

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS DE FONTES MINERAIS DA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

Linda NISHIHARA*¹,
Janete ALABURDA*,
Franca Durante de MAIO*

RIALA 07/833

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.

RESUMO: Visando avaliar a qualidade de águas minerais, foram analisadas amostras de 12 fontes minerais localizadas na Região Metropolitana da Grande São Paulo. As amostras foram coletadas trimestralmente durante o período de um ano, diretamente da fonte e submetidas à análise dos seguintes parâmetros físico-químicos: aspecto; cor; odor; turbidez; pH; alcalinidade de hidróxidos, de carbonatos e de bicarbonatos; cálcio; cloreto; dureza total; ferro; magnésio; nitrogênio amoniacal, albuminóide, nitrito e nitrato; oxigênio consumido; potássio; sódio; sulfato; arsênio; bário; cádmio; chumbo; cianeto; cobre; cromo total; fluoreto; manganês e zinco. As amostras de águas minerais apresentaram constância nos resultados dos parâmetros analisados durante o período das coletas, sendo que os valores obtidos encontraram-se de acordo com os da legislação vigente, com exceção de uma única fonte que apresentou concentrações de manganês e de nitrato acima do previsto na legislação. A faixa de concentração dos elementos metálicos mais abundantes foi de 2,8 a 19 mg/L para o sódio, 1,3 a 3,4 mg/L para o potássio, 0,6 a 14 mg/L para o cálcio e 0,8 a 11 mg/L para o magnésio. Os teores dos demais metais analisados apresentaram-se abaixo dos limites de detecção dos métodos (0,01 mg/L para Mn, Cr, Cu e Cd; 0,02 mg/L para As; 0,03 mg/L para Pb e Al), sendo que apenas o íon zinco apresentou valores de 0,01 a 0,13 mg/L, podendo-se classificar as águas analisadas como oligominerais.

DESCRITORES: Águas minerais; parâmetros físico-químicos de águas minerais; análise de águas minerais.

INTRODUÇÃO

As águas minerais, segundo a Resolução 25/76 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA)¹³, são definidas como águas de origem profunda não sujeitas à influência de águas superficiais, provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, que possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns. Poderão ser também consideradas como águas minerais, as águas de origem profunda que, mesmo sem atingir os limites da classificação estabelecidos pelos padrões vigentes, possuam comprovada propriedade favorável à saúde.

As águas minerais¹³ são classificadas quanto à sua composição química, de acordo com o elemento predominante, podendo ter classificação mista as que acusarem na sua composição mais de um elemento digno de nota.

A qualidade química destas águas é o resultado da composição original das águas meteóricas, do tipo de solo e rocha presentes na zona saturada e não saturada, tempo de circulação, clima e biota¹⁸. A sua composição química não é estática em relação ao tempo, sendo que modificações no regime de bombeamento e volumes extraídos podem causar alterações significativas na concentração salina das mesmas¹⁵.

* Instituto Adolfo Lutz - Serviço de Química Aplicada - Divisão de Bromatologia e Química - Av. Dr. Arnaldo, 355 - Cerqueira Cesar - CEP 01246-902 - São Paulo - SP

(1) Pesquisador responsável para receber a correspondência: - Instituto Adolfo Lutz - Divisão de Bromatologia e Química - Seção de Águas.

O consumo de água mineral no Brasil apresenta um crescimento contínuo, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste. O volume de produção¹ que era em torno de 800 milhões de litros em 1989, ultrapassou a marca de 1 bilhão e meio de litros em 1995, sendo o índice médio anual de crescimento deste setor cerca de 20%. As previsões de produção²⁶ para 1997 apontam para um mínimo de 2 bilhões de litros. Dados de 1990 mostraram³⁰ 202 concessões de lavras existentes para a exploração de fontes minerais em todo o território nacional, sendo que o Estado de São Paulo é o maior produtor no País², liderando o engarrafamento de água mineral e potável de mesa.

