



DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICRONUTRIENTES EM ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS NO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO

Determination of physical-chemical and micronutrient parameters in mineral waters commercialized in the Brazilian Amazonian Coast.

Maina Ruth C. SILVA^{1*}, Iure B. de SOUSA², Flávia Cristina C. S. MENEZES³, Rayone Wesly S. de OLIVEIRA⁴, Victor Elias M. FILHO⁵.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo identificar as conformidades das águas minerais naturais comercializadas no município de São Luís, Maranhão, Brasil. Quantificou-se os teores de sódio, potássio, e propriedades físico-químicas em amostras com gás e sem gás comparando os valores obtidos com os descritos nos rótulos fornecidos pelas empresas responsáveis. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Físico-Química de Água da Universidade Federal do Maranhão utilizando a metodologia normas do Instituto Adolf Lutz (2008). Cada amostra foi submetida a análise de sódio, potássio, pH, condutividade, turbidez, nitrato, amônia, cor, ferro, e sólidos totais.

De acordo com as portarias vigentes as amostras encontram dentro dos limites estabelecidos, com exceção ao ferro apresentando valores acima do estabelecido. Quando comparados os valores de sódio e potássio com os rótulos de cada embalagem nenhuma das amostras extrapolam os limites de acordo com a legislação, mas algumas amostras merecem atenção quando se pensarmos no consumo de dois litros necessários ao dia.

Palavras-chave: análise, indicadores, elementos

ABSTRACT: This study aimed to identify the conformities of natural mineral waters marketed in the municipality of São Luís, Maranhão, Brazil. The levels of sodium, potassium, and physicochemical properties have been quantified in samples with and without gas by comparing the values obtained with those described on the labels provided by the responsible companies. The analyzes were performed at the Laboratory of Physical-Chemical Analysis of Water at the Federal University of Maranhão using the standard methodology of the Adolf Lutz Institute (2008). Each sample was submitted to analysis of sodium, potassium, pH, conductivity, turbidity, nitrate, ammonia, color, iron, and total solids. According to the ordinances in force, the samples are within the established limits, with the exception of iron showing values above the established. When comparing the values of sodium and potassium with the labels of each package none of the samples exceeds the limits in accordance with the legislation, but some samples deserve attention when considering the consumption of two liters required per day.

Key words: analysis, indicators, elements

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021; aprovado em 05/06/2021

¹ Graduanda em Química Industrial, Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís –MA, (98)98330-7706, maina.ruth@gmail.com*

² Graduando em Química Industrial, Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, iurebdes@gmail.com

³ Bacharela em Química Industrial, Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, flavinhamenezes22@hotmail.com

⁴ Mestre em Oceanografia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Zé Doca, rayone.santos.rs@gmail.com

⁵ Doutor em Química, Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, victor.mouchrek@ufma.br

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais no que se refere à manutenção da vida de todos os seres. Desde os primórdios, o homem vem construindo meios de adquirir cada vez mais acesso a este bem natural para que seu consumo seja acessível e de qualidade a fim de cumprir seu objetivo essencial. Se destinada ao consumo humano, independentemente da sua origem, esta deve ser potável, com finalidade à ingestão, preparação e produção de alimentos, higiene e remoção de impureza (VINHAL, 2018).

É de conhecimento geral que todos devem ter acesso a uma água de qualidade, saudável e potável, porém é notável a grande exploração dos recursos aquíferos, o uso exacerbado e inapropriado da água, além da alta crescente de cidades que ultrapassam os limites impostos pela natureza e matam fontes de água naturais; tudo isso somado a negligência dos comandos dos estados brasileiros no que tange ao cuidado de fontes naturais não renováveis e a não contribuição da população neste mesmo aspecto, acaba colocando em risco as fontes de água naturais no Brasil. Tais fatores comprometem a qualidade e a quantidade de água disponível para consumo, impactando vidas (SOUZA, 2016).

Com a concentração populacional nos centros urbanos, essa questão do sistema de abastecimento de água e proteção dos mananciais tem se tornado cada vez mais preocupante, consumir água mineral acaba por se tornar uma alternativa para fugir desta realidade (CARVALHO, 2015).

Observa-se um crescente consumo de água mineral nas cidades, principalmente devido à má qualidade da água que abastece a população e, também, pelo conhecimento de que a mesma pode estar associada a uma boa qualidade de vida (CARVALHO, 2015).

