | Revisado: 20/07/2020 | Aceito: 21/07/2020 | Publicado: 02/08/2020

Kelly de Freitas Maro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5418-865X>

Universidade Federal de São João del Rei, Brasil

E-mail: kefmaro@gmail.com

Christiano Vieira Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4182-0772>

Universidade Federal de São João del Rei, Brasil

E-mail: christiano@ufsj.edu.br

Mateus da Silva Junqueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6878-9226>

Universidade Federal de São João del Rei, Brasil

E-mail: mateusjunqueira@ufsj.edu.br

Maria Clara Coutinho Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6769-4623>

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

E-mail: clara.macedosl@hotmail.com

Luana Sousa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9518-5911>

Universidade Federal de São João del Rei, Brasil

E-mail: luana.sousa@ufsj.edu.br

Resumo

A água de abastecimento público do município de Sete Lagoas (MG) é caracterizada como dura devido às características calcárias do subsolo, gerando um sabor desagradável e ocasionando um elevado consumo de água mineral engarrafada. A grande variedade de marcas disponíveis no município gera questionamentos sobre a qualidade das mesmas. Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e verificar as informações de rotulagem em amostras de água mineral envasadas em volume de

20 litros comercializadas no município de Sete Lagoas-MG. Foram em analisadas em triplicata 18 amostras diferentes. A determinação de coliformes totais, termotolerantes, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* foi realizada através da técnica do Número Mais Provável (NMP) e a contagem de *Enterococcus* sp. pelo método da membrana filtrante. As análises de dureza e alcalinidade total foram realizadas pelo método volumétrico com indicador visual, a concentração dos minerais (cálcio, magnésio, sódio e potássio) por espectrometria de absorção atômica e a medida de pH utilizando um medidor de pH. Verificou-se que oito amostras apresentaram-se impróprias para o consumo, sendo que, sete apresentaram contaminação por *Enterococcus* sp. e três por *P. aeruginosa*. O pH, a dureza e a alcalinidade estavam de acordo com os padrões estabelecidos para águas potáveis. Para a maioria das amostras os valores encontrados para os minerais analisados variaram bastante quando comparados com o declarado no rótulo. Concluiu-se que algumas marcas estavam em desacordo, seja por questão microbiológica ou físico-química. Fiscalização, análises periódicas e aplicação de boas práticas são fundamentais para que sejam fornecidas água mineral de qualidade adequada para o consumo humano.

Palavras-chave: Água envasada; Legislação; Qualidade; Contaminação; Rótulo.

Abstract

The public water supply in the municipality of Sete Lagoas (MG) is characterized as hard due to the limestone characteristics of the subsoil, generating an unpleasant taste and causing a high consumption of bottled mineral water. The wide variety of brands available in the municipality raises questions about their quality. Thus, this study aimed to evaluate the physical-chemical, microbiological characteristics and verify the labeling information in mineral water samples filled in a volume of 20 liters sold in the municipality of Sete Lagoas-MG. Eighteen different samples were analyzed in triplicate. The determination of total, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* was performed using the Most Probable Number (NMP) technique and *Enterococcus* sp. by the filter membrane method. The analysis of hardness and total alkalinity were performed by the volumetric method with visual indicator, the concentration of minerals (calcium, magnesium, sodium and potassium) by atomic absorption spectrometry and the pH measurement using a pH meter. It was found that eight samples were unsuitable for consumption, and seven showed contamination by *Enterococcus* sp. and three by *P. aeruginosa*. The pH, hardness and alkalinity were in accordance with the standards established for drinking water. For most samples, the values found for the analyzed minerals varied considerably when compared to

what was stated on the label. It was concluded that some brands were at odds, whether for microbiological or physical-chemical reasons. Inspection, periodic analysis and application of good practices are essential to provide mineral water of adequate quality for human consumption.

Key words: Bottled water; Legislation; Quality; Contamination; Label.