Este crescimento no consumo de águas minerais pode estar relacionado com a poluição dos mananciais que abastecem as grandes metrópoles, constatada ou não, além de muitos consumidores considerarem que as águas minerais possuem efeitos medicinais benéficos para a saúde, especialmente para a digestão. Portanto, o conhecimento das características físico-químicas destas águas é uma informação importante para a garantia da saúde da população, uma vez que devido às ações antrópicas pode ocorrer a contaminação dos mananciais, como no caso das águas provenientes de aquíferos fraturados em rochas ultrabásicas que apresentam tendência ao enriquecimento de fluoretos e de outros materiais¹⁸.

O fluoreto pode ocorrer naturalmente em águas subterrâneas mas é classificado como um contaminante pela legislação vigente¹³, porque quando se encontra em concentrações elevadas pode ocasionar a fluorose dentária e óssea^{5,6}. Por outro lado, a presença de metais pesados em águas de consumo humano está geralmente relacionada com a contaminação dos mananciais por resíduos industriais^{5,6}. A ingestão dos mesmos pode causar sérios problemas à saúde da população^{5,6,9}, desde distúrbios gastro-intestinais até disfunção mental e motora relacionada à degeneração do sistema nervoso.

A literatura referente às águas minerais brasileiras é bem escassa, havendo poucos trabalhos publicados com o objetivo de verificar a qualidade das mesmas^{16,24,30}. Por outro lado, o Código de Águas Minerais¹¹ deve ser revisado, uma vez que permite a caracterização das águas como nitradas, toriativas ou radíferas. O nitrato, independentemente da sua origem, pode causar doenças como a metemoglobinemia em bebês^{6,10,21,23}, além da suspeita de ser precursor de compostos cancerígenos^{10,23}, por outro lado nitrogênio amoniacal pode ser indicativo de fontes de poluição próximas e de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias^{5,6,7}.

No sentido de ampliar as informações sobre o assunto, realizou-se um monitoramento das características físico-químicas das águas de fontes localizadas na Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMGSP), cuja água mineral encontra-se disponível no mercado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas 4 amostras trimestrais de 12 fontes minerais localizadas na Região Metropolitana da Grande São Paulo, no período de setembro de 1995 a novembro de 1996. As amostras foram coletadas diretamente das fontes em recipientes adequados e preservadas de acordo com os parâmetros a serem analisados⁵, conforme descrito na tabela 1. Os métodos utilizados^{3,5,19,20,28} nas determinações estão apresentados resumidamente nas tabelas 2 e 3, bem como os valores máximos permissíveis (VMP) previstos na legislação¹³. Foram utilizados os seguintes equipamentos: espectrofotômetro Hach — DR 2000; espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 3110 e fotômetro de chama Evans.

Para a análise de metais, as amostras acidificadas foram previamente digeridas^{5,20} antes do procedimento ana-

TABELA 1
Condições de coleta e preservação das amostras de águas de acordo com o parâmetro a ser analisado⁵.

Parâmetro	tipo de frasco	preservação
Alcalinidade	borosilicato	4°C
Amônia e Nitrogênio albuminóide	borosilicato	4°C e pH<2(H ₂ SO ₄)
Arsênio	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Bário	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Cádmio	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Chumbo	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Cianeto	polietileno	pH>12(NaOH)-4°C
Cloretos	borosilicato	4°C
Cromo total	polietileno	pH<2(HNO ₃)-4°C
Cobre	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Cor	borosilicato	-
Dureza total	borosilicato	pH < 2(HNO ₃)
Ferro total	polietileno	pH<2 (HNO ₃)-Tamb
Fluoreto	polietileno	-
Manganês	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Nitrato	borosilicato	4°C
Nítrito	borosilicato	4°C
Oxigênio consumido	borosilicato	- *
pH	borosilicato	- *
Potássio	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb
Sódio	polietileno	-
Sulfato	borosilicato	4°C
TDS	borosilicato	4°C
Turbidez	borosilicato	proteção da luz - 4°C
Zinco	polietileno	pH<2(HNO ₃)-Tamb

* A análise deve ser realizada imediatamente após a coleta

TABELA 2
Parâmetros físico-químicos e íons característicos avaliados nas amostras de águas, métodos analíticos utilizados^{3,5,19,20,28} e o valor máximo permissível (VMP) segundo a legislação vigente¹³.

