

Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano

Physico-chemical evaluation of drinking water quality from wells and springs for human consumption

RIALA6/1282

Maria Anita SCORSAFAVA, Arlete de SOUZA, Monica STOFER, Claudete Azevedo NUNES, Thaís Valéria MILANEZ*

*Endereço para correspondência: Núcleo de Águas e Embalagens, Centro de Contaminantes, Instituto Adolfo Lutz, Av. Dr. Arnaldo 355, CEP 01246-902, São Paulo, SP, Brasil.e-mail: thaismil@ial.sp.gov.br
Recebido: 09.03.2010 – Aceito para publicação: 04.05.2010

RESUMO

A água para o consumo humano foi avaliada segundo os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº518 do Ministério da Saúde, que dispõe as normas de qualidade em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. O potencial de risco das águas provenientes de poços e minas de 100 municípios do estado de São Paulo, incluindo a capital, foi avaliado por meio de análise dos seguintes parâmetros: ferro, cor aparente, turbidez, nitrato, nitrito, amônia e flúor. No período de 2005-2008 foram coletadas 1759 amostras de águas, sendo 1356 de poços e 403 de minas. Das amostras de águas de poços analisadas, 8,5% apresentaram níveis de ferro superiores ao valor máximo permitido (VMP), 7,5% mostraram cor aparente, 5,0% turbidez, 10,8% nitrato, 0,4% amônia, 0,3% nitrito e 1,1% altos níveis de flúor. No mesmo período, em 7,0% das amostras de águas de minas analisadas, foram observadas alterações nos parâmetros ferro, 9,6% apresentaram cor, 5,2% turbidez, 14,5% com nitrato em níveis acima do VMP, 1,0% para nitrito, 0,4% amônia e 0,2% para flúor. Considerando os resultados obtidos torna-se de grande importância o monitoramento da qualidade dessas águas para o consumo humano.

Palavras-chave. água, poços, minas.

ABSTRACT

Drinking water samples were analyzed following the guidelines established by Decree nº 518 of the Ministry of Health which provides the national quality standards for water supply systems and public alternatives. The potential risk of drinking water from wells and springs located in 100 municipalities in the state of São Paulo, including the capital, was investigated by assessing the parameters on iron, apparent colour, turbidity, nitrate, nitrite, ammonia and fluoride rates. During the period from 2005 to 2008, 1,759 samples were collected, being 1,356 from wells and 403 from springs. Among the samples from wells, 8.5% showed iron contents above the maximum allowed rate (MAR), 7.5% had apparent colour, 5.0% turbidity, 10.8% nitrate contents above the MAR, 0.4% ammonia, 0.3% nitrite and 1.1% fluorine above MAR. At the same period, 7.0% of spring water samples showed changes on parameters iron, 9.6% in colour, 5.2% in turbidity, 14.5% with nitrate above MAR, 1.0% for nitrite, 0.4% for ammonia and 0.2% with fluoride above MAR. According to these findings, the quality of the analyzed drinking water has to be monitored.

Key words. water, wells, springs.

INTRODUÇÃO

A água tem importância vital para todos os seres humanos e a avaliação de sua potabilidade e das condições higiênico-sanitárias são primordiais para a saúde da população. Para tanto, existem padrões de controle da sua qualidade atualmente regidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (MS)¹, que dispõe sobre as normas de qualidade para o consumo humano em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. Desta forma, a água é considerada própria para o consumo humano quando seus parâmetros microbiológicos e físico-químicos atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos e não oferecem risco à saúde da população.

De acordo com a Sabesp², houve um aumento do uso de água subterrânea para o abastecimento público nas últimas décadas, principalmente no estado de São Paulo, considerado o maior usuário das reservas subterrâneas do país. Cerca de 65% da sua zona urbana é abastecida por poços artesianos e na região metropolitana de São Paulo, cerca de 3 milhões de habitantes recebem água proveniente de poços profundos.

Em São Paulo, a licença para perfuração e utilização de um poço é concedida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que estabelece as normas que regem o projeto de construção de poços tubulares profundos e controlam sua utilização².

