

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓDIO POR FOTOMETRIA DE CHAMA NAS ÁGUAS MINERAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE IMPERATRIZ (MA).

Josy Neres da Silva¹, Thalyta Karolyne Zampiva Lopes², Elizabeth Nunes Fernandes^{3*}

1. Estudante da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – CCENT/UEMASUL
2. Estudante CESI/UEMA,
3. Professora da UEMASUL – CCENT/UEMASUL/Orientadora

Resumo

Neste trabalho propõe-se a determinação do teor de sódio nas águas minerais comercializadas na cidade de Imperatriz-MA. Foi empregado fotometria de chama para determinação da concentração de Na⁺, acompanhada da medida de pH. Os resultados demonstraram que as amostras analisadas se encontram com teores de Na⁺ dentro dos parâmetros da ANVISA, entretanto as amostras apresentaram valores discordantes dos apresentados nos seus rótulos. O estudo corroborou resultados anteriores que revelam que a diferença dos teores de Na⁺ está relacionado à fonte de origem da água mineral. É importante o controle pelos órgãos fiscalizadores, haja vista que existem águas minerais que não apresentam em seus rótulos os devidos teores de Na⁺, além de que é importante ressaltar que a ingestão dessas águas influenciam na totalização do consumo diário recomendado desse mineral pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de < 2g/dia, para adultos; e no máximo 2g/dia, para crianças e jovens até os 15 anos.

Palavras-chave: controle de qualidade; método analítico; OMS.

Apoio financeiro: FAPEMA

Introdução

A comercialização de água mineral vem crescendo a cada ano que, segundo à Abinam (2013), o Brasil está em décima posição no ranking entre os maiores do mundo em volume movimentado com uma estimativa de crescimento de 14%, enquanto que o de refrigerantes apresentou retração de 4,5%. A água sendo um líquido indispensável e vital para a nossa saúde, é fonte de vida. Depois do oxigênio, é da ausência de água que o organismo mais sentirá falta, justificando à necessidade da hidratação. Sem água, o corpo humano só continuará funcionando por 2 ou 3 dias.

A água mineral é constituída por vários sais minerais como bário, bicarbonato, cálcio, sódio, potássio e outros, e um destes quando ingerido em excesso é maléfico para a saúde, o sódio. Segundo a lei, a água mineral deve conter no máximo 200 mg L⁻¹ de sódio. Recomenda-se uma ingestão diária de até 2.000 mg de sódio e a água mineral adequada para o consumo seja com baixo teor de sódio (< 5 mg L⁻¹). (HANSEN, 2014) O excesso de sódio pode provocar acidente vascular cerebral (AVC) que é causado pelo aumento da pressão arterial devido à retenção de água que impossibilita a diluição da quantidade de sódio no organismo. (CPRM, 2013)

Não só os elementos constituintes da água mineral, mas também seu pH, podem influenciar nos malefícios à saúde. (BRASIL, 2011) Caso a água apresente uma classificação ácida, a ingestão pode acarretar em problemas gástricos e até câncer de estômago. Se classificada como alcalina, tem a funcionalidade de hidratar e equilibrar o organismo. Contudo, a água mineral com o tempo avançou e se desenvolveu para a água com gás, proporcionando uma segunda opção para completar a ingestão de água diária que o organismo precisa. Tal opção, também deve ser orientado sobre sua composição e o pH.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo determinar o teor de sódio nas águas minerais comercializadas e consumidas na região de Imperatriz - MA, empregando a fotometria de chama.

Metodologia

Todas as soluções foram preparadas com água destilada, posteriormente deionizada em um sistema Milli-Q fornecido pela Millipore Corporation. Soluções de referência foram preparadas a partir de sucessivas diluições de uma solução padrão contendo 10,0 g L⁻¹ de sódio (Fluka 03370–1 EA sodium atomic spectroscopy standard/SIGMA). As amostras de água mineral foram adquiridas no comércio local da cidade de Imperatriz - Ma. Sendo 8 águas minerais naturais e 4 águas gaseificadas de mesma marca com fontes iguais e mesma marca com fontes diferentes.

