

# Qualidade da água envasada consumida no estado de São Paulo: análise de substâncias inorgânicas

## Quality of bottled water consumed in the state of São Paulo: analysis of inorganic substances

Márcia Liane Buzzo\* 

Luciana Juncioni de Arauz 

Maria de Fátima Henriques  
Carvalho 

Lidiane Raquel Verola Mataveli 

### RESUMO

**Introdução:** A disponibilidade de diferentes marcas de água envasada no mercado nacional, aliada ao crescente consumo pela população, acarreta a importância em avaliar a qualidade de sua composição química. **Objetivo:** Quantificar substâncias químicas inorgânicas (nutrientes e metais tóxicos) em amostras de água envasada de procedências nacional e importada, consumidas no estado de São Paulo, em atendimento à legislação e aos compêndios; verificar os parâmetros de elementos inorgânicos apontados em rotulagem, bem como a ingestão diária recomendada. **Método:** As determinações foram realizadas por espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado. **Resultados:** A avaliação indicou que 93,5% do total de 107 amostras analisadas apresentou concentrações de elementos químicos inorgânicos de acordo com os valores máximos permitidos em legislação nacional para todos os analitos (96,5% para nacional e 81,0% para importada), sendo consideradas adequadas para o consumo humano. Resultados discordantes foram obtidos para 6,5% para os elementos cromo (2,3%) e selênio (1,2%) para água nacional, e cromo (19,0%) para água importada. Níveis acima dos limites recomendados por compêndios internacionais para a ingestão de sódio foi quantificado em amostra de água importada, podendo acarretar enfermidades ao organismo. Além disso, a variabilidade verificada entre os resultados experimentais e valores declarados nas tabelas de composição química (rotulagem) pode conduzir o consumidor a adquirir produto contendo informação inadequada, acarretando prejuízo à sua necessidade diária de ingestão. **Conclusões:** Os resultados gerados apontam para a importância do estabelecimento e da manutenção de programas de monitoramento contínuos no país, a fim de fiscalizar a qualidade sanitária de alimentos consumidos pela população e, assim, proteger a saúde da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Envasada; Substâncias Químicas Inorgânicas; Controle de Qualidade da Água; ICP-MS

### ABSTRACT

**Introduction:** The availability of different brands of bottled water on the national market, combined with the growing consumption by the population, makes it important to assess the quality of its chemical composition. **Objective:** To quantify inorganic chemical substances (nutrients and toxic metals) in samples of bottled water from national and imported sources consumed in the State of São Paulo, in compliance with legislation and compendiums; verify the parameters of inorganic elements indicated on labeling, as well as the recommended daily intake. **Method:** Determinations were carried out by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Results:** The evaluation indicated that 93.5% of the total of the 107 samples analyzed presented concentrations of inorganic chemical elements in accordance with the maximum values allowed in national legislation for all analytes (96.5% for national and 81.0% for imported), thus being considered suitable for human consumption. Discordant results were obtained for 6.5% for the elements chromium (2.3%) and selenium (1.2%) in national water and

Núcleo de Contaminantes  
Inorgânicos, Centro de  
Contaminantes, Instituto Adolfo Lutz  
(IAL), São Paulo, SP, Brasil

\* E-mail: [marcia.buzzo@ial.sp.gov.br](mailto:marcia.buzzo@ial.sp.gov.br)

Recebido: 12 set 2023

Aprovado: 24 set 2024

**Como citar:** Buzzo ML, Arauz LJ, Carvalho MFH, Mataveli LRV. Qualidade da água envasada consumida no estado de São Paulo: análise de substâncias inorgânicas. *Vigil Sanit Debate*, Rio de Janeiro, 2024, v.12: e02200. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.02200>



chromium (19.0%) in imported water. Levels above the recommended limits by the international compendia for sodium intake were quantified in an imported water sample that could cause illness in the body. Furthermore, the variability observed between the experimental results and values declared in the chemical composition tables (labeling) can lead consumers to purchase a product containing inadequate information, thereby harming their daily intake needs. **Conclusions:** The results highlight the importance of establishing and maintaining continuous monitoring programs in the country to monitor the sanitary quality of food consumed by the population and thus protect population's health.

**KEYWORDS:** Bottled Water; Inorganic Chemicals; Water Quality Control; ICP-MS

## INTRODUÇÃO

A água caracteriza-se como um elemento fundamental para a saúde do organismo devido à presença de sais minerais em sua composição química, essenciais à manutenção do equilíbrio adequado de diversos processos bioquímicos e mecanismos fisiológicos do corpo. Seu consumo é extremamente significativo na hidratação, na regulação do transporte de nutrientes que são facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal, e no estímulo do trânsito intestinal<sup>1,2</sup>. A baixa ingestão pode acarretar problemas de saúde, sendo as crianças particularmente mais vulneráveis<sup>3</sup>.

No entanto, a presença de substâncias químicas inorgânicas tóxicas na água consumida pode produzir efeitos deletérios à saúde, devido à alta toxicidade e à falta de função biológica conhecida no organismo, causando intoxicação aguda ou crônica e ocasionando distúrbios gastrointestinal, renal, sistema nervoso central, vascular, carcinogenicidade, entre outros<sup>4,5</sup>. A exposição fetal e na primeira infância a esses contaminantes pode promover problemas neurológicos e deficiências no desenvolvimento com consequências permanentes, em razão da fragilidade do sistema imunológico<sup>6</sup>.

Nas últimas décadas, fatores antropogênicos relativos à urbanização, à industrialização e o ao desenvolvimento econômico resultaram na crescente geração e descarga de poluentes nos corpos de água (efluentes industriais, esgoto, disposição ilegal de lixo, vazamento de lixiviado de aterros sanitários), proporcionando a contaminação de aquíferos por substâncias químicas tóxicas e, assim, tornando-a imprópria para o consumo<sup>7,8</sup>.

Consequentemente, a atual preocupação com a qualidade da água consumida, decorrente de possível poluição hídrica, carência de políticas de saneamento básico, variações ocorridas no padrão socioeconômico, características de faixa etária, raça/etnia, estratégias de *marketing*, entre outros, são motivos que levam grande parte da população mundial ao hábito de consumir água envasada, como uma das alternativas na prevenção de doenças relacionadas ao uso de água de abastecimento público, bem como um complemento nutricional que integra a dieta alimentar<sup>9,10,11</sup>.

Seguindo a tendência mundial<sup>9,10,11</sup> e considerando o crescente aumento do consumo da água envasada pela população brasileira<sup>12,13</sup>, tornam-se importantes o estabelecimento e a implantação de programas de monitoramento em vigilância sanitária na avaliação de sua qualidade em relação aos valores máximos permitidos (VMP) em legislação<sup>14,15</sup>, visando assegurar uma possível tomada de ação dos órgãos governamentais competentes quando resultados inadequados são obtidos<sup>16</sup>.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivos: avaliar os níveis de substâncias químicas inorgânicas (Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Tl e Zn) em amostras de água envasada, comercializadas em 19 municípios do estado de São Paulo, em cumprimento aos requisitos estabelecidos em legislação; analisar o atendimento da composição química na comparação das concentrações dos elementos com os valores declarados em rotulagem e avaliar a ingestão diária recomendada.

## MÉTODO

### Amostras

Um total de 107 amostras de água envasada, de diferentes marcas e lotes, lacradas e acondicionadas em embalagens dos tipos polietileno tereftalato (PET), sachê ou em vidro e com capacidade de 200 a 800 mL foi avaliado no período entre 2018 e 2022.