Resumen

El suministro público de agua en el municipio de Sete Lagoas (MG) se caracteriza por ser duro debido a las características de la piedra caliza del subsuelo, lo que genera un sabor desagradable y provoca un alto consumo de agua mineral embotellada. La gran variedad de marcas disponibles en el municipio plantea dudas sobre su calidad. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y verificar la información de etiquetado en muestras de agua mineral llenadas en un volumen de 20 litros vendidos en el municipio de Sete Lagoas-MG. Dieciocho muestras diferentes fueron analizadas por triplicado. La determinación de coliformes termotolerantes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* se realizó utilizando la técnica de Número más probable (NMP) y *Enterococcus* sp. por el método de membrana de filtro. El análisis de dureza y alcalinidad total se realizó mediante el método volumétrico con indicador visual, la concentración de minerales (calcio, magnesio, sodio y potasio) mediante espectrometría de absorción atómica y la medición del pH utilizando un medidor de pH. Se encontró que ocho muestras no eran aptas para el consumo, y siete mostraron contaminación por *Enterococcus* sp. y tres por *P. aeruginosa*. El pH, la dureza y la alcalinidad estaban de acuerdo con los estándares establecidos para el agua potable. Para la mayoría de las muestras, los valores encontrados para los minerales analizados variaron considerablemente en comparación con lo que se indica en la etiqueta. Se concluyó que algunas marcas estaban en desacuerdo, ya sea por razones microbiológicas o físico-químicas. La inspección, el análisis periódico y la aplicación de buenas prácticas son esenciales para proporcionar agua mineral de calidad adecuada para el consumo humano.

Palabras clave: Agua embotellada; Legislación; Calidad; Contaminación; Etiqueta.

1. Introdução

A água é o maior constituinte do corpo humano, representando aproximadamente 70% do peso corporal, desempenha papel importante para o organismo, permitindo e participando

de diversas reações químicas para bom funcionamento do organismo (Wardlaw & Smith, 2013). Apesar da sua constituição simples, é fundamental para funções vitais, como a manutenção do volume plasmático, a condução de nutrientes, a excreção de substâncias inúteis ao organismo, o equilíbrio da temperatura corporal, participando ainda da digestão, da respiração, da atividade cardiovascular e renal, portanto, seu consumo diário é necessário à saúde (Philippi, 2015).

No Brasil, 90% da população tem acesso a água com padrão de potabilidade para consumo humano (ANA, 2019). Ainda assim o consumo de água mineral natural engarrafada tem crescido rapidamente e de forma contínua.

Segundo dados apurados nos Relatório Água Mineral (Assirati, 2017) a produção de água mineral envasada no Brasil em 2017 foi de 8,44 bilhões de litros. E o Brasil apresentou-se como o 5º maior mercado consumidor de água engarrafada do mundo, tendo consumido 21.935 bilhões de litros (Assirati, 2017). Sendo portanto também necessário a importação para atender ao mercado interno.

Em Sete Lagoas, município situado na região metropolitana de Belo Horizonte, a água captada para abastecimento público é de natureza incrustante e dura, devido à característica calcária do subsolo, apresentando altas concentrações de carbonato de cálcio (Botelho, 2008). De acordo com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), órgão responsável pela distribuição de água potável em todo o município, a água de abastecimento da cidade possui dureza total média em torno de 195 mg/L CaCO₃ (SAAE, 2017). Segundo Von Sperling, (2005) valores de dureza em determinadas concentrações fazem com que a água apresente sabor desagradável, efeitos laxativos e cause incrustações em tubulações. Essas características fazem com que a aceitabilidade da água para consumo de Sete Lagoas seja baixa (Sete Lagoas, 2009), impulsionando o consumo de água mineral natural envasada pela população.

Atualmente, existe uma variedade de marcas de águas minerais em embalagens de 20 litros no mercado setelagoano para atender a demanda da cidade, que possui atualmente a população estimada em 236.228 habitantes (IBGE, 2017). Aliada a essa grande variedade de marcas, surgem questionamentos sobre a procedência e qualidade.

O rótulo contém informações da procedência e das características da água e devem seguir as orientações da Portaria nº 470 de 1999 do Ministério de Minas e Energia, que visa à necessidade de instruir características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa, porém, isso pode não ser o suficiente para comprovar a qualidade final, visto que o declarado nem sempre é fiel à realidade do produto envasado.

Antes da captação, a água mineral possui uma microbiota natural que não apresenta riscos a saúde, mas a presença de patógenos ocasionada por falhas desde o processo de captação até a venda é preocupante (Reis, 2013). Devido a esse fato, o processo de industrialização e a comercialização devem seguir as boas práticas descritas no Regulamento Técnico RDC nº 173 de 2006 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece requisitos para garantir a proteção à saúde da população considerando que águas minerais naturais contaminadas podem causar doenças. As etapas das quais as águas são submetidas para a industrialização não devem alterar a sua composição original e produzir, desenvolver e agregar substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloque em risco a saúde do consumidor (Brasil, 2005a).

A ANVISA, considerando a necessidade de aperfeiçoamento do controle sanitário na área de alimentos e a proteção à saúde da população, aprovou em 2005 a Resolução RDC nº 275, que trata do regulamento técnico para a fixação das características microbiológicas para água mineral natural e água natural para consumo, estabelecendo o limite máximo para os micro-organismos que são utilizados como indicadores para condenar ou não amostras de água, sendo eles: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Enterococcus* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, Clostrídios sulfito-redutores e *Clostridium perfringens* (Brasil, 2005b). Segundo Sant’Ana et al. (2003), micro-organismos indicadores são utilizados para avaliar a qualidade do processamento e do produto final.