Parâmetro	método utilizado	VMP ^a
Alcalinidade	volumetria de neutralização reagente: H ₂ SO ₄ ; indicadores: fenolftaleína e alaranjando de metila (± 1,7 mg/L)	0 (devido à hidróxidos)
Amônia e Nitrogênio albuminóide	espectrofotométrico (λ = 450nm)	0,03 mgN/L
Cloreto	destilação/reagente de Nessler (0,02 mg/L)	0,05 mgN/L
Cor	volumetria de precipitação método de Mohr (± 0,4 mg/L)	100 mg/L
Dureza total	espectrofotométrico (λ = 455nm)	5 uH
Ferro total	volumetria de complexação Reagente: EDTA e indicador Eriocromo preto T (± 1,3 mg/L)	- ^b
Nitrato	espectrofotométrico (λ = 510 nm) reagente: o-fenantrolina (± 0,03 mg/L)	- ^b
Nitrito	espectrofotométrico (λ = 400 nm) reagente: ácido fenoldissulfônico (± 0,05 mg/L)	1,3 mgN/L
Oxigênio consumido	espectrofotométrico (λ = 520nm) reagente: ácido sulfanílico (± 0,002 mg/L)	ausente
pH	permanganométrico	3,5 mg/L
Potássio	potenciométrico	4,0-9,0
Sódio	fotometria de chama	-b
Sulfato	fotometria de chama	-b
TDS	espectrofotométrico (λ = 450nm)	-b
Turbidez	reação com íons Ba ²⁺ (± 2,2 mg/L) condutométrico	-
	turbidimétrico	3 uT

^a Valor máximo permissível segundo a legislação vigente, Resolução 25/76 da CNNPA, Portaria 14 Bsb de 12/01/77

^b parâmetros que não tem valor máximo permissível, porém são importantes para classificação das águas minerais.

TABELA 3
Contaminantes inorgânicos avaliados nas amostras de águas, métodos analíticos utilizados^{3,5,19,20,28} e valor máximo permissível (VMP) segundo a legislação vigente¹³.

Parâmetro	método utilizado	VMP ^a
Arsênio	formação de arsina e reação com iodeto de mercúrio (± 0,01 mg/L)	0,05 mg/L
Bário	espectrofotométrico (λ = 450nm)	1,0 mg/L
Cádmio	reação com íons SO ₄ ²⁻ (± 2,2 mg/L)	0,01 mg/L
Chumbo	absorção atômica com chama	0,05 mg/L
Cianeto	absorção atômica com chama espectrofotométrico (λ = 612 nm)	0,2 mg/L
Cromo total	reagente: piridina-pirazolone (± 0,004 mg/L) ou eletrodo íon seletivo	0,05 mg/L
Cobre	espectrofotométrico (λ = 540 nm) reagente: 1,5-difenilcarbohidrazida (± 0,025mg/L)	1,0 mg/L
Fluoreto	espectrofotométrico (λ = 560 nm) reagente: ácido bicintronítrico (± 0,007 mg/L)	1,0 mg/L
Manganês	espectrofotométrico (λ = 580 nm) reagente: SPADNS ou eletrodo íon seletivo	0,05 mg/L
Zinco	espectrofotométrico (λ = 560 nm) reagente: PAN (± 0,0049 mg/L)	5,0 mg/L
	espectrofotométrico (λ = 620nm) reagente: zincon (± 0,008 mg/L)	

^a Valor máximo permissível segundo a legislação vigente, Resolução 25/76 da CNNPA, Portaria 14 Bsb de 12/01/77

lítico, sendo que para as determinações de arsênio, sulfato e bário as amostras foram concentradas 10 vezes, enquanto que para cádmio e chumbo 20 vezes. Foram realizados testes qualitativos prévios^{4,8} para o sulfato e o bário numa porção da amostra acidificada e pré-concentrada, utilizando-se solução aquosa de cloreto de bário a 10% para o sulfato e solução aquosa de sulfato de sódio a 10% para o bário, sendo que o limite de detecção para ambos os íons é de 0,5 mg/L. Quando o teste prévio acusou turvação, procedeu-se à análise quantitativa da amostra.