A exploração de água mineral no Brasil obedece ao Código de Mineração e ao Código de Águas Minerais que constituem os instrumentos básicos legais reguladores da pesquisa e da lavra dessas águas no território nacional. A coleta deve ser realizada sob condições que garantam a manutenção das características originais da água no poço ou fonte; essas águas devem permanecer estáveis dentro dos limites de flutuação, sem influência direta de águas superficiais (GONÇALVES FERNANDES et al, 2017).

A RDC/274, ANVISA (2005) caracteriza as águas minerais como obtidas diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas de origem subterrânea. São determinadas pelo conteúdo definido e constante de sais minerais e presença de oligoelementos. O elemento predominante na sua composição varia com as rochas e terrenos pelos quais percorre enquanto infiltra-se no solo, podendo apresentar alterações devido às condições hidrogeológicas, hidroclimáticas e a biota (CUNHA et al, 2012). Podem ser naturalmente carbogásosa ou receber adição artificial de gás carbônico, neste caso designada: “com gás” ou “gaseificada artificialmente”, à qual foi adicionada o dióxido de carbono, e “sem gás” ou “não gaseificada”, à qual não foi adicionada o dióxido de carbono (BRASIL, 2000 modificado por MÖRSCHBÄCHER, 2015). A água usada no Brasil para consumo humano, geralmente é obtida de diferentes fontes subterrâneas, onde acredita-se ser livre de impurezas e rica em sais minerais (VINHAL, 2018). Segundo o Art. 5º da Portaria MS nº 2.914/2011, para que uma água seja considerada potável, ela deve atender critérios

padronizados de análises físico-químicas, microbiológicas e para pesquisa de coliformes (FERREIRA et al, 2017).

Segundo Martins (2015), as águas minerais apresentam diversos elementos realmente benéficos à saúde. O sódio é essencial para a contração muscular e transmissão nervosa; o potássio desempenha papel importante na manutenção dos batimentos cardíacos e na integridade celular; e o cálcio é primordial na formação dos ossos e na coagulação sanguínea (MÖRSCHBÄCHER, 2015).

Apesar de se apresentar como importante na manutenção da saúde de quem a consome, a água mineral precisa passar por determinações físico-químicas importantes para que seu uso seja feito de forma racional e não prejudicial. Em geral, em sua composição, há presença de sódio e potássio (DIONIZIO, 2016) e é importante mensurar a quantidade desses íons presentes em sua composição pois seu uso acaba se mostrando restrito para certos públicos (MÖRSCHBÄCHER, 2015). As que contêm menores teores de sódio devem ser consumidas preferencialmente por pessoas com hipertensão arterial. Embora os baixos teores deste elemento nas águas minerais não provoquem o aumento na pressão sanguínea, o seu consumo constante e em excesso contribui para um acréscimo na ingestão diária de sódio, podendo exceder o limite diário recomendado de 1300 mg para adultos, o que não é indicado para pessoas hipertensas (CIÊNCIA, 2015; FOOD, 2015; MARTINS, 2015; MÖRSCHBÄCHER, 2015). De acordo com a legislação brasileira, não há recomendações para o limite máximo de sódio e potássio na água mineral. Porém, quando a quantidade de sódio presente for superior a 200 mg L⁻¹, deve-se indicar na embalagem a presença de sódio (ANVISA, 2005(b) modificado por DIONIZIO, 2016).

Uma característica diretamente relacionada com a quantidade total de íons, que também diz respeito a qualidade da água, a condutividade elétrica é um método muito eficiente para constatar possíveis variações na qualidade da água. No Brasil, ainda não há um limite de tolerância tido como aceitável, porém oscilações na condutividade, ainda que não causem dano direto ao ser humano, indicam uma possível contaminação do meio aquático (BORGES, 2017). Seguindo o mesmo princípio, o pH é um parâmetro importante a ser avaliado no controle de qualidade das águas, pois interfere em equilíbrios químicos e operações unitárias no tratamento das águas (BORGES, 2017). A portaria 2914/2011 estabelece que as águas para abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5.

Outra característica importante é a dureza total, que se caracteriza pela concentração total de íons alcalino-terrosos na água, principalmente cálcio e magnésio. Águas de elevada dureza requerem de tratamento, visto que reduzem a formação de espuma, provocam incrustações nas tubulações de água quente, caldeira e aquecedores. As águas com altos teores desses íons possuem efeito laxativo, sabor desagradável e influência na litogênese renal (ALVES, 2017).