O objetivo deste trabalho foi reunir dados para avaliação do potencial de risco das águas provenientes de poços (águas subterrâneas) e minas (águas superficiais) de 100 municípios do Estado de São Paulo, incluindo a capital, levando em consideração o aspecto e a presença de depósito, além dos seguintes parâmetros fixados pela portaria nº 518 do MS: ferro, cor aparente, turbidez, nitrato, nitrito, amônia e fluoreto (flúor).

MATERIAL E MÉTODOS

No período de 2005 a 2008, foram coletadas 1759 amostras de águas, sendo 1356 de poços e 403 de minas de 100 municípios do Estado de São Paulo, incluindo a capital. As metodologias aplicadas para estas determinações foram: espectrofotometria de absorção atômica para ferro; espectrofotometria UV/VIS para nitrato, nitrito e amônia; turbidimetria para turbidez; nefelometria para cor; potenciometria para determinação de fluoreto. Os métodos utilizados estão descritos no livro de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz³. A avaliação do aspecto

e da presença de depósito nas amostras foi realizada por observação visual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises das águas de poços e minas do Estado de São Paulo no período 2005-2008 estão apresentados na Tabela 1. Nesta tabela estão os valores máximos permitidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde (MS) para os parâmetros avaliados: fluoreto, nitrato, nitrito, amônia, cor aparente, ferro e turbidez. Os resultados estão expressos em termos de porcentagens das amostras em desacordo com a mesma portaria.

O aspecto e a presença de depósito não estão incluídos na portaria nº 518 (MS). O aspecto límpido é uma característica para a água ser considerada potável, de consumo alimentar, pela norma técnica do Estado de São Paulo, a NTA 60⁴. Neste estudo estes critérios foram observados por se tratar da avaliação inicial do próprio consumidor.

Todas amostras que apresentaram aspecto alterado apresentaram também alterações em outros parâmetros, como por exemplo: água com aspecto turvo apresentava turbidez alterada, aspecto opalino apresentava ferro ou cor acima do VMP. Todas as amostras que apresentaram depósito também apresentaram turbidez e ferro acima do VMP.

Segundo a Tabela 1, o parâmetro com maior porcentagem de amostras em desacordo com a legislação é nitrato, chegando a atingir 15% em 2008, nas amostras de poços. O mesmo parâmetro se mostrou ainda mais crítico nas amostras de minas, também em 2008, quando ultrapassou os 30%.

O nitrato é tóxico aos seres humanos e se ingerido em excesso pode provocar a metahemoglobinemia infantil mais conhecida por “doença do sangue azul” dos bebês, onde é reduzido no organismo a nitrito, que por sua vez compete com o ferro pelo oxigênio livre na corrente sanguínea. Quando o nitrito está presente na água e é ingerido, este processo é ainda mais rápido. O nitrato também pode ser transformado em nitrosaminas e nitrosamidas, ambas carcinogênicas⁵. O valor máximo permitido para este contaminante é 10mg/L¹ e sua presença, bem como a do nitrito e da amônia, sugerem condições higiênico sanitárias insatisfatórias. Sabe-se que em muitas regiões isto pode significar que a quantidade de matéria orgânica na água aumentou, o que é um indício de poluição ou provável degradação ambiental⁶. Efluentes de indústrias químicas, siderúrgicas, farmacêuticas, alimentícias, frigoríficos e matadouros podem contribuir com descargas de nitrogênio

orgânico e amoniacal⁶. A própria atmosfera também pode ser uma fonte de nitrogênio (como nitrato/nitrito/amônia) em função da biofixação desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio em seus tecidos. Nas áreas agrícolas, pode haver escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados, e, nas áreas urbanas, as águas pluviais podem carregar alguma fonte de nitrogênio relacionada à deficiência de limpeza pública⁶.