Todas as determinações foram acompanhadas de um branco preparado de forma similar à amostra, utilizando-se água destilada e deionizada.

RESULTADOS

Os resultados das análises das amostras das águas minerais, provenientes diretamente das fontes, são apresentados nas tabelas 4 e 5, expressos em mg/L. Os valores apresentados na tabela 4 correspondem aos parâmetros físico-químicos e íons característicos e na tabela 5 aos contaminantes inorgânicos. Os valores apresentados correspondem à média aritmética dos resultados das amostragens realizadas trimestralmente, uma vez que as medidas de cada parâmetro não diferiram em mais que 10% dos valores destas médias.

DISCUSSÃO

Os resultados relacionados nas tabelas 4 e 5 correspondem a composição físico-química das águas minerais colhidas diretamente da fonte. Desse modo, evitou-se possíveis alterações decorrentes da etapa de engarrafamento²⁷, bem como, do próprio armazenamento das águas engarrafadas^{17,22,29}.

Os resultados apresentados com relação aos parâmetros organolépticos foram adequados aos padrões de água mineral, sendo que os mesmos foram bastante inferiores aos valores máximos permissíveis¹³ para a cor (5uH) e para a turbidez (3 uT). Ainda para a maioria das amostras analisadas (75%) a cor não foi detectada, isto é, os valores medidos foram equivalentes a zero uH. Quanto ao aspecto todas as amostras apresentaram-se límpidas, sendo também observada a ausência de odor. Estas características são facilmente perceptíveis, sendo importantes para uma avaliação prévia do produto no momento do seu consumo. Os resultados observados também indicam que as fontes amostradas apresentaram condições adequadas de proteção do manancial e de captação.

Os valores de pH das amostras analisadas apresentaram-se próximos da neutralidade, verificando-se que a alcali-

linidade das amostras é devida somente à presença de bicarbonatos. Quanto aos resultados encontrados para a dureza total, observa-se também teores relativamente baixos, os quais seguem as reduzidas concentrações detectadas de cálcio (0,6 a 14 mg/L) e de magnésio (0,8 a 11 mg/L).

Os íons cloreto, ferro, potássio, sódio e sulfato que geralmente ocorrem de forma natural nas águas minerais devido às características geológicas da região em que a fonte está localizada¹⁸, também se apresentaram em quantidades relativamente baixas. Resultados semelhantes também foram observados para os contaminantes inorgânicos cianeto e arsênio. Quanto ao teor de oxigênio consumido, que está relacionado indiretamente com a matéria orgânica presente e com o grau de oxidação da água⁷, os valores obtidos estão na faixa de 0,2 a 0,5 mg/L de oxigênio e foi detectado em todas as amostras analisadas, indicando um teor relativamente pequeno de substâncias redutoras presentes nas amostras.

Com relação a presença de compostos de nitrogênio, somente foi observada a ocorrência de nitratos em 10 (83 %) das 12 fontes analisadas, sendo que nitrogênio amoniacal e albuminóide e nitrito sempre estiveram ausentes. A legislação vigente¹⁴ estabelece como concentração limite para o nitrogênio nítrico 1,1 mg N-NO₃/L, sendo que poderá ser tolerada a presença de até 4,5 mg N-NO₃/L no caso de exame bacteriológico satisfatório. Desta forma, com base nos resultados da tabela 4, somente uma das fontes analisadas apresentou teor médio de nitrato igual a 6,0 mg N-NO₃/L, o qual está em desacordo com a legislação, enquanto que para as duas fontes que apresentaram concentrações médias iguais a 3,2 e 3,5 mg N-NO₃/L são necessárias informações adicionais para a sua avaliação.