Para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade da água mineral natural também foi aprovado em 2005 o Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo (Resolução RDC nº 274), que determina o limite para substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, agrotóxicos, cianotoxinas, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção que representam riscos à saúde. Os parâmetros físico-químicos também são indicadores importantes para avaliar a qualidade da água. Eles permitem classificá-la por seu conteúdo mineral através dos íons presentes, determinar quantidades que representam risco à saúde e avaliar a origem e a concentração de poluentes (FUNASA, 2014).

Tratando-se de água para consumo humano, existe a necessidade de seu conteúdo ser livre de quaisquer organismos capazes de provocar deterioração e enfermidades e de quaisquer substâncias que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais á saúde (Richter & Azevedo Netto, 1991). Neste sentido o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas e verificar a adequação da rotulagem das embalagens de amostras de diferentes marcas de água mineral comercializadas no município

de Sete Lagoas-MG e realizar a comparação dos resultados obtidos com os padrões das legislações vigentes.

2. Metodologia

Foram coletadas em triplicata, 18 amostras de água mineral de 18 marcas comercializadas em embalagens de 20 litros, no comércio do município de Sete Lagoas (MG). As amostras foram encaminhadas para análises aos Laboratórios de Análises de Alimentos e de Análises Microbiológicas de Alimentos da Universidade Federal de São João del-Rei (*Campus* Sete Lagoas) e Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Viçosa (*Campus* Viçosa) para realização das análises microbiológicas, físico-químicas e de rotulagem.

A coleta de amostras de água foi realizada de acordo com Kim & Feng (2001) citado por Silva *et al.* (2010). As análises microbiológicas foram realizadas em duplicata. A determinação de coliformes totais, termotolerantes, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* foi realizada através da técnica do Número Mais Provável (NMP) e a contagem de *Enterococcus* sp. pelo método da membrana filtrante, ambos os métodos executados de acordo com Rice *et al.* (2012). Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos para amostra indicativa da Resolução RDC nº 275, de setembro de 2005, que classifica como amostra condenada (rejeitada) a que apresentar valores acima dos limites para quaisquer uns dos micro-organismos descritos (Tabela 1).

Tabela 1: Características microbiológicas para amostra indicativa de água mineral natural e água natural, adaptada de Brasil (2005b).

Micro-organismo	Limites para amostra indicativa
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes, em 100 mL	Ausência
Coliformes totais, em 100 mL	
<i>Enterococcus</i> , em 100 mL	< 1,0 UFC; < 1,1 NMP ou ausência
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , em 100 mL	

Fonte: Autores.

As análises físico-químicas realizadas foram: a dureza e a alcalinidade total pelo método volumétrico com indicador visual (método, 187/IV), a concentração dos minerais (cálcio, magnésio, sódio e potássio) por espectrometria de absorção atômica (método, 394/IV) e o pH utilizando um medidor de pH (modelo mPA210 da marca MS Tecnoyon, método 017/IV), todas em triplicata e seguindo o manual de Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Águas minerais naturais possuem características diversas e não são estabelecidos padrões para estes parâmetros, sendo assim, os resultados obtidos foram comparados com os declarados no rótulo e com a Portaria nº 2914, de 2011 para observar se estão dentro dos limites especificados para qualidade de água para consumo humano.

Foram verificadas as informações descritas na rotulagem das embalagens de amostras de água para avaliar se os elementos informativos estavam de acordo com os estabelecidos pela Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que coliformes totais estavam abaixo do limite máximo permitido para todas as amostras. Verificou-se também ausência de coliformes termotolerantes e *E. coli* nas amostras de todas as marcas analisadas. Ritter & Tondo (2009) encontraram resultados similares ao analisar amostras de água comercializadas em Porto Alegre (RS), assim como Gusmão (2014) com amostras de Vitória da Conquista (BA). Lima *et al.* (2013), Zago *et al.* (2013) e Zan *et al.* (2013) avaliaram a qualidade de águas minerais comercializadas nos municípios de Teresina (PI), Tangará da Serra (MT) e Vale do Jamari (RO), respectivamente, e encontraram resultados fora do padrão estabelecido pela legislação.

Tabela 2: Resultados das análises microbiológicas de amostras de água mineral comercializadas no município de Sete Lagoas (MG).