Metais também podem comprometer a qualidade da água e sua intoxicação se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada após anos. Os metais presentes na água, quando ingeridos, são absorvidos pelo organismo humano pelo trato gastrointestinal e a absorção pode ser afetada pelo pH da água. Sua ingestão também pode causar distúrbios gastrointestinais e até disfunção mental com degeneração do sistema nervoso central (CUNHA et al, 2012). Outro íon de importante destaque na classificação da

qualidade da água é o ferro, e ele confere um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva, decorrente da precipitação do mesmo quando oxidado (BORGES, 2017). A portaria 2914/2011 adotada o limite de 0,3 mg/L para a concentração de ferro, porém de acordo com BORGES (2017), somente concentrações superiores a 0,5 mg/L causam gosto nas águas.

O nitrato, uma substância das mais encontradas em águas naturais, apresenta-se em baixos teores nas águas superficiais, podendo alcançar altas concentrações em águas profundas, como nas fontes minerais, por ser altamente lixiviante nos solos, contaminando corpos d'água e aquíferos subterrâneos (CUNHA et al, 2012). Na RDC/274 (ANVISA, 2005) o nitrato deve apresentar valor máximo permissível (VMP) de 50 mg/L em águas minerais naturais. Seu consumo está diretamente relacionado com a caracterização de dois fatores adversos à saúde, como indução à metemoglobinemia e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (CUNHA et al, 2012).

Diante todas essas características, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de sódio e potássio e as propriedades físico-químicas em amostras de água mineral comercializadas em São Luís – MA, verificando se as águas analisadas apresentam a concentração desses elementos conforme descrito nos rótulos de suas embalagens e se apresentam diferenças entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Análise Físico-Química de Água vinculado ao Programa de Qualidade de Água e Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (PCQA/UFMA). Foram recolhidas 10 amostras de águas minerais de diferentes marcas, sendo elas 05 com gás e 05 sem gás, comercializadas na cidade de São Luís, Maranhão, Brasil.

As amostras, devidamente lacradas, foram transportadas ao Laboratório de Análise Físico-Química de Água e separadas em grupos de dois (com gás e sem gás).

Cada amostra foi submetida a análise de sódio, potássio, pH, condutividade, turbidez, nitrato (NO_3^-), amônia (NH_4^+), cor, ferro, e sólidos totais. Os parâmetros físico-químicos seguiram a conformidade dos mesmos à RDC 274/2005 (ANVISA, 2005) e os métodos do Instituto Adolf Lutz (2008), sendo realizados de maneira instrumental.

O parâmetro pH foi analisado pelo método potenciométrico, a turbidez, os sólidos totais e a condutividade foram determinados seguindo as normas do Instituto Adolf Lutz (2008). O método de fotometria de emissão atômica em chama foi empregado nesse trabalho para a determinação de íons sódio e potássio em amostras de água mineral, usando um fotômetro de chama (Benfer BFC-300). A fotometria de chama é a mais simples das técnicas analíticas baseadas em espectroscopia atômica. Nesse caso, a amostra contendo cátions metálicos é inserida em uma chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atômicas ou iônicas excitadas. Os elementos, ao receberem energia de uma chama, geram espécies excitadas que, ao retornarem para o estado fundamental, liberam parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda característicos para cada elemento químico.

Para análise dos íons de ferro nas amostras utilizou-se um espectrofotômetro Spectroquant Prove 100; a amostra passou por um pré-tratamento que consiste na adição de 3 mL de uma solução de Ácido Clorídrico 20% m/m, 1,5 mL de Peróxido de Hidrogênio 10 volumes e 5 mL de Tiocianato de Potássio em 50 mL de amostra, deixando-se em repouso por 15 minutos e levando para leitura no aparelho na faixa de 540 nm. Para análise da cor a amostra foi levada para análise diretamente no espectrofotômetro na faixa de 340 nm.

Para análise de Nitrato (NO_3^-) e Amônia (NH_4^+), usou-se os kits (Merck) em seguida leu-se no espectrofotômetro.

