

Níveis de chumbo na água para consumo em escolas municipais da cidade de São Paulo

Lead levels in drinking water consumed in municipal schools of São Paulo city

RIALA6/1014

Maria de Fátima Henriques CARVALHO^{1*}; Maria Cristina DURAN¹; Paulo TIGLEA¹; Márcia Liane BUZZO¹; Carmen Silvia KIRA¹.

* Endereço para correspondência: ¹Seção de Equipamentos Especializados, Instituto Adolfo Lutz, Seção de Equipamentos Especializados, Av Dr. Arnaldo, 355 – São Paulo – SP CEP 01246-902, tel 011-3068-2923, e-mail: mcarvalh@ial.sp.gov.br
Recebido: 31/03/2005 – Aceito para publicação: 30/06/2005.

RESUMO

A água para consumo humano é uma das fontes possíveis de exposição ao chumbo em áreas urbanas, sendo as crianças mais suscetíveis quando expostas ao metal, comparadas aos adultos. O presente estudo teve como objetivos avaliar a concentração de chumbo em água consumida nas escolas públicas da cidade de São Paulo e comparar as concentrações do metal em amostras coletadas imediatamente ao início do escoamento da água e após dois minutos de escoamento contínuo. O chumbo foi determinado por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (GFAAS), com aquecimento transversal e corretor de fundo com efeito Zeeman. Amostras de água de doze escolas foram avaliadas e, dentre estas, duas continham chumbo acima do limite estabelecido pela legislação brasileira (0,01 mg.L⁻¹). Nestes pontos de coleta, amostras também foram tomadas após o escoamento de água de dois minutos e apresentaram concentrações de chumbo abaixo de 0,01 mg.L⁻¹. Ações corretivas foram implementadas nas escolas que haviam apresentado o problema e análises subsequentes mostraram que o nível de chumbo na água estava abaixo do limite de quantificação do método analítico (0,001 mg.L⁻¹), indicando a adequação das medidas, tornando a água satisfatória para o consumo humano.

Palavras-Chave. chumbo, água para consumo, escolas, absorção atômica, São Paulo.

ABSTRACT

Drinking water is one of the possible sources of lead exposure in urban areas. Children are more susceptible when exposed to this metal. The purpose of the present study was to assess the concentration of lead in drinking water consumed in municipal schools of São Paulo. The concentrations of lead in samples collected immediately after opening the faucet were compared with those lead levels in water collected after two minutes in continuous flowing. Lead concentration was determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS), with transversal heating and Zeeman background correction. Among twelve surveyed schools, the water samples from two schools contained lead levels above the limits determined by Brazilian legislation (0.01 mg.L⁻¹). After two minutes of continuous flowing, lead concentrations in these locals were below 0.01 mg.L⁻¹. Corrective actions in water distribution system of these schools were implemented, and after subsequent analysis, lead concentrations were below the quantification limit of the method (0.001 mg.L⁻¹), indicating that these actions were appropriated in order to make the water suitable for human consumption.

Key Words. lead, drinking water, schools, atomic absorption spectrometry, GFAAS.

INTRODUÇÃO

A água para consumo é uma das fontes possíveis de exposição ao chumbo nas áreas urbanas. A contaminação pode ocorrer por migração do metal presente no material utilizado no sistema hidráulico dos edifícios. Fatores como a temperatura e composição da água podem influenciar na liberação dos metais. Desta forma, o material usado para a distribuição da água não deve ceder substâncias que causem riscos à saúde humana e deve ser resistente à corrosão¹. De modo geral, a água com maior alcalinidade e dureza é considerada menos corrosiva em tubulações metálicas². Há, portanto, a necessidade que a água dos reservatórios do sistema de abastecimento, colunas de distribuição e pontos de fornecimento para o consumo, tais como torneiras e bebedouros, sofra verificação periódica de potabilidade. O dimensionamento do sistema hidráulico deve ser proporcional ao consumo, para garantir a potabilidade da água, com a finalidade de reduzir o tempo de armazenamento nos reservatórios, tubulações e acessórios.

O grau de exposição ao chumbo depende principalmente da dose, frequência e fatores individuais de risco. As fontes mais comuns de exposição a este metal são o solo, ar, água para consumo, alimentos, ocupação e hábitos de lazer. Em estudos epidemiológicos alguns desses fatores de risco à exposição ao chumbo podem prevalecer independentemente, ou influenciar em combinação com outros fatores. O chumbo é acumulativo no organismo, e quando ingerido de forma contínua, mesmo em baixas concentrações, pode provocar alterações na síntese do heme e distúrbios no sistema nervoso. As crianças são mais suscetíveis à absorção do chumbo em relação aos adultos, e podem sofrer efeitos neurológicos, retardo no desenvolvimento psicomotor e dificuldades de aprendizagem, entre outras conseqüências³.