Amostra	C. T.	C. Ter/ <i>E. C</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>Enterococcus</i>	Resultado
		NMP/100 mL			
1	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
2	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
3	< 1,1	Ausência*	< 1,1	61,0	Condenada
4	< 1,1	Ausência*	> 23	> 200	Condenada
5	< 1,1	Ausência*	< 1,1	1,0	Condenada
6	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
7	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
8	< 1,1	Ausência*	< 1,1	1,0	Condenada
9	< 1,1	Ausência*	1,1	< 1,0	Condenada
10	< 1,1	Ausência*	< 1,1	1,0	Condenada
11	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
12	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
13	< 1,1	Ausência*	< 1,1	1,0	Condenada
14	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
15	< 1,1	Ausência*	> 23	> 200	Condenada
16	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
17	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada
18	< 1,1	Ausência*	< 1,1	< 1,0	Aprovada

CT = Coliformes, CTER = Coliformes termotolerantes, *EC* = *Escherichia Coli*,
 *Considerando < 1,1 NMP/100 mL como ausência. Fonte:Autores.

A presença de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* não indica necessariamente contaminação fecal do produto, pois eles também são utilizados para indicar que houve falhas na linha de processamento (World Health Organization - WHO, 2011).

De acordo com a Tabela 2 as amostras 3, 4, 5, 8, 10, 13 e 15 apresentaram contagem de *Enterococcus* sp. acima do limite estabelecido pela legislação. Giacometti *et al.* (2005), Dias & Farache Filho (2008) e Reis (2013) também encontraram *Enterococcus* sp. acima do limite ao analisar amostras comercializadas em Jaboticabal (SP), Araraquara (SP) e Viçosa (MG), respectivamente. Sant'Ana *et al.* (2003) ao analisar amostras comercializadas em Vassouras (RJ), Guimarães (2006) em Goiânia (GO) e Andrade *et al.* (2012) em Goiânia e Anápolis (GO), obtiveram resultados dentro do limite estabelecido pela legislação. De acordo com a Tabela 2, duas amostras apresentaram contagens acima de 200 UFC/100 mL. Números elevados podem indicar práticas sanitárias inadequadas ou exposição a condições que permitam a sua multiplicação (Franco & Landgraf, 2008).

Três amostras (4, 9 e 15) apresentaram resultados acima do limite permitido para *P. aeruginosa*. Diversos estudos também obtiveram amostras fora do padrão como, Nascimento *et al.* (2000) ao analisar amostras de água comercializadas em São Luís (MA), Tancredi & Marins (2003) em amostras do Rio de Janeiro (RJ), Guimarães (2006) em amostras de Goiânia (GO), Coelho *et al.* (2010) em Recife (PE), Reis (2013) em Viçosa (MG) e Medeiros (2016) em Natal (RN). Sant'Ana *et al.* (2003) obtiveram resultados dentro do padrão em todas as amostras analisadas em Vassouras (RJ).

Entre as três amostras condenadas por *P. aeruginosa*, duas apresentaram contagens elevadas, acima de 23 NMP/100 mL. Fard (2007), ao analisar amostras de fontes do litoral de Santa Catarina com 45 e 90 dias de armazenamento igual ao feito pelos estabelecimentos comerciais e, Iwersen *et al.* (2009) em amostras de Curitiba e Morretes (PR) armazenadas por 180 dias, observaram que com o tempo de estocagem o número de *P. aeruginosa* teve um aumento significativo.

Contagens elevadas de *P. aeruginosa* são comuns em água engarrafada porque a superfície do plástico pode favorecer o crescimento microbiano e a formação de biofilmes (Jones *et al.*, 1999). Em estudos realizados por Bernardo (2009) e Pedrosa *et al.* (2014) no Rio de Janeiro (RJ), foram observadas a formação de biofilme composto por *P. aeruginosa* nas embalagens de água mineral. Costa (2016), verificando a formação de biofilme em diferentes superfícies, inoculou cepas em polipropileno, material dos galões, e observou a alta eficiência de adesão de *P. aeruginosa*. Segundo Oliveira *et al.* (2006), falhas no processo de higienização na indústria permitem que resíduos, quando aderidos em superfícies e em

equipamentos, interajam com os micro-organismos, permitindo o crescimento celular e a agregação de outros micro-organismos formando os biofilmes, assim esta associação confere maior resistência à ação de sanificantes e agentes físicos.