A análise estatística foi realizada por meio de estatísticas descritivas, utilizando-se como apoio o software Microsoft Excel. Os resultados foram reunidos em tabelas e gráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação das amostras realizadas em laboratórios segue conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Identificação das amostras

AMOSTRA	IDENTIFICAÇÃO
Água com gás 1	A1
Água com gás 2	B1
Água com gás 3	C1
Água com gás 4	D1
Água com gás 5	E1
Água sem gás 1	A2
Água sem gás 2	B2
Água sem gás 3	C2
Água sem gás 4	D2
Água sem gás 5	E2

As características das águas subterrâneas refletem os meios por onde as mesmas percolam, com uma relação direta com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adicionados ao longo de seu trajeto. Essas tendem a ser ricas em sais dissolvidos mais que as águas superficiais (TAVARES et al, 2020). Os resultados encontrados para análise físico-química das águas minerais com gás e sem gás comercializadas na cidade de São Luís - MA estão dispostos na tabela 2.

O parâmetro pH é muito importante, pois fornece informações a respeito da qualidade da água de mananciais. A Portaria Consolidada nº 5/2017 do Ministério da Saúde (TAVARES et al, 2020), recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 para águas no sistema de abastecimento. Portanto, de acordo com os resultados encontrados, apenas as amostras B1 e E1 se encontram dentro da faixa recomendada. CARVALHO (2015) registrou valores entre 5,34 e 5,37 em águas comercializadas em postos de combustíveis no município de Goiânia enquanto que DIAS et al. (2010) encontrou valores de pH entre 5,07 e 7,92 nas águas analisadas em Teresina. A divergência entre os valores de pH encontrados nos diferentes estudos pode ser explicada

por diversos fatores, sendo os mais importantes a concentração de sais em solução, que possuem relação com as características geológicas da região de captação da água, e a presença de ácido carbônico, devido à decomposição de resíduos orgânicos (SOUZA, 2008). Verificou-se que apenas

pH e turbidez apresentam diferença significativa entre água com gás e sem gás (teste t de Student : turbidez: -3,00; $p < 0,0171$; pH: 2,58; $p < 0,0328$).

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos das águas minerais com gás e sem gás

	ANÁLISES							
	pH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	FERRO	SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)	NITRATO	AMÔNIA
A1	4,31	72,5	0,16	0,0	0,4	35,1	2,57	0,416
B1	6,33	67,2	0,12	0,0	0,0	32,6	0,96	0,3550
C1	4,46	110,7	0,12	0,0	0,7	47,7	4,60	0,497
D1	5,76	68,5	0,12	0,0	0,3	34,5	1,01	0,144
E1	6,48	149,2	0,12	0,0	1,6	80,7	4,12	0,000
A2	3,85	111,3	0,42	0,0	0,4	45,2	2,40	0,493
B2	4,71	101,4	0,64	0,0	1,0	49,5	0,61	0,266
C2	3,97	137,0	0,15	0,0	0,8	64,1	4,78	0,218
D2	4,12	95,4	0,25	0,0	1,3	47,0	1,04	0,154
E2	4,44	172,9	0,55	0,0	2,4	80,1	3,74	0,247

A condutividade elétrica das águas resultou numa média de 67,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à temperatura de 25°C para o grupo 1 e de 123,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à temperatura de 25°C para o grupo 2. Sendo a expressão numérica que calcula a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, a condutividade também se relaciona com a quantidade de sais minerais e outros íons dissolvidos no meio aquoso, isto é, partículas carregadas eletricamente (ARAÚJO et al., 2013). A condutividade está relacionada diretamente a presença de íons no meio, e é uma medida da capacidade de condutividade elétrica da água. Os valores encontrados por SILVA FILHO et al. (2016) em águas comercializadas na Paraíba, foram de 59,09 a 480. Apesar de não possuir um padrão, águas naturais apresentam condutividade entre 10 e 100 unidades, valores superiores são indicativo de ambiente impactado (PIRATOBA et al., 2017). A baixa condutividade elétrica está ligeiramente ligada ao comportamento do baixo teor do íon cloreto nas águas, uma vez que os cloretos podem aumentar a condutividade elétrica, além de causar algumas corrosões nos metais das tubulações. Além disso, segundo ALVIM E LOPES (2015), qualquer alteração na condutividade elétrica pode ser devida aos compostos orgânicos e inorgânicos que, de certa forma, interferem ou contribuem na condutividade, dependendo da sua concentração. A condutividade de uma água é a medida de sua capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo dependente do número e do tipo de espécies iônicas dispersas (SILVA FILHO et al., 2016).

A cor é uma característica física da água devido à existência de substâncias dissolvidas, ou em estado coloidal, na maioria dos casos de natureza orgânica (NBR 9896:1993). A cor é um parâmetro a ser avaliado segundo a legislação, em estudos da qualidade da água para potabilidade (SANTOS et al., 2015). O valor médio obtido da cor para os dois grupos

analisados foi 0,0 mg Pt L⁻¹, mostrando que o parâmetro se encontra dentro da normalidade exigida.

