

Avaliação da rotulagem e dos teores de minerais e contaminantes inorgânicos em águas minerais nacionais e importadas

Evaluation of the labelling, the minerals and inorganic contaminants in domestic and imported mineral water

Franca D. de MAIO^{1*}
Isaura A. OKADA¹
Maria de Fátima H. CARVALHO¹
Carmen S. KIRA¹
Maria Cristina DURAN¹
Odair ZENEBON¹

RIALA6/914

Maio, F. D. de et al. Avaliação da rotulagem e dos teores de minerais e contaminantes inorgânicos em águas minerais nacionais e importadas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 61(1):27-32, 2002

RESUMO. O consumo de água mineral no Brasil tem crescido nos últimos anos. Devido à escassez de dados na literatura nacional, este trabalho visou estudar a composição de minerais e a presença de contaminantes metálicos, nas águas minerais nacionais e importadas, incluindo uma avaliação da rotulagem. Foram analisadas 69 amostras quanto aos teores de Pb, Cd, Al, Cr, Hg, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn e P. Os níveis de Hg, Pb, Cd, Cu, Fe e P, encontrados em todas as amostras de águas minerais nacionais e importadas, estavam abaixo dos limites de quantificação dos métodos. 17% das marcas de águas minerais sem gás e 20% com gás, nacionais, apresentaram os teores de todos os metais determinados de acordo com a declaração na rotulagem, enquanto que todas as amostras importadas analisadas apresentaram-se de acordo com a rotulagem. Todas as amostras analisadas apresentaram-se próprias para o consumo, com relação à presença dos elementos tóxicos analisados. Das águas minerais nacionais, 63 % não atendiam à nova legislação, até maio de 2001, com relação à declaração na rotulagem do teor de minerais na forma de íons.

PALAVRAS-CHAVE. Água mineral; minerais; contaminantes metálicos; rotulagem.

* Endereço para correspondência: Instituto Adolfo Lutz – Secretaria de Estado da Saúde – SP – Divisão de Bromatologia e Química – Seção de Equipamentos Especializados. Av. Dr. Arnaldo, 355 Bairro Cerqueira César – CEP: 01246-902 – São Paulo – SP – Brasil - Fone (0XX11) 3068-2923 - FAX: (0XX11) 3085-3505 - e-mail: franmaio@ial.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

O consumo de água mineral engarrafada tem crescido no Brasil, nos últimos anos. De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)⁴, em 2000, o consumo nacional foi da ordem de 3200 milhões de litros, o que representou um crescimento de 7% em relação a 1999, sendo as regiões Norte e Sul as que apresentaram maior índice de crescimento nesse ano. O Estado de São Paulo é, segundo o DNPM, o maior engarrafador de água mineral e potável de mesa. Com relação à importação de águas minerais, no ano de 2000 houve uma queda de 6% em relação ao ano anterior⁴.

Água mineral natural, de acordo com a Resolução – RDC nº 54 de 2000 do Ministério da Saúde⁷, é a água obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais (composição iônica) e pela presença de oligoelementos e outros constituintes.

De acordo com a Portaria nº 470 sobre Rotulagem de Águas Minerais⁶, o produto engarrafado deve conter no seu rótulo a classificação da água, a composição do seu conteúdo, a qual é determinada através de análise físico-química em órgão competente, concessão de lavra, além de outras informações referentes à fonte e à empresa.

Segundo *Albu*,1997¹ e *Ghersetich*, 2001¹³, as águas minerais foram inicialmente consumidas com finalidades medicinais e por suas ações terapêuticas.

Nos últimos 20 anos, foram relatados diversos casos de contaminação química em água potável, devido à formação de compostos orgânicos halogenados durante o tratamento da água^{3,15}, além de problemas com encanamentos antigos²⁵, levando alguns consumidores a utilizar águas engarrafadas como alternativa^{12,15}.

A utilização de águas minerais vai desde o consumo “in natura”, até o preparo de alimentos e bebidas. Dessa maneira, torna-se importante verificar a qualidade desse produto, quanto à presença de minerais e também quanto à possível presença de metais pesados, que podem ser provenientes de contaminação dos mananciais, proveniente de emissões industriais^{9,10,24}, ou do processo de engarrafamento.