Sabioni & Silva (2006), ao analisar amostras comercializadas em Ouro Preto (MG), e Bernardo (2009) no Rio de Janeiro (RJ) observaram que a taxa e frequência de contaminação microbiana foi maior nas embalagens de 20 litros quando comparada a volumes menores. Isso pode estar relacionado ao fato dos galões de 20 litros serem retornáveis e poderem ser reutilizados por 3 anos (Brasil, 2008), o que os tornam possíveis fontes de contaminação do produto quando seu processo de limpeza é ineficiente (Sant'Ana *et al.*, 2003). Para reduzir a possibilidade de contaminação das águas por suas embalagens, medidas de controle devem ser adotadas como avaliação individual, rejeição das que comprometeriam o produto, desinfecção e cuidados no transporte e armazenamento das mesmas (Sabioni & Silva, 2006).

A Tabela 3 mostra que os valores médios de pH variaram de 5,54 a 7,27. Três amostras (1, 10 e 15) apresentaram pH básico mas próximos da neutralidade e as demais pH com tendência ácida, porém ao analisar o rótulo, apenas a amostra 10 declarava valor de pH básico. No Brasil as águas minerais apresentam variação significativa de pH, oscilando de 4,0 a 10,2 (Queiroz & Pontes, 2015). A variação está relacionada com as características geológicas do local de cada fonte (Santos *et al.*, 2016).

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas e comparação dos valores de pH declarados nos rótulos das amostras de água mineral comercializadas no município de Sete Lagoas (MG).

Amostra	pH			Dureza	Alcalinidade mg/L CaCO ₃
	Analisado	Declarado	Diferença		
1	7,27	6,52	+11,50%	35,57	43,67
2	5,95	5,55	+7,20%	25,22	13,67
3	6,13	5,26	+16,50%	19,40	11,67
4	5,93	5,94	-0,17%	20,69	14,33
5	6,55	6,38	+2,70%	50,44	51,33
6	6,44	6,51	-1,10%	47,21	53,00
7	5,78	4,94	+17,00%	11,64	14,67
8	5,58	5,69	-1,90%	12,29	10,00
9	5,55	5,69	-2,50%	12,29	10,67
10	7,13	7,21	-1,10%	79,54	109,00
11	5,81	5,26	+10,40%	24,57	11,67
12	6,34	6,55	-3,20%	47,21	51,67
13	5,83	5,26	+10,80%	17,46	10,00
14	5,91	6,41	-7,80%	35,57	44,00
15	7,04	5,18	+35,90%	38,15	52,00
16	6,59	6,38	+3,30%	50,44	49,67
17	5,54	5,55	-0,18%	10,99	11,00
18	6,30	6,52	-3,40%	24,57	42,00

Fonte: Autores.

A diferença entre os valores de pH nos mostra que apenas as amostras 4, 6, 10 e 17 apresentaram valores mais próximos dos declarados e que a amostra 15 foi a que apresentou valor mais discrepante (Tabela 3). Apesar das disposições da Portaria nº 2.914 de 2011 não se aplicarem a água mineral natural, a faixa de pH encontrada está próxima do estabelecido para pH de água para consumo humano que é de 6,0 a 9,5.

Na análise de dureza total foi possível observar que apenas a amostra 10 pode ser classificada como água moderadamente dura (75 a 100 mg/L CaCO₃) e as demais como água branda (0 a 75 mg/L de CaCO₃), de acordo com a classificação da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014). Segundo Queiroz & Pontes (2015), as águas minerais brandas são as predominantes no Brasil. A Portaria nº 2.914 estabelece que 500 mg/L CaCO₃ é o valor máximo permitido de dureza para água de consumo humano.

Os valores de alcalinidade ficaram na faixa de 10 a 109 mg/L de CaCO₃. De acordo com a FUNASA, a maioria das águas potáveis não ultrapassam 500 mg/L CaCO₃ e em concentrações moderadas não possui significado sanitário, em níveis elevados gera sabor desagradável (FUNASA, 2014).

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises dos minerais. É possível observar a variação nas concentrações dos minerais de uma amostra para outra. Os teores encontrados variaram entre para entre 1,221 e 31,778 mg/L para o cálcio, entre 0,223 e 8,478 mg/L para o magnésio, entre 0,276 e 10,662 mg/L para o sódio e entre 0,148 e 3,632 mg/L para o potássio. Amostras de água mineral comercializadas em Campina Grande (PB) analisadas por Rocha *et al.* (2009) apresentaram faixa de teores menores para cálcio (0 a 6,61 mg/L) e magnésio (1,46 a 7,29 mg/L), e maiores para sódio (1,15 a 17,48 mg/L) e potássio (0,78 a 12,09).

Tabela 4: Comparação entre os valores das concentrações dos minerais determinados experimentalmente e os declarados no rótulo das amostras de água mineral comercializadas no município de Sete Lagoas (MG).