No Brasil, as instalações hidráulicas prediais para água fria, para uso e consumo humano, devem seguir a Norma Técnica NBR 5626/92⁴, com a finalidade de atender às exigências mínimas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. O Ministério da Saúde, por meio da Resolução Nº 105, aprovou como critério geral para os equipamentos plásticos fixos de provisão, armazenamento e distribuição de água potável, que estes não devem ceder substâncias em quantidades que impliquem em risco para a saúde humana, incluindo os metais⁵.

Devido à alta toxicidade do chumbo, a legislação brasileira estabeleceu em 1990 o limite máximo de 0,05 mg.L⁻¹ para água de consumo. Em revisão de 2000, o Ministério da Saúde reduziu o limite tolerado para o chumbo para 0,01 mg.L⁻¹ de água para consumo. Este limite foi mantido na Portaria Nº 518 de 25 de março de 2004, que estabeleceu os atuais padrões de potabilidade para água⁶⁻⁸.

O objetivo deste estudo foi reavaliar as concentrações de chumbo em água consumida em escolas localizadas em várias regiões da cidade de São Paulo, abastecidas pela rede pública que, em estudo anteriormente realizado por Teixeira⁹, apresentaram níveis acima dos limites estabelecidos pela

legislação, com a finalidade de verificar a situação mais atualizada de contaminação por esse metal, que pudesse resultar em fonte de exposição das crianças em idade escolar, e subsidiar as medidas corretivas para a solução dos problemas encontrados. O presente estudo também comparou as concentrações do metal em amostras coletadas imediatamente ao início do escoamento da água e após dois minutos de escoamento contínuo.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir dos resultados obtidos por Teixeira⁹, que analisou amostras de água de 100 escolas municipais da cidade de São Paulo, foram solicitadas análises de água pelas Secretarias Municipais da Saúde e da Educação da cidade de São Paulo em doze escolas públicas do município abastecidas com água da Rede Pública, que apresentaram níveis de chumbo acima de 0,01 mg.L⁻¹ na água para o consumo. Todas as amostras foram coletadas pelo Serviço Municipal de Abastecimento (SEMAB) – Departamento de Inspeção Municipal de Alimentos (DIMA), nos períodos de junho de 2002 e junho de 2003, e os ensaios de chumbo foram realizados no Instituto Adolfo Lutz.

As amostras foram coletadas em pontos de maior consumo: cozinha e bebedouros, e para efeito de comparação, foram também tomadas amostras dos cavaletes ou do ponto mais próximo destes. Além disso, em dois estabelecimentos existiam poços já desativados, cujas águas também foram analisadas.

Em cada ponto de saída de água, as amostras foram coletadas em dois frascos de polietileno de 100 mL, que foram previamente descontaminados quimicamente em HNO₃ e enxaguados com água destilada e desionizada. Aos frascos adicionou-se HNO₃ como conservante das amostras, de modo a obter concentração final a 0,2% em ácido.

Em todas as escolas selecionadas, as torneiras foram mantidas fechadas por um período mínimo de sete horas antes da coleta da amostra. Em cada ponto de coleta, foram retiradas amostras em dois frascos identificados como “a” e “b”, de primeiro jato, isto é, sem escoamento prévio do conteúdo estagnado no sistema. As amostras do segundo jato foram tomadas após dois minutos de escoamento, e os dois frascos retirados também foram identificados como “a” e “b”.

Posteriormente, após a implementação de ações corretivas no sistema de distribuição de água das escolas que na primeira avaliação apresentaram chumbo acima do limite estabelecido, novas coletas de amostras foram feitas, com a finalidade de avaliar a eficácia das medidas adotadas.