As amostras foram coletadas pelos profissionais dos Grupos de Vigilância Sanitária do estado de São Paulo, em atendimento ao Programa Paulista, distribuídas em: origem nacional (40 embalagens de água envasada sem gás e uma embalagem de água envasada artificialmente gasosa) e importada (uma amostra sem gás). E, para fins de complementação da pesquisa, a amostragem também abrangeu a aquisição particular do produto não contemplado pelo Programa, distribuída em: procedência nacional (39 com composição sem gás e seis amostras artificialmente gasosa) e importada (nove com composição sem gás e 11 naturalmente gasosa).

A aquisição foi realizada em diferentes pontos do comércio de 19 municípios localizados no estado, que incluem: as mesorregiões Metropolitana de São Paulo (São Paulo e microrregiões de São Paulo, Mogi das Cruzes, Osasco, Santos e Guarulhos); Litoral Sul Paulista (microrregiões de Registro e Itanhaém); Vale do Paraíba Paulista (microrregião de São José dos Campos); Campinas (microrregião de Campinas) e Macro Metropolitana Paulista (microrregião de Jundiaí).

O conjunto de amostras foi composto por:

*Água envasada de procedência nacional:* 86 garrafas de água entre os tipos natural sem gás (75); natural gaseificada artificialmente com adição de gás carbônico (sete); adicionada de sais sem gás (três) e adicionada de sais gaseificada artificialmente (uma). As amostras de água do tipo adicionada de sais foram produzidas a partir de



captação profunda, seguida de tratamentos de purificação por processo de cloração, osmose reversa, vaporização, condensação, filtração e ozonização, com posterior a adição de sais de grau alimentício permitidos em legislação<sup>14,15</sup>. As amostras de água do tipo natural foram originadas diretamente de fontes, localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

*Água envasada de procedência importada:* 21 garrafas de água do tipo mineral natural, distribuídas em 11 marcas distintas, constando em rotulagem as especificações: sem gás (10) e naturalmente gasosa (11). As amostras foram originadas diretamente de fontes naturais dos países: França, Estados Unidos, Noruega, Portugal, Espanha, México e Itália.

As embalagens foram abertas no momento da preparação e acidificadas com ácido nítrico ultrapuro para concentração final de 0,2% (v/v)<sup>17</sup> e homogeneizadas, não sendo submetidas a qualquer pré-tratamento. As amostras constituídas com gás foram dega-seificadas previamente à acidificação nos próprios recipientes.

#### Instrumentação Analítica

As determinações de metais e semimetais em água envasada foram realizadas em espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado/ICP-MS (modelo Elan DRC II, Perkin Elmer), operado com gás argônio *ultra-high purity* (UHP) (grau 5.0, 99.999%), em modo padrão.

#### Reagentes e materiais

O procedimento analítico de preparo de soluções e manipulação das amostras foram efetuados com água ultrapura (resistividade 18,2 MΩ cm) obtida de sistema de purificação Milli-Q® (modelo Integral 10, Merck Millipore) e ácido nítrico de grau ultrapuro (HNO<sub>3</sub> 65%, Suprapur, Merck), e executados em unidade de fluxo laminar ISO classe 5, instalada em ambiente com controle de material particulado ISO classe 7 (área limpa).

Soluções padrão dos analitos em estudo Al, Ag, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Tl e Zn (Inorganic Ventures e NSI Lab Solutions) e dos padrões internos Ge, In, Re e Sc (Sigma-Aldrich) foram diluídas para uso de acordo com a metodologia analítica empregada.

#### Metodologia analítica

A metodologia analítica foi estabelecida de acordo com as recomendações descritas pelo método EPA 200.8<sup>17</sup>. Todos os ensaios foram acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (CGCRE/Inmetro)<sup>18</sup>.

As faixas de concentração das substâncias químicas inorgânicas empregadas na curva analítica preparadas em solução de HNO<sub>3</sub> para concentração final a 0,2% (v/v)<sup>17</sup> para os analitos em estudo foram: 0,0004-0,02 mg L<sup>-1</sup> (Be); 0,1-4,0 mg L<sup>-1</sup> (Na, Mg, K, Ca);

0,02-1,0 mg L<sup>-1</sup> (Ba, Cu, Mn); 0,001-0,05 mg L<sup>-1</sup> (Ag, Al, As, Cr, Ni, Pb, Se, Tl, Zn) e 0,0005-0,025 mg L<sup>-1</sup> (Cd).

A exatidão foi avaliada por meio da análise de materiais de referência certificados NIST SRM 1643f *Trace elements in water* e NIST SRM 1640a *Trace elements in natural water*; e o controle externo da qualidade foi efetuado com participações periódicas do laboratório em programas interlaboratoriais nacionais na determinação de metais e semimetais em águas potáveis em: Programa de Ensaio de Proficiência/Metais em matriz água potável e em água bruta (PEP TOQ - Sabesp), Programa de Ensaio de Proficiência em água/Medição de metais em água (Inmetro) e Programa Interlaboratorial em Água Tratada (Instituto Senai de Tecnologia - PEP-IST Ambiental).

## RESULTADOS

No decurso da pesquisa, uma nova legislação entrou em vigor para água envasada<sup>15</sup>. Os VMP permaneceram inalterados quando comparados com a legislação revogada<sup>14</sup>, permitindo inferir a mesma correspondência para os teores das substâncias químicas inorgânicas.

A conformidade do padrão de qualidade das substâncias químicas As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Se e dos nutrientes Ca, K, Mg e Na (previstos em legislação somente para águas adicionadas de sais), em diferentes tipos de água envasada em atendimento à legislação<sup>14,15</sup>, está representada na Tabela 1. Também foram analisados analitos não preconizados em legislação<sup>14,15</sup>: (i) Ag, Al, Be, Tl e Zn para as amostras de água dos tipos adicionadas ou não de sais, (ii) e o grupo de elementos Ca, K, Mg e Na para a água do tipo não adicionadas de sais.

Assim, a Tabela 2 indica a avaliação estatística efetuada, representada pela mediana e intervalo interquartil (IQR) das concentrações obtidas para as substâncias químicas inorgânicas, considerando os tipos de água analisados. Uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal foram tratados como não paramétricos. A avaliação foi realizada por meio da mediana e IQR, considerando para os analitos em que foram obtidos mais de 50% de resultados quantificados em um determinado tipo de água.

A fim de verificar a qualidade da água envasada consumida no estado de São Paulo, as concentrações máximas obtidas para os elementos inorgânicos, e que podem exceder os limites preconizados em legislação, foram comparadas com valores sugeridos por compêndios internacionais (regulamentos e organismos), demonstrados na Tabela 3. Em complemento, os resultados também foram comparados com valores de concentração reportados em literatura científica, conforme indicado na Tabela 4.

## DISCUSSÃO

### Legislação e compêndios

O panorama geral da avaliação das substâncias inorgânicas em todas as amostras de água envasada de procedências nacional e importada (Tabela 1) demonstrou que, do total de 107



Tabela 1. Limite de quantificação do método e dos valores mínimo e máximo da concentração das substâncias químicas inorgânicas, considerando os tipos de água analisados, expressos em mg L<sup>-1</sup>.