Amostra	Cálcio			Magnésio			Sódio			Potássio		
	A*	D**	Variacã o	A*	D**	Variacão	A*	D**	Variacão	A*	D**	Variacão
	mg/L		%	mg/L		%	mg/L		%	mg/L		%
1	6,871	6,657	3,2	2,431	2,720	-10,6	5,817	7,503	-22,5	1,649	1,120	47,2
2	1,357	1,148	18,2	0,869	0,889	-2,3	0,276	0,142	94,4	0,271	0,172	57,3
3	2,395	1,603	49,4	0,986	0,738	33,5	0,496	0,152	226,0	0,148	0,10	47,5
4	3,063	2,522	21,4	1,453	1,490	-2,5	1,200	0,885	35,5	0,503	0,289	74,0
5	4,485	0,907	394,5	8,478	1,550	447,0	2,537	0,386	557,1	1,228	0,338	263,3
6	11,402	10,410	9,5	3,160	3,971	-20,4	6,652	6,865	-3,1	3,632	1,542	135,5
7	1,369	0,50	173,7	0,223	0,028	694,6	2,873	0,573	401,3	1,835	0,377	386,7
8	1,221	0,934	30,7	0,394	0,404	-2,6	1,740	1,427	21,9	1,381	0,717	92,6
9	1,302	0,934	39,4	0,395	0,404	-2,2	1,762	1,427	23,5	1,198	0,717	67,0

10	31,778	23,261	36,6	5,116	5,065	1,0	10,662	10,821	-1,5	1,801	1,106	62,8
11	2,415	1,603	50,6	0,969	0,738	31,2	0,473	0,152	210,9	0,162	0,10	61,5
12	10,175	8,196	24,1	4,073	4,062	0,3	5,875	7,413	-20,7	2,318	1,541	50,4
13	2,334	1,603	45,6	0,947	0,738	28,3	0,459	0,152	202,0	0,516	0,10	415,5
14	6,065	6,446	-5,9	3,921	4,625	-15,2	4,816	7,147	-32,6	1,600	0,858	86,4
15	11,865	0,50	2272,9	2,891	0,121	2289,3	4,567	3,560	28,3	2,282	0,887	157,3
16	4,515	0,907	397,7	7,597	1,550	390,1	2,345	0,386	507,4	1,168	0,338	245,6
17	1,554	1,148	35,4	0,883	0,889	-0,7	0,325	0,142	128,9	0,275	0,172	59,9
18	7,431	6,303	17,9	1,878	2,037	-7,8	5,042	6,744	-25,2	2,546	1,808	40,8
Média	6,200	4,199		2,592	1,779		3,217	3,104		1,362	0,682	

*A = Analisado, **D = Declarado

Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

Todas as amostras estavam abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação para coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli*.

Sete amostras (3, 4, 5, 8, 10, 13 e 15) apresentaram contagens acima do permitido para *Enterococcus* sp. e três amostras (4, 9 e 15) estavam acima do limite para *P. aeruginosa*. Portanto, oito amostras (44,4%) foram condenadas por estarem acima do limite estabelecido pela legislação vigente nos parâmetros microbiológicos.

Verificou-se inconformidade das informações descritas no rótulo com os resultados das análises físico-químicas para a maioria das amostras. Observa-se que é necessário avaliações periódicas para que o produto fornecido seja realmente aquele que se descreve no rótulo.

Fiscalização, monitoramento frequente e boas práticas de fabricação são de fundamental importância para se conhecer a origem das contaminações microbiológicas e da falta de padrões físico-químicos. É necessário também que sejam adotadas medidas preventivas nas etapas de coleta e envase da água, garantido assim o oferecimento de um produto que atenda aos parâmetros recomendados para o consumo humano.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. 90% dos Brasileiros têm acesso a água potável, 2019.

Recuperado de <https://www.ana.gov.br/>.

Andrade L. A., André M. C. D. P. B, Teixeira L. V. F., Junior C. C., & Souza, K. M. C. (2012). Qualidade microbiológica de água mineral comercializada nas cidades de Goiânia e Anápolis, GO. *Higiene alimentar*, 26, 96-99.

Assirati, D. M. (2017) Água Mineral. Recuperado de <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/pasta-sumario-brasileiro-mineral-2018/agua-mineral>.

Bernardo, S. P. C. (2009) Avaliação da suscetibilidade a antimicrobianos e formação de biofilmes em *Pseudomonas aeruginosa* isoladas de água mineral. Dissertação de Mestrado.

Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 41.

Borges, R. G., Conrado, V., A. L. A., & da Silva C. G. R. (2016) Rotulagem de água mineral engarrafada: avaliação de conformidades às legislações nacional e do Mercosul. *InterfacEHS*, 11:61-79.