Com relação às minas, a presença destes contaminantes nitrogenados pode ser devida à própria natureza da água superficial que tem maior exposição aos contaminantes externos. Nitrato, nitrito ou amônia, são considerados nutrientes nas águas naturais podendo concorrer para a eutrofização do meio e grandes quantidades de algas também prejudicam o sistema de abastecimento público⁶. A amônia, que é tóxica aos peixes

e consome o oxigênio dissolvido na água ao ser oxidada biologicamente⁶, esteve presente nas amostras de poços e de minas em valores inferiores a 1,1%. Isto já era esperado, pois ela se oxida rapidamente a nitrito, e este, a nitrato, ou é adsorvida pelas partículas do solo. Alaburda e Nishihara⁷ avaliaram compostos de nitrogênio em amostras de águas de poços da região metropolitana de São Paulo em 1998 e observaram que 4% delas apresentavam valores acima de 10mg/L. Não há muitos dados na literatura e não se pode afirmar se 2008 foi um ano atípico ou se trata de uma tendência que indica uma degradação ambiental. O monitoramento contínuo das águas de minas e poços é importante, uma vez que se observou um aumento nos teores de nitrato em água, que é um indicio de contaminação ambiental, e um aumento das doenças de veiculação hídrica.

Tabela 1. Porcentagem de amostras de águas de poços e minas com aspecto alterado, presença de depósito e em desacordo com parâmetros da portaria nº 518, no período de 2005 a 2008

Parâmetros avaliados	VMP ⁽¹⁾	2005		2006		2007		2008		Média dos anos	
		poços %	minas %	poços %	minas %						
Fluoreto	1,5 mg/L	1,6	0,0	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	0,0	1,1	0,2
Nitrato (como N)	10 mg/L	9,4	8,5	7,7	7,1	10,9	10,2	15,3	32,1	10,8	14,5
Nitrito (como N)	1 mg/L	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	2,0	0,5	1,8	0,3	0,9
Amônia (como NH ₃)	1,5 mg/L	0,9	1,1	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4
Cor aparente	15 uH ⁽²⁾	8,2	18,0	7,3	11,6	7,0	5,1	7,4	3,6	7,5	9,6
Ferro	0,3 mg/L	8,8	5,3	8,3	9,7	8,5	6,1	8,4	7,1	8,5	7,0
Turbidez	5 UT	2,8	3,2	5,6	7,7	7,6	7,1	4,0	3,6	5,0	5,2
Aspecto ⁽³⁾	límpido ⁽³⁾	1,6	3,2	4,0	5,8	2,6	2,0	1,5	3,6	2,4	1,0
Depósito ⁽³⁾	ausência ⁽³⁾	0,3	0,0	1,8	3,9	1,8	2,0	0,0	0,0	3,6	1,5

(1) Valor Máximo Permitido, fonte: Portaria nº518 do Ministério da Saúde (MS).; (2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); (3) parâmetros não incluídos na Portaria nº518 do Ministério da Saúde (MS)

Os parâmetros cor e turbidez são indicativos da presença de sólidos dissolvidos em suspensão ou material em estado coloidal, sejam eles orgânicos ou inorgânicos (areia, argila); porém muitas vezes eles podem estar relacionados com a elevada concentração de ferro. Segundo os dados da Tabela 1, o ferro esteve presente em valores acima do permitido em cerca de 8,5% das amostras de águas de poços avaliadas, sendo que, no decorrer dos anos, a variação foi de 8,3 a 8,8%. Observou-se que, das 115 amostras com ferro acima do máximo permitido, 33 delas, cerca de 29%, também apresentaram cor e

turbidez em valores superiores aos da legislação. O ferro pode ser proveniente tanto da má condição da bomba do poço (encanamento enferrujado), ou mesmo da própria natureza das rochas, com a sua dissolução pelo gás carbônico da água. Com relação às amostras de águas de minas, 7% em média apresentaram valores superiores ao estabelecido pela legislação, mas este percentual não teve qualquer correlação com os dados de cor e turbidez. Nas águas superficiais o ferro pode ocorrer com a erosão das margens ou ainda ser produto dos efluentes industriais da região². A cor na água, neste caso, gera um impacto

estético, pode provocar manchas nas roupas e utensílios⁶, alterar o sabor da mesma e trazer problemas como depósitos em tubulações². O consumo excessivo de ferro pode causar uma doença chamada hematocromatose, que se caracteriza pelo depósito deste metal nos tecidos de órgãos como fígado, pâncreas, coração e hipófise⁶, e a sua presença pode favorecer o desenvolvimento das ferrobactéria, que não são prejudiciais à saúde mas dão cor e odor à água. Desta forma, sua determinação é essencial e o seu valor máximo permitido na Portaria nº 518 é 0,3mg/L.