Os minerais exercem papéis importantes nos processos bioquímicos e fisiológicos, além de fazerem parte da composição da estrutura óssea¹⁷, enquanto que os contaminantes inorgânicos caracterizam-se principalmente por seus efeitos tóxicos. Por exemplo, o chumbo interfere no metabolismo e nas funções celulares; provoca danos nos sistemas hematopoiético, renal, reprodutivo, gastrointestinal e também no sistema nervoso central^{14,20,21,23}.

No caso do cádmio, a acumulação deste metal no organismo está ligada a problemas de hipertensão e danos nos ossos, rins e fígado²². O mercúrio e seus derivados se distribuem em todo o organismo e se acumulam no sistema nervoso central, sendo que a intoxicação por este metal pode ocasionar problemas pulmonares, gastrointestinais, renais e principalmente

neuroológicos^{17,24}.

Na literatura nacional há poucos trabalhos sobre águas minerais, especialmente sobre sua composição química. Os trabalhos publicados sobre o assunto se referem a águas minerais da região de Campinas¹⁸ e da Grande São Paulo¹⁶.

Desta forma, devido à importância do tema em termos de saúde pública e à escassez de dados, o presente trabalho visou estudar a composição das águas minerais nacionais e importadas, incluindo uma avaliação da rotulagem e comparação das concentrações dos íons encontrados com os valores declarados, além da verificação da presença de contaminantes metálicos.

MATERIAL E MÉTODO

Material

Reagentes:

- Ácido nítrico suprapur
- Persulfato de potássio P. A.
- Permanganato de potássio, isento de Hg
- Cloridrato de hidroxilamina, isento de Hg
- Cloreto estano P.A.
- Cloreto de sódio P.A.
- Nitrato de magnésio para uso em forno de grafite
- Fosfato di-ácido de amônio para uso em forno de grafite
- Ácido sulfúrico, isento de Hg
- Ácido nítrico, isento de Hg

Vidraria:

Para a análise de Al, foram utilizados materiais de polimetilpenteno, para evitar a contaminação da amostra por meio da vidraria.

Descontaminação química da vidraria: Toda a vidraria utilizada nas análises, após ter sido lavada com água e detergente neutro, foi enxaguada e mergulhada em HNO₃ a 20% durante 48 horas. Depois foi enxaguada com água desmineralizada e seca em estufa.

Equipamentos:

- Espectrômetro de absorção atômica simultâneo com forno de grafite e corretor Zeeman, modelo SIMAA 6000, Marca Perkin Elmer, equipado com tubo de grafite pirolítico, lâmpadas de catodo de Cd, Cr e Al e lâmpada de descarga sem eletrodo (EDL) para Pb.
- Espectrômetro de emissão atômica com plasma de argônio acoplado indutivamente, com modos de

leitura axial e radial, modelo OPTIMA 3000 DV, marca Perkin Elmer.

- Espectrômetro de absorção atômica Analyst 100 com gerador de hidretos (FIAS 400) e amalgamador, Marca Perkin Elmer.
- Sala Limpa classe 1000 com ilhas de classe 100.

Todos os equipamentos são periodicamente calibrados pela assistência técnica do fabricante e foram otimizados de acordo com as recomendações do manual.

Amostras:

Foram analisadas 69 amostras de águas minerais engarrafadas com capacidade de 300 a 1500 mL, comercializadas na cidade de São Paulo, sendo 58 de origem nacional e 11 importadas. Dentre as águas minerais nacionais, 50 eram sem gás (23 diferentes marcas) e 8 eram gasosas (5 marcas diferentes). Das 11 amostras importadas, de 6 diferentes marcas, 9 eram gasosas e 2 sem gás.

Das marcas importadas, 2 eram francesas, 2 italianas, 1 portuguesa e 1 húngara.

MÉTODO

Tratamento da amostra

As amostras de água mineral com gás foram colocadas no aparelho de ultra-som por 15 minutos, a fim de eliminar os gases dissolvidos e, após esse procedimento, todas as amostras de águas minerais (com e sem gás) foram acidificadas com HNO₃ concentrado suprapur, de tal maneira que a concentração final do ácido fosse 0,2 %.