A maior concentração de fluoreto obtida foi de 0,30 mg/L, estando este valor abaixo do limite máximo permissível para as águas minerais (1,0 mg/L) ou da faixa recomendada para as águas de abastecimento^{12,25} (0,6 a 0,8 mg/L) para fins de prevenção da cárie dentária.

Dos metais analisados, apenas o zinco e o manganês foram detectados, enquanto que o bário, cádmio, chumbo, cobre e crômio foram encontrados em concentrações abaixo do limite de detecção do método analítico⁵. No caso do manganês, somente uma fonte apresentou concentração acima do limite de detecção do método, observando-se um teor de 0,14 mg/L que está em desacordo com o limite estabelecido pela legislação¹³. Convém salientar, que este valor limite para o manganês está relacionado com questões de ordem estética, isto é, com as propriedades organolépticas e não com efeitos adversos à saúde humana^{6,7,9}. Ainda, é importante ressaltar que esta fonte com teor elevado de manganês também apresentou teor de nitrato acima do valor máximo permissível pela Resolução 05/78¹⁴.

TABELA 4
Parâmetros físico-químicos e dos íons característicos das amostras de águas minerais. Valores médios das amostragens trimestrais.

Parâmetro	fontes											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Alcalinidade:												
hidróxido (mg/L CaCO ₃)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
carbonato (mg/L CaCO ₃)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bicarbonato(mg/L CaCO ₃)	68	15	12	18	10	23	12	15	13	37	20	11
Aspecto	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Cálcio (mg/L)	14	0,6	2,4	2,4	4,3	3,6	1,6	2,1	2,0	8,0	4,8	2,4
Cloreto (mg/L)	6,0	7,0	15	6,0	14	5,0	5,5	7,0	6,5	6,7	8,0	9,5
Cor (uH)	0	0	0	0	0	0	≤3	≤2	0	0	≤2	0
Dureza total(mg/L CaCO ₃)	40	19	44	33	37	18	26	19	18	37	33	27
Ferro total (mg/L)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Magnésio (mg/L)	0,9	1,5	1,7	4,3	3,4	1,7	1,6	2,9	0,8	11	3,7	2,4
NH ₃ amoniacal (mg/L N)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NH ₃ albuminoide (mg/L N)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Nitrito (mg/L N)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Nitrato (mg/L N)	nd	0,3	6,0	0,2	1,0	0,7	nd	0,4	0,2	0,1	3,5	3,2
Odor	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus
Oxigênio consumido(mg/L)	0,5	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
	7,2	6,0	5,1	6,2	5,7	5,5	5,8	5,9	5,7	6,7	5,3	5,5
pH	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	7,6	6,3	5,8	6,3	6,2	6,1	6,7	6,3	5,9	6,9	6,1	5,8
Potássio (mg/L)	1,8	1,6	3,4	1,5	2,6	2,3	1,3	1,3	1,4	3,0	2,0	2,2
Sódio (mg/L)	19	3,8	16	3,7	8,9	4,7	3,0	3,6	2,8	5,6	6,6	6,6
Sulfato (mg/L)	4,0	nd	1,4	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	2,1	nd	1,8
TDS (mg/L NaCl)	76	18	62	25	46	35	19	23	15	45	46	38
Turbidez (uT)	≤ 0,3	0,2	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,3	≤ 0,6

L = límpido; nd = não detectado; aus = ausente

TABELA 5
Teores dos contaminantes inorgânicos nas amostras de águas minerais. Valores médios (em mg/L) das amostragens trimestrais.

Parâmetro	fontes											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
As	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ba	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pb	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
CN	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cu	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cr total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
F	0,30	0,06	0,11	0,11	0,06	0,08	0,03	0,10	0,03	0,18	0,08	0,14
Mn	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zn	0,08	0,04	0,01	0,05	0,13	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,06	0,02

A partir dos resultados experimentais das amostras de águas minerais analisadas verificou-se a presença de concentrações bastante reduzidas dos íons normalmente presentes na sua composição, fato que também está de acordo com os valores obtidos na análise dos sólidos totais dissolvidos (TDS), os quais situaram-se na faixa de 15 a 76 mg/L.