Para determinação de sódio em águas minerais foi empregada a fotometria de chama. As medidas foram obtidas utilizando um fotômetro de chama Benfer BFC – 300, sob as seguintes condições: de vazão de aspiração 3,9 ml min⁻¹; fonte combustível para chama: gás GLP de 13 kg.

As operações de pesagem foram realizadas em uma balança analítica digital, Shimadzu, modelo AY220, precisão 0,0001g. As determinações do pH foram realizadas empregando um pHmetro Technal.

As leituras das concentrações de sódio nas amostras e soluções padrão foram todas realizadas em sete replicatas, com tempo de leitura por 1 minuto, seguindo um intervalo de 2 minutos entre cada leitura, para evitar qualquer influência da amostra anterior, considerando a vazão de aspiração da amostra.

Para o estudo de precisão foram utilizadas as leituras das concentrações de sódio em uma solução

de referência de 100 mg L⁻¹ de sódio, determinada em replicatas (n = 20). A precisão foi avaliada por meio do coeficiente de variação (CV), também conhecido por desvio padrão relativo (DPR ou RSD), calculado pela Equação 1.

$$CV (\%) = (DP / Média) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

O estudo de exatidão avaliado pelo método de recuperação adicionado em quantidades conhecidas de sódio nas amostras em três concentrações diferentes: 4, 8 e 12 mg L⁻¹ de sódio. O referido estudo foi feito em triplicata. O cálculo da recuperação foi obtido pela Equação 2.

$$Rec (\%) = [(C_{AF} - C_{ANF})/C_{ad}] \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

C_{AF} – concentração da amostra fortificada;

C_{ANF} – concentração da amostra não fortificada;

C_{ad} – concentração adicionada.

Os limites de detecção e quantificação foram estimados matematicamente, a partir da curva analítica. O cálculo para determinar os valores correspondentes ao LD e LQ baseia-se no desvio padrão do residual neste caso, do branco analítico, (n =20) e sua relação com a inclinação da reta (coeficiente angular) na curva analítica por meio das Equações 3 e 4.

$$LD = (DP / I) \times 3 \quad \text{Equação 3}$$

$$LQ = (DP / I) \times 10 \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

LD – Limite de detecção;

LQ – Limite de quantificação;

DP - desvio padrão da leitura do branco analítico;

I – inclinação da reta (coeficiente angular da curva de analítica).

Resultados e Discussão

Avaliou-se os seguintes parâmetros: precisão, linearidade, exatidão, limites de detecção e quantificação. A precisão foi avaliada pelos estudos de repetibilidade. O coeficiente de variação é uma medida de dispersão empregada para estimar a precisão de experimentos e representa o desvio-padrão expresso como porcentagem da média. Os dados estatísticos obtidos para este estudo revelaram um CV (%) de 0,89 para o método empregado, encontrando-se dentro do valor máximo admitido (< 5%). (BRASIL, 2003)

O experimento demonstrou resposta linear para faixa de concentração estudada, 5,0 a 20,0 mg L⁻¹ Na⁺, apresentando um comportamento linear definido pela equação: $Y = 1,0104X - 0,0256$, com coeficiente de correlação de 0,9991; onde Y, é a leitura da concentração sódio em mg L⁻¹, obtida no fotômetro de chama empregado; e X, é concentração de sódio em mg L⁻¹. O método demonstrou ser sensível a pequenas concentrações de sódio tendo como valor de LQ de 3,05 mg L⁻¹. No entanto, o LD de 0,91 mg L⁻¹ encontrado demonstra que o referido método apresenta limitações para empregos em amostras com níveis mais baixos de teores de sódio.