Para a análise de mercúrio, as amostras de água foram tratadas por via úmida utilizando KMnO₄/H₂SO₄ e K₂S₂O₈, de acordo com o Standard Methods². A determinação dos demais elementos foi realizada diretamente nas amostras acidificadas, sem tratamento, utilizando o método do Standard Methods².

Determinação

A determinação dos minerais e contaminantes inorgânicos foi realizada utilizando as seguintes técnicas analíticas:

- Pb, Cd, Al, Cr – espectrometria de absorção atômica com forno de grafite simultâneo, com um programa térmico para o Pb e Cd e outro para Al e Cr. Os modificadores químicos usados foram:
- Pb e Cd: NH₄H₂PO₄ 0,5% + Mg(NO₃)₂·6H₂O 0,03 %
- Al e Cr: Mg(NO₃)₂·6H₂O 0,15 %
- Ba, Ca, Mn, Zn, Fe e Cu – espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio indutivamente acoplado, com modo de leitura axial.

- K, Mg, Na, K e P – espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio indutivamente acoplado, com modo de leitura radial.
- Hg – Espectrometria de absorção atômica com gerador de vapor frio e amalgamador.

OBS: Como o Al é um metal disseminado no ambiente, a determinação desse elemento, bem como de Pb, Cd e Cr, foi realizada em equipamento instalado em ilha de classe 100 dentro de uma sala limpa de classe 1000.

Antes de efetuar as análises das amostras, foram estabelecidos os LD e LQ e determinados a exatidão e precisão dos métodos.

Exatidão do método

Para avaliar a exatidão do método foi usado um material de referência certificado NIST 1643 C (Trace elements in water). No caso do mercúrio e do fósforo, devido à falta de material de referência certificado, foi empregado o método de adição de padrão, utilizando padrões com certificado de qualidade.

As porcentagens de recuperação obtidas encontram-se na Tabela 1.

A precisão dos métodos foi determinada pelo cálculo do coeficiente de variação (CV) (tabela 1).

Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ)

Os limites de detecção e de quantificação foram determinados usando a recomendação da IUPAC (11) e encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de limites de detecção e quantificação e % de recuperação dos métodos para os diferentes elementos

Elemento	LD (mg/L)	LQ (mg/L)	Recuperação (%)	Coefficiente de variação (CV) (%)
Pb*	0,15*	0,5*	96	9,9
Cd*	0,06*	0,2*	107	6,4
Al*	0,36*	1,2*	97	5,8
Cr*	0,24*	0,8*	103	2,4
Ba	0,003	0,01	100	5,2
Ca	0,009	0,3	105	2,3
Cu	0,003	0,01	92	4,3
Fe	0,006	0,02	94	6,2
K	0,12	0,4	91	0,12
Mg	0,06	0,2	104	0,59
Mn*	0,1*	0,3*	94	2,2
Na	0,35	1,2	100	0,97
Zn	0,003	0,01	91	0,40
Hg*	0,03*	0,1*	100	8,3
P	0,09	0,3	94	2,5

* Valores em µg/L

Tabela 2 – Valor mínimo, valor máximo, média e mediana, em mg/L, para as concentrações de Ba, Ca, K, Mg, Mn e Na, em águas minerais nacionais sem gás (N) e gasosas (G) e em águas minerais gasosas importadas (I)

Elemento	Mínimo			Máximo			Média			Mediana		
	N	G	I	N	G	I	N	G	I	N	G	I
Ba	0,01	0,02	0,01	0,13	0,4	0,38	0,04	0,21	0,18	0,02	0,21	0,14
Ca	0,26	2,7	151	32,4	89,2	233	11,2	33,7	200	11,9	23,0	199,8
K	0,4	0,27	0,5	4,3	99,7	21,7	2,0	25,9	7,1	2,0	2,3	2,9
Mg	0,2	0,98	3,2	16,3	33,0	60,3	4,4	14,0	38,5	2,6	9,4	56,0
Mn	0,001	0,001	0,028	0,090	0,30	0,25	0,008	0,080	0,14	0,001	0,013	0,14
Na	1,2	1,2	9,3	102,8	91,0	509	14,6	43,1	88,9	6,4	33,8	35,9

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises dos cátions nas amostras de águas minerais com e sem gás, nacionais e águas minerais com gás importadas, encontram-se na tabela 2.