Analito	LQ	Nacional sem gás (N = 75)		Nacional com gás (N = 7)		Nacional adicionada de sais (N = 4)		Importada sem gás (N = 10)		Importada com gás (N = 11)	
		[Mínima]	[Máxima]	[Mínima]	[Máxima]	[Mínima]	[Máxima]	[Mínima]	[Máxima]	[Mínima]	[Máxima]
Cr	0,0010	NQ (43)*	0,0160	0,007	0,0730	NQ (75)*	0,0720	NQ (70)*	0,035	0,016	0,0760
Mn	0,0250	NQ (73)*	0,0300	NQ (71)*	0,0260	NQ (75)*	0,0260	NQ (90)*	0,027	NQ (73)*	0,0410
Ni	0,0010	NQ (92)*	0,0020	NQ (100)*		NQ (50)*	0,0040	NQ (70)*	0,005	NQ (45)*	0,0070
Cu	0,0020	NQ (85)*	0,0260	NQ (71)*	0,0260	NQ (50)*	0,0080	NQ (90)*	0,005	NQ (91)*	0,0650
As	0,0010	NQ (80)*	0,0080	NQ (86)*	0,0020	NQ (100)*		NQ (80)*	0,005	NQ (55)*	0,0090
Se	0,0010	NQ (91)*	0,0370	NQ (86)*	0,0020	NQ (100)*		NQ (80)*	0,002	NQ (73)*	0,0060
Ba	0,0050	NQ (28)*	0,4500	NQ (14)*	0,1800	NQ (75)*	0,0080	NQ (60)*	0,120	NQ (73)*	0,3100
Be	0,0004	NQ (68)*	0,0032	NQ (86)*	0,0013	NQ (75)*	0,0014	NQ (100)*		NQ (73)*	0,0010
Al	0,0020	NQ (68)*	0,0550	NQ (71)*	0,0100	NQ (100)*		NQ (80)*	0,005	0,004	0,0410
Zn	0,0010	NQ (76)*	0,0160	NQ (86)*	0,0090	NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*	
Ag	0,0020	NQ (89)*	0,0040	NQ (86)*	0,0020	NQ (100)*		NQ (50)*	NQ (100)*	NQ (100)*	
Cd	0,0005	NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*	
Pb	0,0010	NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*	
Tl	0,0010	NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*		NQ (100)*	
Na	0,0230	0,2	116	0,4	119	0,1	17	2	51	10	1.351
K	0,0300	NQ (3)*	40	0,2	3	2	65	NQ (30)*	1	0,2	50
Ca	0,1200	NQ (4)*	37	0,2	18	3	86	0,8	122	3	178
Mg	0,02	NQ (89)*	19	NQ (14)*	10	1	40	0,1	32	0,2	58

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

\* O número entre parênteses corresponde à porcentagem de amostras que obtiveram resultado NQ (não quantificado) para um determinado analito.

Tabela 2. Mediana e intervalo interquartil (IQR) das concentrações obtidas para as substâncias químicas inorgânicas, considerando os tipos de água analisados, expressos em mg L<sup>-1</sup>.

Analito	Água nacional sem gás	Água nacional com gás	Água importada sem gás	Água importada com gás	Água adicionada de sais
	Mediana [IQR]				
Cr	0,001 [<LQ*-0,004]	0,017 [0,011-0,038]	**	0,044 [0,025-0,066]	**
Ni	**	**	**	0,003 [<LQ*-0,005]	0,002 [<LQ*-0,004]
Cu	**	**	**	**	0,004 [<LQ*-0,008]
Ba	0,032 [<LQ*-0,068]	0,044 [0,031-0,138]	**	**	**
Al	**	**	**	0,012 [0,005-0,024]	**
Ag	**	**	0,002 [<LQ*-0,004]	**	**
Na	7,760 [1,69-17,07]	12,20 [1,20-17,93]	6,880 [5,05-8,87]	191,550 [34,99-645,9]	3,850 [0,15-10,05]
K	1,420 [0,90-1,95]	0,93 [0,52-2,04]	0,650 [0,13-0,86]	2,410 [0,43-28,07]	30,910 [2,85-60,33]
Ca	8,930 [1,89-18,01]	6,50 [5,53-17,18]	16,920 [0,96-32,45]	109,080 [15,43-157,41]	42,880 [3,24-83,29]
Mg	**	2,22 [0,60-5,57]	2,990 [1,42-6,73]	3,110 [2,51-23,94]	19,500 [1,57-37,90]

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

\*LQ: Limite de quantificação do método.

\*\* Espaços em branco indicam concentrações abaixo do LQ em mais de 50% dos resultados.

analisadas, 93,5% apresentaram concentrações de elementos químicos inorgânicos de acordo com os VMP em legislação nacional<sup>14,15</sup> específica para esta categoria de produto.

Ao considerarmos somente o grupo de água envasada de procedência nacional (86), observou-se que 96,5% apresentaram resultados concordantes com a legislação<sup>14,15</sup>, com níveis inferiores

aos VMP para os elementos As, Ba, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni e Pb. Já para o grupo de origem importada composto por 21 amostras, 81,0% das análises estavam em conformidade com a legislação<sup>14,15</sup> para As, Ba, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Mn, Ni, Pb e Se. Desta forma, estas amostras podem ser classificadas como apropriadas para o consumo humano com relação a estes elementos analisados.



Tabela 3. Teores máximos das substâncias químicas inorgânicas obtidas em amostras de água envasada de procedências nacional e importada, consumidas no estado de São Paulo, e valores referenciados em compêndios internacionais (organismos e regulamentos), expressos em mg L<sup>-1</sup>.

Referência	Análito																		
	Cr	Mn	Ni	Cu	As	Se	Cd	Ba	Pb	Be	Al	Zn	Ag	Tl	Na	Mg	K	Ca	
Nacional*	0,073	0,030	0,004	0,026	0,008	0,037	0,0005	0,447	0,001	0,0032	0,055	0,016	0,004	0,001	119,46	39,55	65,25	86,05	
Importada*	0,076	0,041	0,007	0,065	0,009	0,006	0,0005	0,313	0,001	0,001	0,041	0,001	0,017	0,001	1.351,00	58,48	50,13	178,30	
RDC <sup>14,15</sup>	0,050	0,500	0,020	1,000	0,010	0,010	0,003	0,700	0,010	-	-	-	-	-	600	65,00	500,00	250,00	
WHO <sup>19</sup>	0,050	0,400	0,070	2,000	0,010	0,040	0,003	0,700	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EPA <sup>20</sup>	0,100	-	-	1,300	0,010	0,050	0,005	2,000	0,015	0,004	-	-	-	0,002	-	-	-	-	
FDA <sup>21</sup>	0,100	0,050	0,100	1,000	0,010	0,050	0,005	2,000	0,005	0,004	0,200	5,000	0,100	0,002	-	-	-	-	
Inglaterra <sup>22</sup>	0,050	0,050	0,020	2,000	0,010	0,010	0,005	1,000	0,010	-	0,200	-	-	-	200	-	-	-	
Bulgária <sup>23</sup>	0,050	0,050	0,020	2,000	0,010	0,010	0,005	-	0,010	-	0,200	4,000	-	-	200	80,00	-	150,00	
Espanha <sup>24</sup>	0,050	0,050	0,020	2,000	0,010	0,010	0,005	1,000	0,010	-	0,200	-	-	-	200	-	-	-	
Turquia <sup>25</sup>	0,050	0,500	0,020	1,000	0,010	0,010	0,003	1,000	0,010	-	0,200	-	-	-	200	50,00	-	150,00	
Chile <sup>26</sup>	0,050	2,000	-	1,000	0,010	0,010	0,010	1,000	0,050	-	-	5,000	-	-	-	-	-	-	
Coreia <sup>27</sup>	0,050	0,050	-	1,000	0,010	0,010	0,005	-	0,010	-	0,200	3,000	-	-	-	-	-	-	
Romênia <sup>28</sup>	0,050	0,050	20,000	0,100	0,010	0,010	0,005	-	0,010	-	0,200	5,000	-	-	200	-	-	-	
Itália <sup>29</sup>	0,050	0,500	20,000	1,000	0,010	0,010	0,003	1,000	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
México <sup>30</sup>	0,050	0,400	0,020	1,000	0,010	0,010	0,003	0,700	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Eslovênia <sup>31</sup>	0,050	0,050	0,020	2,000	0,010	0,010	0,005	-	-	-	0,200	-	-	-	200	-	-	-	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada (legislação nacional); WHO: World Health Organization; EPA: United States of America Environmental Protection Agency; FDA: U. S. Food and Drug Administration.