A Portaria nº 2.914/11 MS estabelece VMP para Ferro de 0,3 mg Fe L⁻¹. As amostras em conformidade com a legislação foram apenas as A, B e D do grupo 1. Todas as amostras do grupo 2 estão com níveis acima do estabelecido, sendo a amostra E do grupo 2 a que apresentou a maior quantidade de mg/L de ferro. BORGES (2017), relata que em análises feitas em águas minerais e águas com adição de sais minerais da região de Fortaleza encontrou valores menos a 0,05 mg/L de ferro. Um consumo excessivo do íon acaba sendo preocupante, já que quando o corpo gradualmente absorve mais ferro do que precisa, o ferro em excesso é depositado em tecidos por todo o corpo. Podem ocorrer sintomas e complicações caso o ferro se acumule nos órgãos endócrinos (especialmente o pâncreas, as gônadas e a hipófise), no fígado e no coração. O envenenamento por ferro danifica o trato digestivo, o fígado, o coração e o cérebro e pode ser fatal (MSDMANUALS, 2019)

Os sólidos totais dissolvidos (STD) estão relacionados diretamente com a condutividade elétrica e é usada em laboratório de rotina como medida da salinidade da água e/ ou dos efeitos causados por alguma atividade antrópica que afete um corpo d'água (PIRATOBA et al., 2017). Os sólidos totais é um indicativo importante para a qualidade das águas, uma vez que esse parâmetro demonstra um quadro geral da distribuição das partículas, podendo inclusive ser utilizado em estudos de poluição das águas. FERREIRA et al, 2017, encontrou valores entre 58,5 mg/L e 218,25 mg/L no seu estudo de água disponível para consumo humano nos bebedouros e torneiras da faculdade Montes Belos em São Luís de Montes Belos – GO. A portaria nº estabelece um limite de 1000 mg/L, estando assim todos em conformidade com a legislação vigente. No estudo apresentado obteve-se

uma média de 46,12 mg/L para o grupo 1 e de 57,18 mg/L para o grupo 2, mostrando-se dentro do esperado para uma água de consumo humano, também concordando com o exigido pela legislação.

A turbidez é um indicador da transparência física da água e não necessariamente um parâmetro de potabilidade. Dois parâmetros que são relativamente visíveis a olho nu – a cor e a turbidez – são importantes indicadores da qualidade da água que na maioria das vezes estão inter-relacionados. A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz, e serve como um importante parâmetro das condições adequadas para consumo da água (NOVICKI & CAMPOS, 2016). A turbidez é uma medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais (grãos muito finos de qualquer matéria) ou em suspensão, e é expressa como unidade nefelométrica de turbidez (NTU – Nephelometric Turbidity Unity), utilizando-se como padrão para calibração do turbidímetro (FERREIRA et al, 2017).

O nitrato encontra-se naturalmente em concentrações moderadas em muitos ambientes, porém em determinados locais seus níveis podem ser afetados por atividades antropogênicas envolvendo compostos nitrogenados como fertilizantes, sistemas sépticos ou esterco (GIACOMETTI, 2001). A RDC n° 274 de 2005 estabelece o limite de 50mg/L, estando assim todas em conformidade.

A amônia é uma substância poluente por ter efeitos tóxicos. A sua forma dissolvida mais simples é encontrada na água como amônia livre ou ionizada. Pode ser produzida, ou formada naturalmente pelas atividades dos microrganismos, plantas e animais através do ciclo do nitrogênio. Conforme a Portaria MS n° 518/2004, o limite de concentração de amônia deve estar em cerca de 1,5 mg/L para água de consumo humano. FERREIRA et al (2017), encontrou em estudos feitos em águas disponíveis para consumo humano em bebedouros do estado de Goiás valores bem abaixo do nível recomendado pela legislação. Neste estudo, foram encontrados valores na mesma medida apresentadas por FERREIRA et al (2017), uma média de 0,28 mg/L no grupo 1 e de 0,27 no grupo 2. Um nível abaixo do recomendado não apresenta tantos efeitos negativos para quem consome a água, uma vez que a amônia acaba sendo um poluente.