CONCLUSÃO

As amostras de águas provenientes das fontes minerais apresentaram composição química dentro dos limi-

tes permitidos pela legislação, com exceção de uma única fonte que apresentou concentração de manganês de 0,14 mg/L e de nitrato de 6,0 mg N-NO₃/L, parâmetros que estão em desacordo com a legislação vigente para as águas minerais.

De forma geral, as amostras de águas minerais analisadas apresentaram boa qualidade, quanto aos parâmetros físico-químicos estudados. Como essas amostras não apresentaram nenhum íon em teores que as incluíssem em uma classificação especial, as águas minerais analisadas podem ser classificadas como oligominerais.

NISHIHARA, L.; ALABURDA, J.; MAIO, F. D. - Physico-chemical characteristics of water from mineral sources of São Paulo metropolitan region. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 57 (2):19-25, 1998.

ABSTRACT: Studies were conducted to evaluate the water quality from twelve mineral sources located in Metropolitan Region of São Paulo. The samples were collected trimestrially during one year and were submitted to physico-chemical measurements. Data are presented for aspect; color; odour; turbidity; pH; alkalinity; calcium; magnesium; total hardness; chloride; iron; ammonia and albuminoid nitrogen; nitrite; nitrate; consumed oxygen; potassium; sodium; sulphate; arsenium; barium; cadmium; lead; cyanide; copper; chromium; fluoride; manganese; zinc and total dissolved solids. The observed values for each one of these parameters were similar during the studied period. Most of the sources agree with the requirements of the Federal Brazilian Regulations, despite one of them exceeded the maximum contaminant levels for manganese and nitrate. The concentration ranges for some of the common metallic elements were 2,8 to 19 mg/L for Na; 1,3 to 3,4 mg/L for K; 0,6 to 14 mg/L for Ca and 0,8 to 11 mg/L for Mg. The other metallic elements were below the limit established by the Brazilian legislation, with the exception of manganese in one sample. The physico-chemical parameters as pH, color, turbidity, alkalinity and odour were within the established values by Brazilian legislation. The mineral water of the sources may be classified as oligo mineral.

DESCRIPTORS: Mineral water; physico-chemical parameters of mineral water; mineral water analysis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABINAM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁGUAS MINERAIS - Rumo aos dois bilhões de litros, *Revista Água*, Belver Editorial, São Paulo, 9-12, 1997.
2. ABINAM/DNPM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁGUAS MINERAIS E DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, *Água Mineral no Brasil: Retrato Histórico da Indústria Engarrafadora*, Ed. Arte & Ciência, São Paulo, 1996.
3. ADAMS, V.D. - *Water & Wastewater Examination Manual*, 1a ed, Lewis Publishers, Michigan, 1991, p. 247.
4. ALEXÉEV, V. - *Análise Quantitativa*, 1a ed., Editora Lopes da Silva Porto, Lisboa, 164-167, 1972.
5. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17a ed., Washington, 1-1/1-8 e 4-75/4-93, 1992.
6. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) - *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*, McGraw Hill, 4a ed., USA, 1990, p.1194.
7. AZEVEDO NETTO, J. M. - *Técnica de abastecimento e tratamento de água, volume I: abastecimento de água*, CETESB/ASCETESB, 3a ed., São Paulo, 1987, p. 332.