Catorze amostras de águas de poços, cerca de 1% do total avaliado, apresentaram flúor em quantidade superior à permitida, que é de 1,5 mg/L. O flúor nestas amostras variou na faixa entre 1,77 a 18,0 mg/L, sendo que as duas das amostras que apresentaram os valores mais elevados, 13,7 e 18,0 mg/L foram provenientes da capital. Leva-se a crer que neste caso não é provável a presença natural de flúor e sim uma contaminação particular. Apenas uma amostra de água de mina apresentou flúor acima do valor permitido, 2,43 mg/L. O flúor pode estar presente naturalmente na água devido à presença de cristais de fluoreto nas rochas subterrâneas ou pode ser proveniente dos efluentes das indústrias de vidro e de fios condutores de eletricidade que descartam fluoretos². A presença de flúor deve ser rigorosamente controlada, pois tanto seu excesso como sua falta podem ser prejudiciais à saúde. Sua falta está relacionada à cárie dental⁸ e seu excesso pode causar entre outros a fluorose dentária (manchas esbranquiçadas nos dentes) e pode também ser um dos fatores que provocam a gengivite e a fluorose do esqueleto⁸. O fator protetor do flúor começa com uma concentração mínima de 0,5mg/L e vai até o máximo de 2,0. Entretanto, foi observado que numa concentração entre 0,9 e 1,2 mg/L, dependendo da quantidade de água ingerida, da exposição à outras fontes de flúor, já se pode observar uma leve fluorose dentária⁹. Fluorose do esqueleto pode ser observada quando a água de consumo apresenta de 3 a 6 mg de fluoreto por litro, principalmente quando o consumo desta água é alto⁹. Nas águas de poços e minas o valor máximo permitido é de 1,5mg/L, que também é o valor máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde. Acredita-se que concentrações acima deste valor aumentem o risco de fluorose dentária⁹.

Em muitas regiões onde a população não tem acesso à água de abastecimento público tratada, a água utilizada é proveniente de minas e poços. Estas águas geralmente apresentam características

físicas perfeitamente compatíveis com os padrões de potabilidade devido à ação de filtração lenta através das camadas permeáveis do solo; apresentam baixos teores de cor e turbidez, não sendo necessário sofrer processos de tratamento¹⁰. São isentas também de bactérias normalmente encontradas em águas superficiais, a não ser que o lençol esteja próximo de alguma fonte poluidora¹⁰. Considerando os resultados levantados neste estudo, torna-se evidente a importância do monitoramento da qualidade destas águas para um consumo seguro.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União. 26 mar 2004; Seção 1: 266.
2. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. SABESP Ensina. Intermediário. Poços Artesianos. [internet]. [acesso em 02/12/2009] Disponível em: (<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=525EF64B81536513832571C6006B651E>).
3. Zenebon O, Pascuet NS, coordenadores. Métodos físico-químicos para análises de alimentos, 4ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
4. São Paulo. Decreto Estadual nº12486 de 20 out 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Norma Técnica Alimentar 60 Águas de consumo alimentar. Diário Oficial do Estado de São Paulo. 21 out 1978; Seção 1: 29.
5. Alaburda J, Nishihara L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Rev Saúde Pub*. 1998; 32(2):160-5.
6. Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. Apêndice A. Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB; 2008.
7. Battalha BHL, Parlatore AC, editores. Controle da qualidade da água para consumo humano. Bases Conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB; 1993.
8. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y, editores. Fluoride in Drinking-water. World Health Organization/WHO Drinking-water Quality Series. London: World Health Organization; 2006.
9. Moore JW. Inorganic Contaminants of Surface Water. Research and Monitoring Priorities. New York: Springer-Verlag; 1991.
10. Pereira BEB, Yassuda ER, Martins J, Nogami PS, Gaglianone S, Oliveira WE, editores. Técnica de Abastecimento e tratamento de água. Vol 1. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB; 1987.