Botelho, L. A. L. A. (2008). Gestão dos recursos hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 129.

Brasil (1999) Portaria nº 470, de 24 de novembro de 1999. Define que o rótulo a ser utilizado no envasamento de água mineral e potável de mesa deverá ser aprovado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, a requerimento do interessado, após a publicação, no Diário Oficial da União, da respectiva portaria de concessão de lavra. DOU, 25/11/1999, Seção 1, 29.

Brasil (2005a). Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para águas envasadas e gelo. DOU, 23/09/2005, Seção 1, 376.

Brasil (2005b). Resolução RDC nº 275, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. DOU, 23/09/2005, Seção 1, 377.

Brasil (2006). Resolução RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. DOU, 15/09/2006, Seção 1, 60.

Brasil (2008) Portaria nº 387, de 19 de setembro de 2008. Disciplina o uso das embalagens plástico-garrafão retornável, destinadas ao envasamento e comercialização de água mineral e potável de mesa e dá outras providências. DOU, 23/09/2008, Seção 1, 62.

Brasil (2011) Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade para consumo humano e seu padrão de potabilidade. DOU, 14/12/2011, Seção 1, 39.

Coelho, M. I. S., Shinozaki, M. E., Cruz, M. C. S., Bezerra, S. S., & Silva, R. P. P. (2010) Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco. *Acta Scientiarum Health Sciences*, 32:1-8.

Costa, K. A. D., Ferenz, M., Silveira, S. M., & Millezi, A. F. (2016) Formação de biofilmes bacterianos em diferentes superfícies de indústrias de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 71, 75-82.

Cunha, H. F. A., Lima, D. C. I., Brito, P. N. F., Cunha, A. C., Silveira Junior, A. M., & Brito D. C. (2012) Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água*, 7, 155-165.

Dias, M. F. F., & Farache Filho, A. (2008) Qualidade microbiológica de águas minerais em embalagens individuais comercializadas em Araraquara-SP. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 18,177-181.

Fard, E. M. G. P. (2007) Avaliação da qualidade da água mineral e do processo de envase em duas fontes comerciais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 96p.

Franco, B. D. G. M., & Landgraf, M. (2008) *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo, Atheneu. 182.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde (2014) Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Brasília, Ministério da Saúde. 112.

Giacometti, L., Mutton, M. J. R., & Amaral, L. A. (2005) Qualidade microbiológica de águas minerais vendidas no município de Jaboticabal, SP. *Higiene alimentar*, 19, 58-62.

Guimarães, A. P. R. C. (2006) Avaliação microbiológica de amostras de água mineral natural, sem gás, envasadas, comercializadas em Goiânia. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 94.

Gusmão. I. C. C. P. (2014) Avaliação microbiológica, físico-química de águas minerais comercializadas em Vitória da Conquista. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 18, 7-13.

IAL – Instituto Adolfo Lutz (2008) Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Digital. São Paulo, NIT/IAL. 1020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Brasil em síntese. Recuperado de <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sete-lagoas/panorama>>

Iwersen, A. T., Yamanaka, E. H. U., Luz Júnior, L. F. L., Monteiro, C. L. B., Cogo, L. L., & Beux, M. R. (2009) Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais envasadas - Dinâmica populacional de *Pseudomonas aeruginosa*. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 27, 2017-212.

Jones, C. R., Adams, M. R., Zhdan, P. A., & Chamberlain, A. H. L. (1999) O papel das propriedades físico-químicas da superfície na determinação da distribuição da microflora autóctone em garrafas de água mineral. Journal of Applied Microbiology, 86, 917-927.

Kulaif, Y. (2012) Sumário Mineral. Recuperado de <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2012>>

Lima, V. B. S., Lima, V. B. S., Cardoso Filho, F. C., Machado, J. G. S. R., & Muratori, M. C. S. (2013) Pesquisa de coliformes, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas em água mineral. Higiene alimentar, 27, 97-101.

Medeiros, F. A. C. (2016) Qualidade da água mineral em garrações de 20l no comércio varejista de Natal, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 30p.

Mörschbacher, A. P., Silva, A. M., & Souza, C. F. V. (2015) Determinação do teor de sódio, potássio e cálcio em amostras de água mineral comercializadas no Vale do Taquari, RS. *Revista Destaques Acadêmicos*, 7, 150-157.

Nascimento, A. R., Azevedo, T. K. L., Mendes Filho, N. E., & Ibañez Rojas, M. O. A. (2000) Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís-MA. *Higiene alimentar*, 14, 69-72.