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos para a quantificação de sódio e potássio nas amostras de água dos dois grupos. O potássio é um elemento que está em baixas concentrações nas águas naturais, sendo a lixiviação das rochas a sua principal fonte natural. Tendo como fonte antrópica em grande escala, oriundo da indústria e agricultura. Uma importante função do potássio é a troca e transporte de

outros íons para os meios intracelular e extracelular (PIRATOBA et al., 2017). Os resultados do presente estudo mostraram que a concentrações médias de potássio obtidas foram de 5 mg L⁻¹ para o grupo 1, e de 5, 41 mg L⁻¹ para o grupo 2 (Tabela 3). Verificou-se que não há diferença entre as concentrações de sódio ou potássio entre água com gás ou sem gás (sódio: $t= 0,5345$ ($p< 0,6075$); potássio: $t=0,1985$ ($p<0,8475$)).

Tabela 3: quantificação em mg/L de Sódio e Potássio nas amostras de águas

AMOSTRAS	ANÁLISES	
	SÓDIO (mg/L)	POTÁSSIO (mg/L)
A1	10,00	4,54
B1	10,00	5,26
C1	10,00	5,26
D1	10,00	5,26
E1	20,00	7,44
A2	0,00	4,54
B2	10,00	5,26
C2	10,00	5,26
D2	10,00	4,54
E2	20,00	7,44

Os resultados obtidos para sódio e potássio também obedecem a legislação, uma vez que o permitido para teores de sódio é de 200 mg/L e para potássio não tem valores determinados pela legislação. Nenhuma das amostras apresentadas acima extrapolam esse limite, mas algumas delas podem compreender cerca de 10% dos valores diários de consumo de sódio, se pensarmos nos 2 litros necessários ao dia.

Como pode ser observado nos gráficos 1 e 2. Os resultados experimentais para sódio e potássio não se assemelham aos valores estabelecidos no rótulo do produto em mg/L. Para as amostras D1 e D2, os resultados encontrados para sódio foi menor que o previsto nos rótulos. Devido ao rótulo das amostras E1 e E2 não apresentar nenhum valor para sódio, não há como estimar se há variação. O teor de potássio determinado pela metodologia proposta encontraram-se mais elevados que valores rotulados.

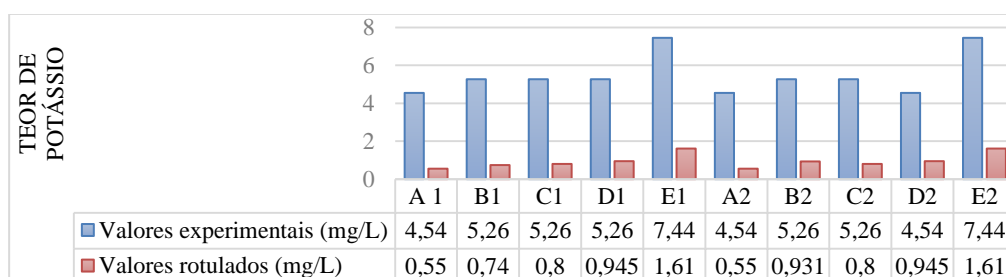


Gráfico 1 - Comparação entre os teores de sódio (mg/L) determinados experimentalmente nas amostras analisadas e os descritos nos rótulos das águas minerais

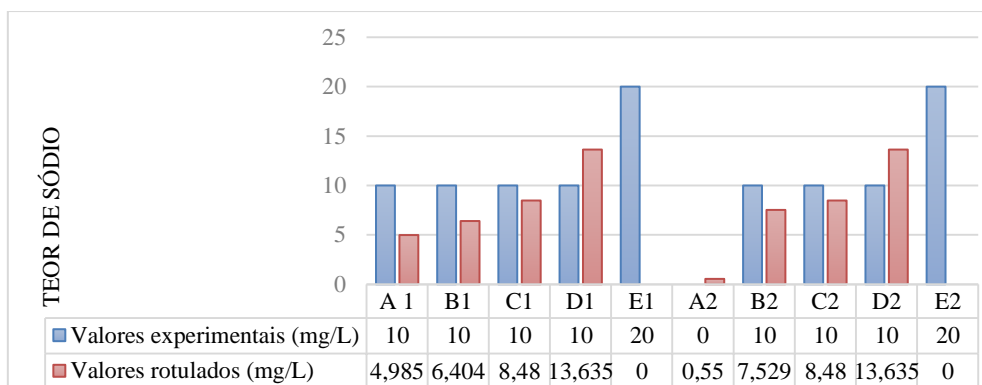


Gráfico 2 - Comparação entre os teores de potássio (mg/L) determinados experimentalmente nas amostras analisadas e os descritos nos rótulos das águas minerais