\* Valores máximos de concentração de nutrientes e metais tóxicos obtidos experimentalmente no presente estudo.



Tabela 4. Parâmetros de substâncias químicas inorgânicas em água envasada disponíveis em literatura.

Literatura	Elementos		Referência
	Adequado	Inadequado	
Irã <sup>2</sup>	Ca, Cu, Mg, Mn, Na, Zn	-	EPA
Chile <sup>32</sup>	As (70%), Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mn, Mg, Na, Ni, Pb, Se	As (30%)	Chile Regulation
Bulgária <sup>33</sup>	Al, Ag, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Tl, Zn	-	WHO, EPA, Regulation n° 9
Eslovênia <sup>34</sup>	Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Zn	-	Slovenian Regulation, EC, EPA, WHO
Nigéria <sup>35</sup>	Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mn, Na, Pb, Zn	-	WHO
China <sup>36</sup>	Al, As, Ba, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn	-	WHO, GB 5749-2006
Noruega <sup>37</sup>	Al, Ca, Cu, Mg, Mn, Na	-	WHO
Filipinas <sup>38</sup>	As, Cd, Cr, Pb	-	WHO
Romênia <sup>6</sup>	Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn	-	Law 311/2004, Directive EU 2020/2184
Nepal <sup>39</sup>	Ag, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Na, Ni, Pb, Zn	-	IBWA
Itália <sup>40</sup>	As, Cd, Cr, Pb, Ni	-	Italian Legislation
Ruanda <sup>41</sup>	Al, As, Ba, Ca, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Zn	-	WHO, Rwanda Standard Board
Marrocos <sup>42</sup>	Al, As (88%), Cd, Cr, Ni, Pb	As (12%)	WHO, Moroccan Food Water Standards
Croácia <sup>43</sup>	Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, K, Mn, Na, Pb, Zn	-	WHO, Croatian Regulations
Brasil <sup>44</sup>	Al, As, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Zn	-	RDC n° 274/2005
Brasil <sup>45</sup>	Ca, K, Mg, Na	-	RDC n° 274/2005

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

EPA: United States of America Environmental Protection Agency; WHO: World Health Organization; EC: EU Drinking Water Directive; GB 5749-2006: Guide values established by the Ministry of Health of the People's Republic of China; EU: European Union; IBWA: International Bottled Water Association; RDC: Resolução da Diretoria Colegiada.

Estes resultados indicam: a ausência de poluição hídrica derivada de contaminação ambiental de ocorrência natural (área geológica) ou por ação antropogênica em fontes naturais de captação de água; a ausência de migração de substância química inorgânica da embalagem para o produto; o emprego de sais de grau alimentício com pureza comprovada para a água do tipo adicionada de sais, entre outros; comprovam a qualidade adequada do produto ofertado no mercado.

Por outro lado, 6,5% do total de 107 amostras avaliadas, indicaram resultados inadequados para o consumo humano em relação aos parâmetros Cr e Se.

A ingestão excessiva de elementos químicos inorgânicos pode causar potenciais efeitos adversos à saúde. O Cr hexavalente (VI) tem sido associado com a incidência de câncer de pulmão, além de enfermidades relacionadas ao fígado, rins, sistemas do trato gastrointestinal e circulatório, entre outros<sup>46</sup>. Já o efeito da toxicidade por Se pode acarretar problemas de saúde como tremores musculares, fragilidade e perda de cabelo/unha, distúrbios neurológicos e gastrointestinais<sup>47</sup>.

Valores de concentração superiores aos VMP pela legislação<sup>14,15</sup> foram alcançados para o conjunto de água envasada de origem brasileira em duas amostras para o elemento Cr, ambas gaseificadas artificialmente. Uma produzida a partir de água purificada, seguida de cloração, osmose reversa, vaporização, condensação, filtração e ozonização, acrescido da adição dos sais de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), magnésio (MgCl<sub>2</sub>) e potássio, (KHCO<sub>3</sub>); e a outra amostra extraída de fonte localizada no estado de São Paulo. Já o Se foi

quantificado em uma amostra, sem gás obtida de fonte natural localizada no estado do Rio Grande do Sul.

No Brasil, níveis elevados de Cr, identificados em mananciais de abastecimento de água e bacias hidrográficas na Região Sudeste, podem estar associados à ocorrência natural em solo, erosão, lixiviação, atividades industriais e de agricultura, lançamento de efluentes urbanos<sup>48,49,50,51</sup>. Já o elemento Se foi quantificado em água e em peixes, em consequência de fatores ambientais e ecológicos que regulam a distribuição do elemento na Região Sul do país, podendo acarretar no enriquecimento da água por esta substância<sup>52,53</sup>.

Além da geologia da origem da fonte de captação, outros fatores podem afetar a conformidade da composição química da água envasada quando submetidos aos processos industrializados em produtos adicionados de sais. As razões podem estar associadas: à produção e processo de envase, ao tipo de água utilizada que não atenda ao padrão de potabilidade da água estabelecido pelo Ministério da Saúde, à falha na descontaminação de maquinário, à qualidade inferior dos sais de grau alimentício empregados no processo de adição permitidos em legislação<sup>14,15</sup>, entre outras<sup>38,54</sup>. Adicionalmente, considerando que uma das amostras foi obtida por processo industrial por osmose reversa, a ocorrência de Cr em desacordo com a legislação pode ser atribuída ao processo de industrialização<sup>38,54</sup>.

De modo geral, os baixos índices percentuais de resultados inadequados atingidos para os elementos Cr (2,3%) e Se (1,2%) podem ser classificados como eventos pontuais e não devem



ser indicativos de evidência de contaminação característica de ações naturais ou por atividades antrópicas e, assim, estes resultados também podem ser considerados concordantes com a literatura (Tabela 4).

Já para o grupo de origem importada composto por 21 amostras, 19,0% excederam os limites da legislação nacional<sup>14,15</sup> para o elemento Cr. Os valores de concentração superiores corresponderam a quatro amostras gasosas produzidas por países localizados no continente europeu: Espanha (fonte natural), Itália (fonte natural) França (fonte natural) e Noruega (descrita na rotulagem como adicionada de sais).

Na Europa, a ocorrência de Cr entre outros elementos (Pb, Zn, Cu e Ni), seja decorrente de origem natural em solo, águas e lençol freático, ou oriundos de atividades antrópicas de industrialização, constitui-se um problema emergente de Saúde Pública em países localizados neste continente, podendo afetar a produção de alimentos, abastecimento de água e, conseqüentemente, a saúde humana da população exposta<sup>55,56,57,58</sup>.

#### Rotulagem (informação nutricional)

A tabela de composição química descrita em rotulagem nutricional é um dos quesitos fundamentais no atendimento aos parâmetros de legislação de produtos alimentícios embalados ofertados no mercado, além de ser um instrumento de promoção da Saúde Pública e de garantia dos direitos de escolha dos consumidores.

A legislação para as substâncias inorgânicas em água envasada para rotulagem descreve a obrigatoriedade da declaração dos dizeres “contém sódio”, quando o produto contiver mais que 200 mg/L da substância<sup>14,15</sup>. E, em complemento a esta categoria de produto, a Portaria n° 470, de 25 de novembro de 1999, que institui as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa, preconiza que deve constar em rótulo, entre outros elementos informativos, a “composição química, expressa em miligramas por litro, contendo, no mínimo, os oito elementos predominantes, sob a forma iônica”<sup>59</sup>.