A exatidão foi verificada empregando o método adição e recuperação. A recuperação do analito pode ser estimada pela análise de amostras fortificadas com quantidades conhecidas do mesmo (*spike*). As amostras podem ser fortificadas com o analito em pelo menos três diferentes concentrações: baixa, média e alta, da faixa de uso do método. Assim, selecionou-se de modo aleatório, cinco amostras, as quais foram adicionadas concentrações variadas e conhecidas de sódio, onde foram adicionados concentrações de Na⁺ com volumes de 4, 8 e 12 mg L⁻¹ nas amostras em triplicata, obtendo-se recuperações na faixa de 92,18 a 104,51% evidenciando a exatidão do método e a ausência de interferência nas amostras sobre os resultados obtidos na determinação de sódio, considerando que a literatura recomenda a faixa de 90 a 110% para a taxa de recuperação. (BRASIL, 2003)

Para a determinação dos teores de sódio presentes nas amostras de água mineral, foram realizadas as leituras das amostras, onde empregou-se os dados adquiridos na referida curva para obtenção das concentrações reais de sódio (Na⁺) nas amostras de água mineral.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos teores de sódio e pH analisados, assim como os valores apresentados nos rótulos dos produtos. Para estudo dos resultados obtidos, empregou-se tratamento estatístico sobre os dados, aplicando-se o teste *t - Student* considerando o valor do rótulo, como o valor de referência.

Com exceção da amostra AM 5, a análise estatística dos dados revelou em nível de confiança de 95%, com grau de liberdade seis (n-1 = 6), que existe diferença significativa entre os valores de concentração de Na⁺ analisados quando comparados com os valores que constam nos seus respectivos rótulos. Destacam-se as amostras AM 9 e AM 10 que não disponibilizam tais valores em sus rótulos e desta forma, não foi possível avaliar.

TABELA 1: Resultados dos teores de sódio e pH analisados comparados com os valores apresentados nos rótulos dos produtos.

Amostras	Na ⁺ , ppm ± DP ¹ (analisado)	Na ⁺ , ppm (rótulo)	pH, (analisado)	pH (rótulo)	t cal ³
AM 1	7,33 ± 0,53	6,56	6,68 ± 0,06	4,50	3,835
AM2	16,09 ± 0,94	14,99	5,27 ± 0,02	4,64	3,099
AM 3 ²	20,33 ± 0,78	14,99	3,66 ± 0,01	4,64	18,158
AM 4	5,63 ± 0,75	3,21	3,55 ± 0,02	4,17	8,559
AM 5 ²	3,51 ± 0,53	3,21	4,11 ± 0,02	4,17	1,497
AM 6	8,03 ± 0,68	5,65	4,27 ± 0,04	4,01	9,234
AM 7	10,86 ± 0,81	7,53	6,04 ± 0,03	6,21	10,907
AM 8	8,46 ± 0,53	6,28	5,84 ± 0,05	5,40	10,892
AM 9	14,68 ± 0,68	–	5,50 ± 0,01	–	–
AM 10 ²	16,66 ± 0,89	–	3,89 ± 0,03	–	–
AM 11	163,80 ± 0,53	139,25	8,23 ± 0,08	8,73	122,780
AM 12 ²	148,20 ± 0,81	120,90	5,15 ± 0,03	8,24	89,382

¹Desvio padrão (n = 7); ²água mineral com gás; ³ t_{tab (n-1)} = 2,447

Segundo a legislação, as garrafas comercializadas devem ser devidamente rotuladas e apresentando elementos informativos como o nome da fonte, local da fonte, Município e Estado, classificação da água, composição química, expressa em miligramas por litro, contendo no mínimo oito elementos predominantes e as características físico-químicas específicas para informação do consumidor. (BRASIL, 1999)

Segundo a ANVISA, a água mineral deve ter no máximo 200 mg L⁻¹ de sódio. Isto é, o teor de sódio máximo contido em cada litro de água mineral pode corresponder no máximo a aproximadamente 10% da cota diária de sódio que deve ser consumida, conforme recomendação da Organização Mundial de Saúde de < 2g/dia, para adultos; e no máximo 2g/dia, para crianças e jovens até os 15 anos. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013)

No que se refere ao estudo do pH, cerca de 67% das amostras avaliadas não estão de acordo com a faixa recomendada pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 2.914, 2011), que determina um pH ideal para o consumo entre 6,5 e 9,5. Valores de pH baixo sugerem um índice de acidez elevados e assim inapropriados para o consumo, podendo prejudicar à saúde de quem a ingere e causar doenças como osteoporose, cansaço extremo, câncer, entre outros.