Como só foram analisadas 2 amostras (1 marca) de água mineral sem gás importada, os resultados não foram relacionados na tabela 2. As médias dos resultados obtidos para Ca, K, Mg e Na foram respectivamente: 85; 1,0; 24,5 e 5,6 mg/L, sendo que as concentrações dos demais elementos estavam abaixo do LQ do método.

Os teores de Hg, Pb, Cd e Cu, encontrados em todas as águas minerais, tanto nacionais quanto importadas, estavam abaixo dos limites de quantificação do método (Tabela 1) e abaixo dos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira em vigor (Tabela 3)⁷.

Os teores de Cr, encontrados tanto nas águas minerais nacionais, quanto importadas estavam abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira⁷.

Apenas 5 % das amostras de águas minerais sem gás nacionais apresentaram concentrações de Zn variando de 0,03 a 0,08 mg/L, enquanto que as demais (com e sem gás) estavam abaixo do limite de quantificação do método. Com relação às águas importadas, apenas 1 apresentou teor de 0,02 mg/L para zinco.

Quanto ao Fe e P, todas as amostras de águas minerais, tanto nacionais quanto importadas, estavam abaixo do LQ.

Com relação ao alumínio, verificou-se que 28 % das marcas de águas minerais nacionais apresentaram teores variando de 0,003 a 0,045 mg/L, enquanto que das 6 marcas importadas, 4 apresentaram teores de alumínio que variaram de 0,004 a 0,080 mg/L e nas demais a concentração de alumínio estava abaixo do limite de quantificação do método. A legislação brasileira em vigor para água mineral não estabelece limite para alumínio, sendo que para água de abastecimento o limite máximo para este metal é 0,2 mg/L.⁵

Os valores das medianas do Mg e Ca das águas minerais gasosas importadas são, respectivamente, cerca de 6 e 9 vezes maiores que as das águas gasosas nacionais, enquanto que as águas sem gás são mais pobres nesses minerais (tabela 2). O

Tabela 3 – Limites máximos permitidos para contaminantes em águas minerais, de acordo com a Resolução RDC n° 54.

Elemento	Limite máximo (mg/L)
Bário (em Ba)	1
Cádmio (em Cd)	0,003
Cromo total (em Cr)	0,05
Cobre (em Cu)	1
Chumbo (em Pb)	0,01
Manganês (em Mn)	2
Mercúrio (em Hg)	0,001

consumo dessas águas pode, por um lado, contribuir para o aumento da ingestão diária recomendável (IDR) de cálcio, que é de 800 mg e por outro, acarretar riscos para os paciente com problemas de cálculo renal¹⁹.

Segundo o FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), as águas minerais são consideradas isentas de sódio, quando apresentarem teores deste metal abaixo de 22 mg/L¹⁹. Das marcas de águas minerais nacionais analisadas, 84 % das sem gás e 20 % das gasosas podem ser classificadas como isentas de sódio. Quanto às importadas, apenas 20 % podem ser assim classificadas.

Segundo a legislação nacional⁷, deve constar no rótulo a expressão “contém sódio”, quando o produto contiver mais de 200 mg/L deste elemento. De acordo com os resultados obtidos, nenhuma das águas minerais nacionais foi assim classificada.

17% das marcas de águas minerais sem gás e 20% com gás, nacionais, apresentaram todos os metais analisados de acordo com a rotulagem. As demais apresentaram pelo menos um cátion em desacordo. As diferenças observadas, entre os valores declarados e os obtidos experimentalmente, para as concentrações dos minerais, podem ser devidas às variações da composição da água ao longo do tempo, modificações no regime de bombeamento e nos volumes extraídos¹⁹, apesar da legislação brasileira considerar a água mineral como tendo composição constante.