Segundo o estudo de MÖRSCHBÄCHER (2015) no Rio Grande do Sul, em todas as marcas de água mineral analisadas, com exceção de uma, houve variação entre o teor de sódio, potássio e cálcio determinado experimentalmente e o teor desses minerais descrito no rótulo das embalagens dessas águas. A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000) não estabelece um limite máximo para a concentração de sódio e potássio em amostras de água mineral, exigindo somente a informação no rótulo “contém sódio”, quando tiver mais de 200 mg.L⁻¹ de sódio. No estudo de DIONIZIO (2016) também se observou variação entre os resultados obtidos e os rotulados. Verifica-se a necessidade de estabelecer padrões, pois o consumo excessivo pode causar complicações a saúde.

CONCLUSÕES

Concluiu-se então com o presente trabalho que os valores encontrados estiveram em conformidade com a legislação, com exceção do ferro que apresentou valores acima do estabelecido para as amostras do grupo 2. As diferenças encontradas entre os valores encontrados não tiveram diferença significativa, portanto apresentaram valores próximos. A legislação não estabelece limite para todos os parâmetros, mas estiveram de acordo com os valores da literatura.

REFERÊNCIAS

ALVIM, J. C.; LOPES, V. M. Análise das propriedades físico-químicas das águas minerais comercializadas no município de Ji-Paraná/RO. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), 67. 2015, São Carlos. Anais... São Carlos, SP: UFSCar, 2015. Pdf.

ALVES, F. R. S.; BATISTA, A. S. S.; DA SILVA, W. M.; DA SILVA, D. D. Aplicação de zeólitas para redução da dureza total em águas subterrâneas oriundas do semiárido paraibano. III Workshop Internacional sobre água no semiárido brasileiro. Campina Grande-PB. Outubro de 2017.

ARAÚJO, M. C. de; OLIVEIRA, M. B. M. de. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. Revista Ambiente & Água, v. 8, n. 3, p. 247-257, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1192>. Pdf.

BORGES, Marcelo Rodrigues Mota. Estudo da potabilidade de águas minerais e adicionadas de sais. Monografia apresentada ao Curso de Química Industrial do departamento de Físico-Química e Analítica da Universidade Federal do Ceará. Orientadora Pedagógica: Prof. Dra. Gisele Simone Lopes Orientadora Profissional: Dra. Erika de Almeida Sampaio Braga. Fortaleza, 2017. Pdf.

BRASIL. Resolução nº 54, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de água mineral natural e água natural. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jun. 2000, Seção 1.

CARVALHO, Murilo Ferreira de. Avaliação da qualidade da água mineral comercializada em postos de combustíveis no município de Goiânia [manuscrito] / Murilo Ferreira de Carvalho. – Goiânia, 2015. 69 f.: il. 30 cm. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, 2015. “Orientadora: Profa. Dra. Cleonice Rocha”. Pdf.

CUNHA, H. F. A.; LIMA, D. C. I.; BRITO, P. N. de F.; CUNHA, A. C. da; SILVEIRA JUNIOR, A. M. da; BRITO, D. C. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 155-165, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.908>). Pdf.

DE SOUZA, Maria Eugênia Tavares Abreu. Proposição de um índice de qualidade da água bruta afluenta a estações convencionais de tratamento de água. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Orientador: Marcelo Libânio. Belo Horizonte, Escola de Engenharia da UFMG, 2008.

DIAS, Lucas Pinheiro. MACÊDO, Jacqueline dos Santos Rosa de. SOUSA, André Lopes de. CRONEMBERGER, Maria Geci de Oliveira. Características físico-químicas de quatro marcas de água mineral comercializadas em Teresina-PI. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, 2010. Encontrado em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/651/390>.