Assim, a avaliação da informação nutricional contida nos rótulos somente para os cátions, referente ao grupo de água envasada de procedência nacional (86), apontou para o descritivo dos elementos majoritários Ca, K, Mg e Na em todas as amostras (100%), bem como a presença da declaração para o elemento Ba em 53% do total avaliado. Para o grupo de amostras de origem importada, de 21 amostras analisadas, observou-se a declaração somente para as substâncias inorgânicas Ca (81%), K (57%), Mg (71%) e Na (81%), do total avaliado.

Desta forma, a avaliação dos resultados obtidos com os valores declarados em rotulagem (Tabela 2) indicou que as concentrações medianas variaram entre os tipos de água analisadas, principalmente para os analitos Na e Ca nas amostras de procedência importada captadas por fontes naturalmente gasosa, oriundas dos países europeus Espanha e Itália. Variabilidade de três ordens de grandeza também foi observada na amplitude do IQR para os mesmos elementos (615 mg L<sup>-1</sup> para o elemento Na e 141 mg L<sup>-1</sup> para o elemento Ca).

As concentrações elevadas para Na encontradas possivelmente podem ser atribuídas à composição geológica natural de países localizados no continente europeu<sup>60-62</sup>. Este fator se reflete em diretrizes internacionais<sup>63</sup>, que classificam como baixos teores de minerais, a concentração inferior a 500 mg L<sup>-1</sup>; enquanto para água rica em sais minerais a concentração superior a 1.500 mg L<sup>-1</sup>.

Nas amostras de água envasada nacional, pode ser observada menor variabilidade das medianas reportadas (Tabela 2), e todas foram gaseificadas artificialmente. Diferentemente daquelas de origem europeias, as águas brasileiras possuem poucos sólidos dissolvidos e, dessa forma, podem ser classificadas como “muito baixa mineralização” (teor de sólido dissolvido < 50 mg L<sup>-1</sup>) havendo pouca influência geológica na composição deste tipo de produto<sup>64</sup>.

Já no grupo de amostras de água nacional adicionadas de sais (Tabela 3), observa-se amplitude de duas ordens de grandeza do IQR para Na, K, Ca e Mg. Porém, estes valores estão de acordo com a legislação<sup>14,15</sup> para estes elementos.

Assim, a comparação entre os rótulos nos produtos de origem nacional e as concentrações dos analitos estudados revelou a ocorrência de inconsistências entre os valores declarados e aqueles obtidos experimentalmente. Para o grupo de amostras de procedência nacional, somente para aquelas obtidas a partir de fonte natural, do total de 82 amostras analisadas, as faixas de variação para os analitos foram: Ba (-99,4 a +545,5%), Na (-92,2 a +571,0%), Mg (-589,6 a +2041,1%), K (-82,1 a +33,8%) e Ca (-98,8 a +352,1%).

Esta variabilidade assinala a necessidade de os fabricantes efetivarem periodicamente o controle analítico do produto e o adequarem à rotulagem nutricional e, assim, disponibilizar tabelas de composição atualizadas e fidedignas em rotulagens, para a percepção e escolha do produto pelo consumidor, de acordo com sua necessidade<sup>38</sup>.

O estabelecimento desta tomada de ação pelos produtores visa corrigir a possível defasagem que pode ocorrer na composição química da água produzida ao longo do tempo, resultantes de possíveis eventos de contaminação do solo que podem atingir o lençol freático, interferência de sazonalidade, contaminação durante o envase na produção, entre outras<sup>45,62,64,65,66</sup>.

Já nas amostras de água envasada de procedência importada, a composição química dos nutrientes também demonstrou diferenças entre as concentrações obtidas e as respectivas descrições em rotulagem para Na (-18,2 a +43,5%), Mg (-62,7 a +18,1%), K (-38,9 a +17,1%) e Ca (-60,6 a +51,3%). A menor variabilidade observada quando comparada às amostras nacionais pode indicar a execução de um controle analítico mais efetivo sobre a rotulagem pelos fabricantes nestes países.

A avaliação da rotulagem também demonstrou um fator relevante considerando somente o conjunto de amostras de água envasada adicionada de sais de origem nacional. A legislação<sup>14,15</sup> recomenda que “a adição de sais de grau alimentício não deve exceder os VMP para Ca (250 mg L<sup>-1</sup>), Mg (65 mg L<sup>-1</sup>), K (500 mg L<sup>-1</sup>) e Na (600 mg L<sup>-1</sup>) e que



deverá conter no mínimo 30 mg L<sup>-1</sup> de todos sais adicionados”. A análise da descrição da rotulagem com os dados experimentais indicou o cumprimento deste requisito pelos fabricantes para os elementos Ca, Mg, K e Na.

Nas amostras de água envasada nacional que declararam em sua rotulagem o descritivo de ausência de Na foram determinados níveis de concentração que variaram entre 0,10 e 7,54 mg L<sup>-1</sup>. A denominação de ausência de Na pode induzir o consumidor que se atenta ao descritivo da rotulagem como sendo atributo na opção de compra a adquirir um produto com informação distinta de sua real composição química.

Em adição, os valores inferiores de concentração obtidos para os elementos Ca, K, Mg e Na em amostras de água envasada de procedência nacional, quando comparados às concentrações obtidas em amostras de origem europeia (Tabela 3), podem estar relacionados com a geologia onde se encontram os recursos hídricos nacionais, que, por sua vez, são menos ricos em macronutrientes apresentando baixa mineralização<sup>64,65</sup>.

Dados da literatura também indicaram valores discrepantes dos elementos químicos declarados na rotulagem, assim como em outros parâmetros, sugerindo ser um problema recorrente e que, por isso, requer maior atenção e monitoramento por parte dos organismos fiscalizadores competentes<sup>67,68</sup>.

### Ingestão diária recomendada

A tendência crescente do consumo de água envasada no país, associada à busca de um estilo de vida saudável, acarreta uma maior preocupação da população com respeito à qualidade de escolha do produto disponível no mercado, uma vez que os consumidores podem se atentar à fidedignidade do rótulo como atributo na decisão de compra<sup>12,13,61</sup>.

Por se tratar do maior constituinte do corpo humano, a água é um dos componentes que contribui para a absorção de nutrientes e possivelmente por contaminantes químicos inorgânicos no organismo<sup>1,2</sup>. E a ingestão inadequada por excesso como o macronutriente Na pode estar associada a efeitos deletérios no organismo, como o aumento de risco de doenças crônicas não transmissíveis<sup>33,69,70</sup>.

Embora a legislação nacional para água envasada não preconize a inserção do valor diário de referência para os elementos inorgânicos em rotulagem<sup>14,15</sup>, verificou-se que as maiores concentrações foram obtidas para os nutrientes Ca, K, Mg e Na quando comparadas às substâncias inorgânicas tóxicas avaliadas (Tabela 3).

As amostras de água envasada de origem nacional sem adição de sais indicaram teores máximos de 119,5 mg L<sup>-1</sup> para Na (natural, com gás), 16,5 mg L<sup>-1</sup> para Mg (natural, sem gás), 39,7 mg L<sup>-1</sup> para K (natural, sem gás) e 35,7 mg L<sup>-1</sup> para Ca (natural, sem gás). Já para água importada foram observados valores superiores às nacionais, correspondendo a 1.351,0 mg L<sup>-1</sup> para Na (natural, com gás, originária da Espanha), 58,5 mg L<sup>-1</sup> para Mg (natural, com gás, originária da Itália), 50,1 mg L<sup>-1</sup> para K (natural, com gás, originária da Espanha) e 178,3 mg L<sup>-1</sup> para Ca (natural, com gás, originária da Itália).