Quanto às águas de origem estrangeira, todas as amostras analisadas estavam de acordo com a rotulagem. A diferença entre as águas minerais de origem nacional e estrangeira, no que se refere à concordância das concentrações dos elementos analisados com a rotulagem, pode ser devida ao pequeno número de amostras de águas minerais importadas analisadas.

De acordo com a classificação de águas minerais⁸, nenhuma das marcas de águas minerais sem gás analisadas foi considerada ferruginosa ou alcalino terrosa cálcica ou magnésiana, apesar de 2 marcas apresentarem tal classificação na rotulagem. De acordo com os resultados analíticos, uma das marcas analisadas foi classificada como alcalino carbonatada, o que estava de acordo com o declarado na rotulagem.

Uma das marcas de água mineral gasosa nacional apresentou na rotulagem a classificação como alcalina bicarbonatada, porém a análise não confirmou esta classificação.

Com relação à rotulagem, verificou-se que, até maio de 2001, 66 % das marcas de águas minerais sem gás e 60 % das marcas de águas gasosas nacionais analisadas não atendiam à nova Resolução sobre rotulagem, Portaria 470⁶, e continuavam declarando no rótulo os teores de sais (por exemplo, sulfato de cálcio, fosfato de cálcio, bicarbonato de cálcio, etc.) e não de íons.

Com relação às marcas importadas analisadas, verificou-se que todas elas apresentaram na rotulagem a composição dos

minerais na forma de íons.

CONCLUSÃO

Todas as amostras de águas minerais analisadas apresentaram-se próprias para o consumo, com relação à presença dos metais tóxicos analisados.

Todas as amostras de águas minerais importadas apresentaram concordância entre os valores declarados na rotulagem e os obtidos experimentalmente, para todos os elementos analisados. Quanto às águas minerais nacionais, 17% das amostras sem gás e 20% das com gás apresentaram tal concordância. As demais apresentaram pelo menos um elemento em desacordo.

As águas minerais importadas são mais ricas em cálcio e magnésio que as nacionais.

63 % das marcas de águas minerais nacionais não atendiam à nova legislação (em maio de 2001), com relação à declaração, na rotulagem, do teor de minerais na forma de íons.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro.

RIALA6/914

MAIO, Franca D. et al. Evaluation of the labelling, the minerals and inorganic contaminants in domestic and imported mineral water **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 61(1):27-32, 2002

ABSTRACT. Consumption of bottled mineral water in Brazil has increased over the past year, due to its convenience and relative safety. The quality of water is affected by the structure of the water network, the pipe and the treatment of water that sometimes could change its taste. The mineral and inorganic contaminants levels of 69 samples of bottled mineral water were investigated by Atomic Absorption Spectrometry (AAS) and Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP OES). The concentrations of mercury, lead, cadmium, copper, iron and phosphorus were below the limit of quantification. 17 % of the domestic sample brands were in accordance with the label and for the imported ones, all the samples agree or were in conformity with the label. 63 % of the domestic mineral water failed to comply with the Brazilian new legislation about bottled mineral water labelling. In conclusion, the analysed samples were proper to consumption.

KEYWORDS. Mineral water; minerals; inorganic contaminants; labelling; AAS; ICP OES.