Levando em consideração as fontes de extração das águas minerais, suas concentrações variam ainda que fossem do mesmo fabricante de água. As variações nas concentrações podem ser explicadas de acordo com vários fatores como a localização em que a água mineral é extraída, suas características do solo e a geologia do local. Os resultados obtidos com este trabalho são concordantes com aqueles da literatura, nos quais foram obtidas concentrações de sódio superiores às apresentadas nos rótulos de água mineral, assim como a influência da fonte sobre a composição química da água mineral. (SODRÉ, 2010) (OKUMURA, 2004)

Conclusões

A metodologia para a determinação do teor de sódio nas águas minerais empregando fotometria de chama se mostrou válida, apresentando boa linearidade, precisão e exatidão para a faixa de concentração trabalhada.

A escolha do método empregando a técnica de fotometria de chama se baseou na praticidade e simplicidade do experimento no equipamento de baixo custo, se comparado à outras técnicas, a exemplo da espectrometria.

Os teores de sódio apresentados nas amostras de águas minerais comercializadas na cidade de Imperatriz-MA, embora estejam dentro dos parâmetros da ANVISA, diferem estatisticamente dos valores dos rótulos, sugerindo a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa por meio dos órgãos controladores.

No que se refere aos valores de pH das amostras analisadas, todos encontram-se fora das recomendações.

De uma forma geral, as águas minerais comercializadas no mercado são inúmeras e de fontes variadas, o que faz com que cada uma apresente composição variada e conseqüentemente distinta uma da outra, tanto no sabor quanto nos malefícios que pode causar a saúde de seus consumidores.

Assim como a qualidade de água está diretamente ligada à saúde humana, o que contribui inicialmente para uma água recomendada para o consumo é garantir fontes de água de boa qualidade, determinar e controlar as suas características físico-químicas e sempre estar atento para o rótulo do produto.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁGUAS MINERAIS. **Água mineral: uma fonte de benefícios para a saúde.** São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=398&friurl=-Agua-Mineral:-uma-fonte-de-beneficios-para-a-saude-:. Acessado em 25/09/2014

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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. Diário Oficial da União. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/75013b0047457e3d8a47de3fbc4c6735/PORTARIA_470_1999.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 28/05/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 899 de 29 de maio de 2003 – Guia para validação e bioanalíticas. Diário Oficial da União. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/4983b0004745975da005f43fbc4c6735/RE_899_2003_Determina+a+publica%C3%A7%C3%A3o+do+Guia+para+valida%C3%A7%C3%A3o+de+m%C3%A9todos+anal%C3%ADticos+e+bioanal%C3%ADticos.pdf?MOD=AJPERES> Acessado em: 15/05/2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914 de 12 de agosto de 2011 – Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acessado em 09/05/2015.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Água mineral.** Brasília, 18 set. 2012. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=46>>. Acessado em 25/09/2014.

HANSEN, Cândida. **Saiba como escolher a água mineral mais saudável.** Porto Alegre, 15 ago. 2014. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/vida/noticia/2013/12/saiba-como-escolher-a-agua-mineral-mais-saudavel-4375561.html>>. Acessado em 24/09/2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **OMS divulga novas orientações para o consumo diário de sal e potássio.** São Paulo, 14 fev. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2013/01/oms-divulga-novas-orientacoes-para-consumo-diario-de-sal-e-potassio.html>>. Acessado em 09/05/2015.

OKUMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, Éder; NOBREGA, Joaquim. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. Quím. Nova: vol.27 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000500026>. Acessado em 15/05/2015.

SODRÉ, Flávia; MONTEIRO, Geyvon; MORAIS, Gustavo. **Determinação da concentração de sódio e potássio em amostras de água com o método de Fotometria de Chama – Emissão Atômica.** Goiânia, 10 set. 2010.