A comparação entre as concentrações máximas e as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) para a ingestão diária de nutrientes de 2.000 mg para Na, 3.510 mg para K, 1.000 mg para Ca e 320 mg para Mg<sup>71,72,73</sup>, aliada ao consumo de líquidos para indivíduos adultos (2,2 L para o sexo feminino e 2,9 L para o sexo masculino), indicou que a ingestão excessiva pode ser atribuída somente para o elemento Na em amostra de água envasada natural com gás de origem espanhola. Os valores de concentração excederam em 95,9% e 48,6% para adultos masculino e feminino, respectivamente, considerando somente a ingestão deste produto como alimento. Já para a população infantil, a situação torna-se mais crítica, pois tais níveis propostos devem ser ajustados para índices inferiores àqueles recomendados para o público adulto, com base nas exigências energéticas das crianças<sup>71,72,73,74</sup>.

Além da possível presença do teor elevado de sódio na água, outros fatores devem estar relacionados ao seu consumo diário excessivo. Estas fontes de ingestão deste nutriente podem ser provenientes de alimentos contendo sódio naturalmente presente, alimentos em formato industrializado (processado/ultraprocessado, que incluem o sal de cozinha como conservante), uso rotineiro de medicamentos/suplementos nutricionais, podendo levar à promoção de distúrbios e agravamento da saúde da população. Dentre as principais enfermidades estão incluídas: doença renal crônica, hipertensão, doenças cardiovascular e cerebral. Estes agravos podem evidenciar o possível aumento na taxa de morbimortalidade dos indivíduos acometidos por tais anomalias e podem proporcionar grande fator de preocupação à Saúde Pública, viabilizando graves consequências econômicas aos países no combate às doenças crônicas não transmissíveis<sup>69,70,71,74,75,76</sup>.

Por fim, a comparação das concentrações das substâncias químicas inorgânicas obtidas no presente estudo com os valores sugeridos por organismos internacionais (U.S. *Environmental Protection Agency* - EPA, *World Health Organization* - WHO e U.S. *Food and Drug Administration* - FDA) com limites preconizados por regulações de diversos países (Tabela 3) evidenciou a concordância dos teores encontrados para os analitos As, Ba, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Se em amostras de água envasada de procedência nacional, e para as substâncias inorgânicas As, Ba, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Se em amostras de água de origem importada.

Níveis de concentrações análogos àqueles obtidos em amostras de água envasada para a maioria dos nutrientes e contaminantes inorgânicos também foram reportados em literatura recente, indicando a mesma inferência com os resultados atingidos no presente estudo, conforme apontado na Tabela 4, e demonstrando que os resultados obtidos comprovam a qualidade da água envasada ofertada no mercado, sendo considerada apropriada para o consumo da população.

## CONCLUSÕES

Os resultados gerados nesta pesquisa na determinação de substâncias químicas inorgânicas em água envasada de origens nacional e importada - 93,5% do total de 107 amostras avaliadas estiveram



de acordo com a legislação - apontaram para a importância do estabelecimento e da manutenção de programas de monitoramento contínuos no país, em atendimento aos VMP em legislação.

Ainda, a variabilidade verificada entre os resultados experimentais e valores declarados nas tabelas de composição química nos produtos nacionais pode induzir o consumidor a adquirir produto contendo informação inadequada, acarretando prejuízo a sua necessidade diária de ingestão. Consequentemente, torna-se importante desenvolver ações de monitoramento também em atendimento à legislação de rotulagem para esta categoria de produto, constituindo-se como instrumento útil e eficaz para incentivar as indústrias a atualizarem periodicamente os componentes nutricionais do seu produto.

Deve-se considerar que o consumo expressivo pela população brasileira está associado diretamente à qualidade do produto

como sendo essencial à saúde do organismo e como alternativa na prevenção de doenças relacionadas ao uso de água de abastecimento público, e aliado a fatores como: a escassez de políticas de saneamento básico no país, o aumento do poder aquisitivo, as estratégias de *marketing* de mercado, reforçam a necessidade de implementação de programas nacionais na fiscalização da qualidade, a fim de proteger a saúde da população.

Além disso, os resultados da pesquisa visam estimular laboratórios atuantes na área de química analítica no desenvolvimento e validação de metodologia analítica para atendimento a programas de monitoramento, utilizados como ferramenta auxiliar em conjunto com as autoridades competentes, nas tomadas de decisões e ações do sistema de vigilância sanitária, proporcionando o estabelecimento de políticas públicas na fiscalização da qualidade sanitária de alimentos, a fim de proteger a saúde da população, com vistas à promoção da Saúde Pública no país.

## REFERÊNCIAS

1. Liu H, Tsai CC. Factor analysis of improving water drinking for the elder people: an explorative study in China. *Int J Pharm Med Biol Sci.* 2022;11(1):20-5. <https://doi.org/10.18178/ijpms.11.1.20-25>
2. Askari M, Saeedi R, Nabizadeh R, Zarei A, Ghani M, Ehsani M et al. Assessing contribution of bottled water in nutrient absorption using the bottled water nutritional quality index (BWNQI) in Iran. *Sci Rep.* 2021;11:24322. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03792-w>
3. Huang Y, Ma X, Tan Y, Wang L, Wang J, Lan L et al. Consumption of very low mineral water is associated with lower bone mineral content in children. *J Nutr.* 2019;149(11):1994-2000. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz161>
4. Balali-Mood M, Naseri K, Tahergorabi Z, Khazdair MR, Sadeghi M. Toxic mechanisms of five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium, and arsenic. *Front Pharmacol.* 2021;12:1-19. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>
5. Witkowska D, Słowik J, Chilicka K. Heavy metals and human health: possible exposure pathways and the competition for protein binding sites. *Molecules.* 2021;26(19):1-16. <https://doi.org/10.3390/molecules26196060>
6. Ungureanu EL, Mustate G, Popa ME. Assessment of potentially toxic elements and associated health risk in bottled drinking water for babies. *Appl Sci.* 2022;12(4):1-9. <https://doi.org/10.3390/app12041914>
7. Coelho BSR, Pereira GLC, Carvalho APP, Carvalho ACP, Almeida D, Trevisan DP et al. Análise da susceptibilidade à contaminação das unidades aquíferas no município de Jaú - SP. *Acta Ambient Catarin.* 2022;19(1):1-20. <https://doi.org/10.24021/raac.v19i1.6024>
8. Sadeghi H, Fazlzadeh M, Zarei A, Mahvi AH, Nazmara S. Spatial distribution and contamination of heavy metals in surface water, groundwater and topsoil surrounding Moghan's tannery site in Ardabil, Iran. *Int J Environ Anal Chem.* 2022;102(5):1049-59. <https://doi.org/10.1080/03067319.2020.1730342>
9. Vieux F, Maillot M, Rehm CD, Barrios P, Drewnowski A. Trends in tap and bottled water consumption among children and adults in the United States: analyses of NHANES 2011-16 data. *Nutr J.* 2020;19:1-14. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-0523-6>
10. Cohen A, Cui J, Song Q, Xia Q, Huang J, Yan X et al. Bottled water quality and associated health outcomes: a systematic review and meta-analysis of 20 years of published data from China. *Environ Res Lett.* 2022;17(1):1-30. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2f65>
11. International Bottled Water Association - IBWA. Bottled water consumption shift. Alexandria: International Bottled Water Association; 2022[acesso 2 jun 2022]. Disponível em: <https://bottledwater.org/bottled-water-consumption-shift/>
12. Statista. Bottled water/Brazil. New York: Statista; 2022[acesso 9 jun 2022]. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/cmo/non-alcoholic-drinks/bottled-water/brazil>
13. Gomes RC, Sousa LM, Silva AO, Magalhães AO, Nogueira AKM. Análise do perfil de consumo de água mineral no município de Capanema-PA. In 7º Congresso Internacional das Ciências Agrárias. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações; 2021.
14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC Nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para águas envasadas e gelo. *Diário Oficial União.* 23 set 2005.
15. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC Nº 717, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários das águas envasadas e do gelo para consumo humano. *Diário Oficial União.* 6 jul 2022.
16. Centro de Vigilância Sanitária - CVS. Programas e projetos. Programa paulista de alimentos. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo; n. d.[acesso 29 jan 2019]. Disponível em: [http://www.cvs.saude.sp.gov.br/prog\\_det.asp?te\\_codigo=1&pr\\_codigo=6](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/prog_det.asp?te_codigo=1&pr_codigo=6)