REFERÊNCIAS

1. Albu, M.; Banks, D.; Nash, H. **Mineral and thermal groundwater resources**. London: Chapman and Hall, 1997, p. 447.
2. APHA – AWWA – WEF: **Standard Methods for the Examination of water and wastewater** (ed. 18). Washington, DC, American Public Health Association, 1992, p 1-1/4-138.
3. Barret, J. H.; Parslow, R. C.; McKinney, P. A.; Law, G. R.; Forman, D. Nitrate in drinking water and the incidence of gastric, esophageal, and brain cancer in Yorkshire, England. **Cancer causes control**. 9/2: 153-159, 1998.
4. Brasil. DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2001**. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 04 maio 2001.
5. Brasil. Leis, Decretos, etc. – Portaria n° 36, de 19/01/90. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano **Diário Oficial**, Brasília, 23 de janeiro de 1990, Seção I, p. 1651-1654.
6. Brasil. Leis, Decretos, etc. – Portaria n° 470, de 24/11/99. O Ministério de Minas e Energia institui as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. **Diário Oficial**, Brasília 24 de novembro de 1999, Seção I – E.
7. Brasil. Leis, Decretos, etc. – Resolução – RDC nº 54, de 15 de junho de 2000. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de água mineral natural e água natural. **Diário Oficial**, Brasília 19 de junho de 2000, Seção I, p. 37-38.
8. Brasil. Ministério da Saúde – Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (C.N.N.P.A) – Resolução n° 25/76, **Diário Oficial**, Brasília, 03 de fevereiro de 1977.
9. Campillo, N.; Viñas, P.; García, I. L.; Córdoba, M. H. Rapid determination of lead and cadmium in biological fluids by electrothermal atomic absorption spectrometry using Zeeman correction. **Anal. Chim. Acta**. 390: 207-215, 1999.
10. Clarkson, T. W. The toxicology of mercury. **Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.** 34/4: 369-403, 1997.
11. Currie, L. A. – Nomenclature in Evaluation of Analytical Methods Including Detection and Quantification Capabilities (IUPAC Recommendations). **Pure & Appl. Chem.** 67 (10), p. 1669-1723, 1995.
12. Evandri, M. G.; Bolle, P. Pharmacotoxicological screening of commercially available Italian natural mineral waters. **II Farmaco**. 56: 475-482, 2001.
13. Ghersetich, I.; Brazzini, B.; Hercogova, J.; Lotti, T. M. Mineral waters: instead of cosmetics or better than cosmetics? **Clin. Dermatol.** 19: 478-482, 2001.
14. Hilts, S.R.; Bock, S.E.; Oke, T.L.; Yates, C.L.; Copes, R.A. Effect of Interventions on Children's blood lead levels. **Environ. Health Perspec.** 106 (2): 79-83, 1998.
15. Misund, A.; Frengstad, B.; Siewers, U.; Reimann, C. Variation of 66 elements in European bottled mineral waters. **Sci. Total Environ.** 243/244: 21-41, 1999.
16. Nishihara, L.; Alaburda, J.; Maio, F.D. Características físico-químicas das águas de fontes minerais da região da Grande São Paulo. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 57 (2): 19-25, 1998.
17. OMS - Organização Mundial de Saúde. **Elementos Traço na Nutrição e Saúde Humanas**, São Paulo, Roca, 1998, p. 297.
18. Pedro, N.A.R.; Freitas, V.P.S.; Badolato, M.I.C.; Oliveira, E. – Determinação de metais em águas minerais na região de Campinas, Estado de São Paulo, **Quím. Nova**, 14(4):108-109, 1991.
19. Pip, E. Survey of bottled drinking water available in Manitoba, Canada, **Environ. Health Perspec.** 108 (9), 2000.
20. Pirkle, J.L.; Kaufman, R.B.; Brody, D. J.; Hickman, T.; Gunter, E.W.; Paschal, D.C. Exposure of the U.S. population to lead, 1991-1994. **Environ. Health Perspec.** 106 (11): 745-750, 1998.
21. Subramanian, K. S. Determination of lead in blood by graphite furnace atomic absorption spectrometry – a critique. **Sci. Total Environ.** 89: 237-250, 1989.
22. Subramanian, K. S.; Meranger, J. C. A rapid electrothermal atomic absorption spectrophotometric method for cadmium and lead in human whole blood. **Clin. Chem.** 27/11: 1866-1871, 1981.
23. Yen, C. C.; Chen, W. K.; Hu, C. C.; Wei, B. L.; Chung, C.; Kuo, S. C. Lead determination in whole blood by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Atom. Spectr.** 18(2), March/April, 1997.
24. Wolfe, M. E.; Schwarzbach, S.; Sulaiman, R. A. Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review. **Environ. Toxicol. Chem.** 17/2: 146-160, 1998.
25. Zacheus, O. M.; Martikainen, P. J. Physicochemical quality of drinking and hot waters in Finnish buildings originated from groundwater or surface water plants. **Sci. Total Environ.**, 204: 1-10, 1997.

Recebido em 20/08/2001; Aprovado em 04/07/2002