- DIONIZIO, Débora Gomes Baptista. Sódio e potássio: vilões da água mineral – uma abordagem analítica e sua aplicação no ensino de química / Débora Gomes Baptista Dionizio. – Niterói: [s.n.], 2016. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso - (Bacharelado em Química) – Universidade Federal Fluminense, 2016.
- FERREIRA, Maria. BUENO, Paulla Sahara Silva. SOUZA, Marcus Antônio de. GONÇALVES JÚNIOR, Antônio de Freitas. SANTOS FILHO, Edvande Xavier dos. Avaliação físico-química e microbiológica da água disponível para consumo humano nos bebedouros e torneiras da Faculdade Montes Belos em São Luís de Montes Belos – Go. Trabalho de conclusão do curso de Farmácia da Faculdade Montes Belos. 2017. Pdf.
- FOOD Ingredients Brasil. Dossiê: os minerais na alimentação. Nº 4. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>> Acesso em: 08 Julho 2020. Site.
- CIÊNCIA e saúde. Água mineral pode ser prejudicial a hipertensos. Disponível em: <<http://www.plox.com.br/caderno/ciencia-e-saude/agua-mineral-pode-ser-prejudicial-a-hipertensos>>. Acesso: 08 Julho 2020. Site.
- GIACOMETTI, L. Qualidade microbiológica, concentração de nitratos em águas de consumo alternativo (minerais e de poços) da cidade de Jaboaticabal-SP. 2001. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2001
- GONÇALVES FERNANDES, Amanda Cristiane; MOREIRA CAVALCANTI, Lúcio Flávio; SIQUEIRA CAMPOS BARROS, Marcio Luiz; DA COSTA OLIVEIRA, Felisbela Maria. Análises Descritivas e Microbiológicas das Águas Minerais Envasadas e Comercializadas na Região Metropolitana de Recife-PE. *Ciência e Natura*, vol. 39, núm. 2, maio-agosto, 2017, pp. 272-284 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 5. ed. São Paulo: Versão eletrônica, 1020. p. 2008. Pdf.
- MARTINS, S.N. Águas minerais: propriedades e benefícios, 2015. Disponível em: <<http://2009.campinas.sp.gov.br/cultura/uploads/2007/10/aguamineral.pdf>>. Acesso em: 09 Julho 2020. Site.
- MÖRSCHBÄCHER, Ana Paula. SILVA, Alexandre Martins da. SOUZA, Cláudia Fernanda Volken de. Determinação do teor de sódio, potássio e cálcio em amostras de água mineral comercializadas no Vale do Taquari, RS. *REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS*, VOL. 7, N. 4, 2015 - CETEC/UNIVATES. Pdf.
- MSDMANUALS. James Peter Adam Hamilton, MD, Johns Hopkins University School of Medicine. Última revisão/alteração completa fev 2019| Última modificação do conteúdo fev 2019. Acessado em 27 Julho 2020. Encontrado em: <https://www.msmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BArbios-do-sangue/sobrecarga-de-ferro/considera%C3%A7%C3%B5es-gerais-sobre-a-sobrecarga-de-ferro>. Site.
- NOVICKI, Carina. CAMPOS, Roger Francisco Ferreira de. Análise da potabilidade das águas de fontes naturais, junto ao município de Fraiburgo-SC. *Revista Monografias Ambientais - REMOA* v. 15, n.1, jan-abr. 2016, p.323-336. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria e- ISSN 2236 1308 - DOI: 10.5902/22361308*. Pdf.
- PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar. RIBEIRO, Hebe Morganne Campos. MORALES, Gundisalvo Piratoba. GONÇALVES, Wanderson Gonçalves e. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. doi: 10.4136/ambi-agua.1910. Received: 03 Apr. 2016; Accepted: 03 Mar. 2017. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. Pdf.
- SILVA FILHO, Edmilson Dantas da. BRAZ, Airton Silva. CHAGAS, Rennalle Cavalcante de O. Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande – PB. *Divulgação científica e tecnológica do IFPB*, N 30. 2016. Pdf.
- SOUZA, Bruno Gomes de. Água mineral versus água potável de mesa: uma temática para o ensino de ciências. Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química. Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado. 2º/2016.
- TAVARES, Rosângela Gomes. GUSMÃO, Amanda Cristina Santos. SILVA, Rafaela de Sá Oliveira. SILVA, Geisa Freitas do Monte. Andrade, Patrícia Karla Batista de. ROCHA, Edilson Alexandre. Physico-chemical modification of water for human consumption after using domestic filters. *Revista GEAMA, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology*, 6 (1): 58-63, Abril 2020, Online version ISSN: 2447-0740. Pdf.
- VINHAL, Daniela Cristina. BRASIL, Alyne Melo Pereira. MOURA, Débora Bonne Caetano. Microbiological comparison between mineral water and water from a public source consumed at the federal university of goiás. *Revista Científica FacMais, Volume XIV, Número 3*. Outubro. Ano 2018/2º Semestre. ISSN 2238- 8427. Artigo recebido em 24 de agosto de 2018 e aprovado em 20 de setembro de 2018.