17. Long SE, Martin TD, Martin ER. Determination of trace elements in waters and waste by inductively coupled plasma-mass spectrometry. Cincinnati: US Environmental Protection Agency; 1994 [acesso 25 abr 2018]. Disponível em: [https://yosemite.epa.gov/oa/eab\\_web\\_docket.nsf/Attachments%20By%20ntFilingId/482881CDAF52A73985257D55005D9BEB/\\$FILE/EPA%20Method%20200.8%20\(00608866xB76D6\).pdf](https://yosemite.epa.gov/oa/eab_web_docket.nsf/Attachments%20By%20ntFilingId/482881CDAF52A73985257D55005D9BEB/$FILE/EPA%20Method%20200.8%20(00608866xB76D6).pdf)
18. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro. Informações sobre o escopo da acreditação CRL 0679. Brasília: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia; 2024 [acesso 11 jun 2024]. Disponível em: <http://www.sitedoconsumidor.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0679.pdf>
19. World Health Organization - WHO. A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality. 2a ed. Geneva: World Health Organization; 2021 [acesso 17 ago 2022]. p. 574-93. Disponível em: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/drinking-water-quality-regulation>
20. US Environmental Protection Agency - EPA. Ground water and drinking water: national primary drinking water regulations. Washington: US Environmental Protection Agency; 2022 [acesso 17 ago 2022]. Disponível em: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations#Inorganic>
21. US Food and Drug Administration - FDA. Requirements for specific standardized beverages: 165.110 Bottled water. Silver Spring: US Food and Drug Administration; 2012 [acesso 18 ago 2022]. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=165.110>
22. United Kingdom - UK. Statutory instruments: the natural mineral water, spring water and bottled drinking water (England) (amendment) regulations 2018. London: Parliament of the United Kingdom; 2018 [acesso 18 ago 2022]. Disponível em: [https://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/352/pdfs/uksi\\_20180352\\_en.pdf](https://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/352/pdfs/uksi_20180352_en.pdf)
23. Food and Agriculture Organization of United Nations - FAO. Regulation n° 9 on the quality of water intended for drinking and household purposes. State Gazette 30, 28 mar 2001 [acesso 23 ago 2022]. Disponível em: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC033621>
24. Ministerio de la Presidencia (ES). Real decreto N° 1.744, de 19 de diciembre de 2003. Modifica el real decreto N° 1.074, de 18 de octubre de 2002, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Boletín Oficial del Estado. 30 dez 2003.
25. Sağlık Bakanlığında (TK). Yönetmelikler N° 25.657. Doğal mineralli sular hakkında yönetmelikte. T. C. Resmî Gazete. 2004.
26. Ministerio de Salud (CL). Decreto N° 106, de 22 de janeiro de 1997. Aprueba reglamento de aguas minerales. Ley Chile. 14 jun 1997.
27. Ministry of Environment (KO). Water quality standards for drinking water in Korea (60 items). Seul: Busan Water Authority; 2013.
28. Parlamentul României. Leii N° 311, 28 iunie 2004. LEGE pentru modificarea și completarea Legii N° 458/2002 privind calitatea apei potabile, emitenți. Monitorul Oficial. 30 jun 2004.
29. Ministero della Salute (IT). Decreto 10 febbraio 2015. Criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali (15A01419). Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2 mar 2015.
30. Secretaria de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel: especificaciones sanitarias. Diario Oficial. 22 fev 2015.
31. Ministrstvo za Zdravje. 865 Pravilnik o pitni vodi. Uradni list Republike Slovenije. 2004.
32. Daniele L, Cannatelli C, Buscher JT, Bonatici G. Chemical composition of Chilean bottled waters: anomalous values and possible effects on human health. *Sci Total Environ*. 2019;689:526-33. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.165>
33. Lyubomirova V, Mihaylova V, Djingova R. Chemical characterization of Bulgarian bottled mineral waters. *J Food Compos Anal*. 2020;93. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103595>
34. Zuliani T, Kanduć T, Novak R, Vreča P. Characterization of bottled waters by multielemental analysis, stable and radiogenic isotopes. *Water*. 2020;12(9):1-19. <https://doi.org/10.3390/w12092454>
35. Airaodion AI, Ewa O, Awosanya OO, Ogbuagu EO, Ogbuagu U, Okereke D. Assessment of sachet and bottled water quality in Ibadan, Nigeria. *Global J Nutr Food Science*. 2019;1(4):1-12. <https://doi.org/10.33552/GJNFS.2019.01.000519>
36. Deng L, Xu B, Yang X, Hu A. Water quality and health risk assessment based on hydrochemical characteristics of tap and large-size bottled water from the main cities and towns in Guanzhong Basin, China. *Environ Earth Sci*. 2021;80. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09415-x>
37. Heen E, Madar AA. Bottled water from national manufacturers in Somaliland: water quality and health implications. *ScienceOpen*. 2020. Preprint. <https://doi.org/10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPRWQPU.v1>
38. Maruyama S, Kato H, Hirata T, Juban NR. Concentrations of trace elements in bottled water consumed in Angono, Philippines. *Acta Med Philip*. 2020;54(5):525-30. <https://doi.org/10.47895/amp.v54i5.2239>
39. Gautam B. Chemical evaluation of trace elements in bottled water. *J Healthc Eng*. 2020;2020:1-16. <https://doi.org/10.1155/2020/8884700>
40. Russo G, Laneri S, Di Lorenzo R, Neri I, Dini I, Ciampaglia R et al. Monitoring of pollutants content in bottled and tap drinking water in Italy. *Molecules*. 2022;27(13):1-15. <https://doi.org/10.3390/molecules27133990>