Oliveira, L. A. T., Carvalho, J. C. A. D. P., Franco, R. M., Gonçalves, P. M. R., & Almeida Filho, E. S. D. (2006) Biofilme na Indústria de Alimentos. *Higiene Alimentar*, 20, 33-35.

Ong, C. N., Grandjean, A. C., & Heaney, R. P. (2009) The mineral composition of water and its contribution to calcium and magnesium intake. *Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance*, 1,37-58.

Pedrosa, A. P., Brandão, M. L. L., Medeiros, V. M., Rosas, C. O., Bricio, S. M. L., & Almeida, A. E. C. C. (2014) Pesquisa de fatores de virulência em *Pseudomonas aeruginosa* isoladas de águas minerais naturais. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 9,313-324.

Philippi, S. T. (2015) Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. (2a ed.), Barueri, Manole. 424.

Queiroz, E. T., & Pontes, C. H. C. (2015) Estudo Diagnóstico das Águas Minerais e Potáveis de Mesa do Brasil. Recuperado de <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/documentos/estudo-diagnostico/estudo-diagnostico-das-aguas-minerarias-e-potaveis-de-mesa-do-brasil.pdf/view>>

Reis, L. R. (2013) Água envasada: qualidade microbiológica e percepção dos consumidores no município de Viçosa-MG. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 65.

Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., & Clesceri, L. S. (2012) Standard methods for the examination of water and wastewater. (22a ed.), Washington, APHA. 1496.

Richter, C. A. & Azevedo Netto, J. M. (1991) Tratamento de água: tecnologia avançada. 1ª ed. São Paulo, Blucher. 332.

Ritter, A. C., & Tondo, E. C. (2009) Avaliação microbiológica de água mineral natural e de tampas plásticas utilizadas em uma indústria da grande Porto Alegre/RS. Alimentos e Nutrição Araraquara, 20, 203-208.

Rocha, C. O., Gadelha, A. J. F., Vieira, F. F., & Ribeiro, G. N. (2009) Análise físico-química de águas minerais comercializadas em Campina Grande-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 4, 1-4.

Sabioni, J. G., & Silva, I. T. (2006) Qualidade Microbiológica de Águas Minerais comercializadas em Ouro Preto, MG. Higiene Alimentar, 20, 72-77.

Sant'Ana, A. D., Silva, S. C. F. L., Farani, I. O., Amaral, C. H. R., & Macedo, V. F. (2003) Qualidade microbiológica de águas minerais. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 23, 190-194.

Santos, M. J. M. S., Santos, V. S., Alves, F. K. S., & Oliveira, H. F. (2016) Alterações das características físico-químicas da água mineral no processo de industrialização. Revista Brasileira de Iniciação Científica, 4, 21-35.

SAAE Sete Lagoas - Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2017) Água calcária. Recuperado de <<http://www.saaesetelagoas.com.br/post/44/agua-calcaria>>

Silva, N. J., Junqueira, V. C. A., 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. (4a ed.), São Paulo, Varela. 624.

Silva, M. P. A., Pessoa, G. C. M., Coelho, L. F. O., Silva, F. A., & Oliveira, A. M. B. M. (2016) Análise de rotulagem de água mineral nas cidades polos da Paraíba. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, Paraíba. Anais, Realize/Conidis. 1-4.

Tancredi, R., & Marins, B (2003) Avaliação da qualidade sanitária de águas minerais consumidas na cidade do Rio de Janeiro. Higiene Alimentar, 17:107-108.

Von Sperling, M. (2005) Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. (3a ed.), Belo Horizonte, UFMG. 243.

Wardlaw, G. M., & Smith, A. M. (2013) Nutrição contemporânea. (8a ed.) Porto Alegre, AMGH. 765.

WHO – World Health Organization (2011) Guidelines for drinking-water quality. (4a ed.) Geneva, WHO Press. 520.

Zago, B. W., Carvalho, I. F. & Carvalho, M. L. S. (2013) Qualidade bacteriológica de água mineral comercializada em Tangará da Serra-MT. Alimentos e Nutrição Araraquara, 24,311-315.

Zan, R. A., Vieira, F. G., Bavaresco, M. F., & Meneguetti, D. U. O. (2014) Avaliação da Qualidade de Águas Minerais Comercializadas nas Cidades do Vale do Jamari, Amazônia Ocidental, Rondônia–Brasil. Revista de Saúde Pública de Santa Catarina, 6, 19-26.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Kelly de Freitas Maro - 30%

Christiano Vieira Pires - 25%

Mateus da Silva Junqueira - 15%

Maria Clara Coutinho Macedo - 15%

Luana Sousa Silva - 15%