8. BACCAN, N.; ANDRADE, J.C.; GODINHO, O.E.S.; BARONE, J.S. - *Química Analítica Quantitativa Elementar*, 2a ed., Editora Edgar Blucher Ltda, São Paulo, 165-167, 1992.
9. BEAN, E.L. - Potable Water - Quality Goals, *J. Am. Water Works Associ.*, Denver, 221-230, 1974.
10. BOUCHARD, D.C.; WILLIAMS, M.K.; SURAMPALLI, R.Y. - Nitrate Contamination of Ground Water: Sources and Potential Health Effects, *J. Am. Water Works Associ.*, Denver, 85-90, 1992.
11. BRASIL. Leis, Decretos, etc. Código de Águas Minerais, Decreto Lei nº 7.841, 08.08.45. *Diário Oficial*, 20 de agosto de 1945, p. 194.
12. BRASIL. Leis, Decretos, etc. Portaria nº 36, de 19.01.90. *Diário Oficial*, Brasília, 23 jan. 1990, Seção I p. 1651-1654. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano.
13. BRASIL. Ministério da Saúde - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (C.N.N.P.A.) - Resolução nº 25/76, *Diário Oficial*, 03 de fevereiro de 1977.
14. BRASIL. Ministério da Saúde - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (C.N.N.P.A.) - Resolução nº 05/78, *Diário Oficial*, Seção 1, p. 10979, 14 de julho de 1978.
15. DOMENICO, P.; SCHWARTZ, F. - *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Sons, New York, 1990, p. 824.
16. FRANCO, F.C.; MALTZ, M. - A concentração de fluoretos em águas minerais, chás brasileiros e chimarrão. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas, 8, Águas de São Pedro, São Paulo, 1991, *Anais*, p.4
17. GUERZONI, M.E.; LANCIOTTI, R.; SINIGAGLIA, M.; GARDINI, F. — Analysis of the interactions between autochthonous bacteria and packaging material in PVC - bottled mineral water, *Microb. Res.*, **149**(2): 115-122, 1994.
18. HIRATA, R. - Qualidade das águas subterrâneas e das águas minerais. In: Simpósio de Águas Subterrâneas - A alternativa eficaz para o suprimento de água industrial no presente e no futuro, São Paulo, *Anais*, Cetesb, 1995.
19. HUMP, H.H.; KIRST, H. - *Laboratory Manual for the Examination of Water, Wastewater and Soil*, 2a ed., V.C.H., New York, 1992, p 190.
20. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo) - *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, volume I: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos*. IMESP, 3a ed., São Paulo, 313-319, 1985.
21. MATO, A.P. - Determinação de Nitratos, Nitritos e prováveis fontes de contaminação em águas de poços e sua influência na metemoglobinemia infantil. São Paulo, 1996 [Dissertação de Mestrado — Curso de Pós- Graduação em Saneamento Ambiental, Universidade Mackenzie].
22. MONARCA, S.; FUSCO, R.; BISCARDI, D.; FEO, V.; PASQUINI, R.; FATIZONI, C.; MORETTI, M.; ZANARDINI, A. - Studies of migration of potentially genotoxic compounds into water stored in PET bottles, *Food Chem. Toxic.*, **32**(9): 783-788, 1994.
23. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - *Nitratos, nitritos and N-nitroso compounds*, Geneva, 1978, p. 107.
24. 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, *Química Nova*, **14**(4): 108-109, 1991.
25. SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. Resolução SS-250, 15.08.95, *Diário Oficial do Estado*, seção 1, p. 11.
26. SIMÕES, R.A.P. - Análise do Mercado de águas minerais e suas tendências, *Engarrafador Moderno*, Aden Editora e Comunicações Ltda., 13-26, 1997.
27. STEINER, I.; KREIS, G.; WASHETTL, J. - Food hygienic investigations in a mineral water bottling plant, *Ernaehrung*, **19**(7/8): 321-324, 1995.
28. THEROUX, F.R.; ELDRIDGE, E.F.; MALLMANN, W. LEROY - *Laboratory Manual for Chemical and Bacterial analysis of Water and Sewage*, 3a ed., McGraw Hill, New York, 1943, p. 273.
29. VESTUCCI, G.; FAVA, P.; TINELLI, L. - Container barrier properties and physicochemical characteristics of mineral water. Preliminary study on the interaction, *Rassegna dell' Òmballaggio-e-Confezionamento*, **17**(2): 6-8, 1996.
30. VILLENA, R.S.; BORGES, D.G.; CURY, J.A. - Avaliação da concentração de flúor em águas minerais comercializadas no Brasil. *Rev. Saúde Pública*, **30**(6): 512-518, 1996.

Recebido para publicação em 19/12/97