41. Iyakare JD, Taupin J-D, Hitimana CN, Dusabimana T, Ghalit M, Ouahabi ME et al. Hydrochemical study of bottled water in Rwanda and relationship with their origin. *Water Supply*. 2022;22(1):1155-67. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.211>
42. Ghalit M, Gharibi EK, Bouaissa M, Taupin J-D. Determination of heavy metals and human health risk assessment in bottled water in Morocco. *Res Sq*. 2022;1-13. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2056976/v1>
43. Roje V, Šutalo P. Trace and major elements in Croatian bottled waters. *J Geochem Explor*. 2019;201:79-87. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.03.015>
44. Santos EJ, Oliveira Junior DR, Hermann AB, Sturgeon RE. Chemical quality of bottled mineral waters from markets of Curitiba-PR-Brazil. *Braz Arch Biol Technol*. 2016;59:1-24. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2016160111>
45. Maro KF, Pires CV, Junqueira MS, Macedo MCC, Silva LS. Análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água mineral. *Res Soc Dev*. 2020;9(8):1-21. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6581>
46. World Health Organization - WHO. Environmental health criteria 61. Chromium. Geneva: World Health Organization; 1988[acesso 7 nov 2022]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40419/9241542616-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. World Health Organization - WHO. Environmental health criteria 58: Selenium. Geneva: World Health Organization; 1986[acesso 7 nov 2022]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37268/9241542586-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
48. Gomes FBR, Assunção TOG, Castro SR, Pereira RO, Brandt EMF. Ocorrência de chumbo, cromo e mercúrio em mananciais de abastecimento e em água de consumo humano no Brasil. *Rev Gest Água Am Lat*. 2021;18:1-18. <https://doi.org/10.21168/reg.a.v18e5>
49. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb. Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim Séries Relatórios 2020. 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2021/07/Boletim-de-Qualidade-da-Aguas-Subterraneas-no-Estado-de-Sao-Paulo-2020.pdf>
50. Gonçalves NA. A ocorrência natural de níquel e cromo (III) em água subterrânea nos complexos ultrabásicos e alcalinos, o exemplo de Jacupiranga. In: Silva HC, organizador. *Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*. Ponta Grossa: Atena; 2019. p. 173-81.
51. Marzola EL, Rosa LMT, Toppa RH, Martines MR, Pitombo LM, Cavagis ADM et al. Spatial modeling applied to environmental monitoring: identifying sources of potentially toxic metals in aquatic system. *Environ Geochem Health*. 2019;41:1339-50. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0218-5>
52. Costa L, Mirlean N. Selenium enrichment in pore water of estuarine sediments subject to salt marsh vegetation bioirrigation (Patos Estuary, Southern Brazil). *Bull Environ Contam Toxicol*. 2020;105:468-73. <https://doi.org/10.1007/s00128-020-02978-8>
53. Ferraz AH, Costa LP, Mirlean N, Seus-Arracha ER, Adebayo S. Selenium content in freshwater and marine fish from southern Brazil coastal plain: a comparative analysis on environmental and dietary aspects. *Biol Trace Elem Res*. 2022;201:946-58. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03192-9>
54. Felipe-Sotelo M, Henshall-Bell ER, Evans NDM, Read D. Comparison of the chemical composition of British and Continental European bottled waters by multivariate analysis. *J Food Compos Anal*. 2015;39:33-42. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.10.014>
55. Binner H, Sullivan T, Jansen MAK, McNamara ME. Metals in urban soils of Europe: a systematic review. *Sci Total Environ*. 2023;854:158734. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158734>
56. Turner A, Filella M. Lead and chromium in European road paints. *Environ Pollut*. 2023;316:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120492>
57. Tumolo M, Ancona V, De Paola D, Losacco D, Campanale C, Massarelli C et al. Chromium pollution in european water, sources, health risk, and remediation strategies: an overview. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15):1-24. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155438>
58. Vaiopoulou E, Gikas P. Regulations for chromium emissions to the aquatic environment in Europe and elsewhere. *Chemosphere*. 2020;254. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126876>
59. Ministério de Minas e Energia (BR). Portaria N° 470, de 24 de novembro de 1999. 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. *Diário Oficial União*. 29 nov 1999.
60. Elster D, Szócs T, Gál N, Hansen B, Voutchkova DD, Schullehner J et al. Terminologies and characteristics of natural mineral and thermal waters in selected European countries. *Geologija*. 2022;65(1):21-46. <https://doi.org/10.5474/geologija.2022.002>
61. Sozo JS, Parda A, Carvalho MJ, Almeida A, Chaves H, Carvalho MF. Sensory quality of portuguese natural mineral waters: correlation with chemical composition. *Ecol Eng Environ Tech*. 2021;22(3):129-41. <https://doi.org/10.12912/27197050/135618>
62. Stoots SJM, Geraghty R, Kamphuis GM, Jamnadass E, Henderickx MMEL, Ventimiglia E et al. Variations in the mineral content of bottled "still" water across Europe: comparison of 182 brands across 10 countries. *J Endourol*. 2020;35(2):206-14. <https://doi.org/10.1089/end.2020.0677>
63. European Union - EU. Directive 2009/54/EC concerns waters extracted from the ground of a Member State and recognised by the responsible authority of that Member State as natural mineral waters. Brussels: The European Parliament; 2010.



64. Ministério de Minas e Energia (BR). Estudo comparativo entre as classificações brasileira, norte-americana e da comunidade europeia. Brasília: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais; n. d.[acesso 04 mai 2022]. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Laboratorios-de-Analises-Minerais---Rede-LAMIN/Estudo-Comparativo-entre-as-Classificacoes-Brasileira%2C-Norte-Americana-e-da-Comunidade-Europeia-3526.html>
65. Kończyk J, Muntean E, Gega J, Frymus A, Michalski R. Major inorganic anions and cations in selected European bottled Waters. *J Geochem Explor.* 2019;197:27-36. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2018.11.006>
66. Silva ALM, Silva MFM, Silva MKG, Santos Filho AB, Pessoa AAM, Veloso RR et al. Avaliação da rotulagem de águas minerais envasadas e comercializadas na região metropolitana do Recife/PE. *Conjecturas.* 2022;22(14):365-79. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1778-2K05>
67. Santos YM, Assunção BCC, Cavalcanti CAT, Santos Júnior JA, Azevedo AJIAR, Santos JMN et al. Segurança alimentar no consumo de água envasada: um estudo de caso. *Inova Saúde.* 2024;14(5):26-40. <https://doi.org/10.18616/inova.v14i5.8575>
68. Silva ALM, Silva MFM, Silva MKG, Santos Filho AB, Pessoa AAM, Veloso RR et al. Avaliação da rotulagem de águas minerais envasadas e comercializadas na Região Metropolitana do Recife/PE. *Conjecturas.* 2022;22(14):366-79. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1778-2K05>
69. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington: The National Academies Press; 2005[acesso 12 dez 2022]. Disponível em: <https://www.posnutricao.ufv.br/wp-content/uploads/2019/08/DRI-Intakes-for-Water-Potassium-Sodium-Chloride-and-Sulfate.pdf>
70. Reeve E, Lamichhane P, McKenzie B, Waqa G, Webster J, Snowdon W et al. The tide of dietary risks for noncommunicable diseases in Pacific Islands: an analysis of population NCD surveys. *BMC Public Health.* 2022;22:1-12. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13808-3>
71. World Health Organization - WHO. Guideline: sodium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2012[acesso 7 nov 2022]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/110243/retrieve>
72. World Health Organization - WHO. Guideline: potassium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2012[acesso 3 jan 2023]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/110246/retrieve>
73. World Health Organization - WHO. Calcium and magnesium in drinking-water: public health significance. Geneva: World Health Organization; 2009 [acesso 3 jan 2023]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/52082/retrieve>
74. World Health Organization - WHO. Nutrients in drinking water. Geneva: World Health Organization; 2005[acesso 3 jan 2023]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/51499/retrieve>
75. Bhattarai S, Bista B, Yadav BK, Gynawali P, Poudyal A, Jha AK et al. Estimation of mean population salt intakes using spot urine samples and associations with body mass index, hypertension, raised blood sugar and hypercholesterolemia: findings from STEPS Survey 2019, Nepal. *PLoS ONE.* 2022;17(4):1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266662>
76. Qiao J, Lin X, Wu Y, Huang X, Pan X, Xu J et al. Global burden of non-communicable diseases attributable to dietary risks in 1990-2019. *J Hum Nutr Diet.* 2022;35:202-13. <https://doi.org/10.1111/jhn.12904>

### Agradecimentos

Os autores agradecem a parceria realizada junto ao Centro de Vigilância Sanitária e equipes técnicas dos Grupos de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo, no delineamento e cumprimento do Programa de Monitoramento.

### Contribuição dos Autores

Buzzo ML - Concepção, planejamento (desenho do estudo), aquisição, análise, interpretação dos dados e redação do trabalho. Arauz LJ - Aquisição, análise, interpretação dos dados e redação do trabalho. Carvalho MFH, Mataveli LRV - Análise. Todos os autores aprovaram a versão final do trabalho.

### Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Licença CC BY. Com essa licença os artigos são de acesso aberto que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.