Para a determinação de chumbo, utilizou-se Espectrômetro de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GFAAS), com aquecimento transversal e corretor de fundo com efeito Zeeman, modelo SIMAA 6000, marca Perkin Elmer. O programa térmico utilizado encontra-se na Tabela 1. O método empregado foi previamente validado. Para avaliar a exatidão

utilizou-se o Material de Referência Certificado de água do National Institute of Standards and Technology (NIST), SRM 1643c, Trace Elements in Water. Os valores certificado e obtido foram respectivamente, $0,01815 \pm 0,00064 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,0184 \pm 0,00101 \text{ mg.L}^{-1}$. O limite de quantificação do método foi de $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$, calculado como dez vezes o desvio-padrão de dez medições de um branco. As análises foram realizadas diretamente sem tratamento prévio. Como modificador químico utilizou-se uma mistura de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ e $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, com concentrações finais de 0,5% e 0,03%, respectivamente. Os volumes injetados de amostra e modificador químico foram 20 μL e 10 μL , respectivamente. A faixa de trabalho utilizada foi de 0,003 a $0,012 \text{ mg.L}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teixeira⁹ avaliou os níveis de chumbo em amostras de água para consumo, coletadas em Escolas Públicas do Município de São Paulo, e encontrou níveis de chumbo acima do limite tolerado pela legislação brasileira em vigor, em 11% das amostras analisadas.

Estas escolas são freqüentadas por alunos na faixa etária de 7 a 14 anos, onde recebem merenda escolar preparada no local e consomem água dos bebedouros, constituindo deste modo o subgrupo da população mais sensível à contaminação por chumbo.

Os resultados obtidos para cada amostra analisada no presente trabalho, das escolas selecionadas pelas autoridades municipais, estão descritos na Tabela 2.

Entre as amostras analisadas, somente quatro, tomadas nas escolas 1 e 4, apresentaram concentrações de chumbo que excederam o limite máximo de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$, fixado pela legislação em vigor para água para o consumo. As águas das demais escolas apresentaram-se satisfatórias com relação ao chumbo.

Para a escola 1, as amostras “a”, do primeiro jato, nos três pontos de amostragem apresentaram concentrações de chumbo acima do limite estabelecido pela legislação vigente; na escola 4, somente na amostra “a” do bebedouro foi encontrada concentração de chumbo maior que $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Para as escolas 1 e 4, o Órgão Municipal de Saúde encaminhou sugestões para a substituição de componentes

do sistema hidráulico, com a finalidade de reduzir a contaminação por chumbo na água para o consumo. As repetições das análises, feitas para estas escolas, estão inseridas no final da Tabela 2. As concentrações obtidas para o chumbo nesta avaliação encontravam-se abaixo do limite de quantificação do método, indicando que as ações corretivas tomadas foram eficientes.

Nas escolas em que foi detectada a presença de chumbo, observou-se que a amostra “a”, do primeiro jato, referente aos primeiros 100 mL apresentou concentração maior que a amostra “b”. Fato semelhante foi constatado por Gulson et al.¹⁰ que encontraram que a contaminação por chumbo pode estar presente na água estagnada no sistema de encanamento como torneiras, canos, soldas, conexões, entre outros.

Verificou-se que nos três pontos de amostragem de uma mesma escola as concentrações de chumbo foram superiores nos primeiros 100 mL coletados, indicando que o problema estaria muito próximo do ponto de saída. Portanto, no presente estudo, a presença de chumbo poderia ser atribuída aos dispositivos de saída das tubulações, torneiras, bebedouros e soldas.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, todas as amostras coletadas após o tempo de dois minutos (2º jato), apresentaram concentrações de chumbo abaixo do limite de quantificação, indicando que o escoamento da água tornou a qualidade da mesma satisfatória.

Segundo o EPA (EUA)¹¹, Environmental Protection Agency, no caso de comprovação ou suspeita de contaminação da água por chumbo nas escolas e construções não-residenciais, recomenda-se como ação imediata a abertura das torneiras, por no mínimo dois minutos, antes do consumo. Desta forma é possível que a água retida nas tubulações por um certo período de tempo seja totalmente escoada, garantindo a segurança no preparo de alimentos ou ingestão. Recomenda-se também que o escoamento seja feito em cada saída de água potável. O reparo do sistema de distribuição seria recomendado em casos analisados particularmente como de maior risco. Esta recomendação poderia ser a solução mais rápida e de baixo custo para a potencial contaminação por chumbo, porém implicaria em desperdício de água tratada, caso a água do escoamento não fosse aproveitada para limpeza ou outra finalidade não potável.

Tabela 1. Programa térmico utilizado para determinação de chumbo em água por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite.

Temperatura (°C)	Rampa (s)	Patamar (s)	Fluxo de gás	Leitura
110	20	40	250	
130	15	45	250	
700	10	20	250	
1500	0	5	0	X
2550	1	5	250	

Tabela 2. Concentração de chumbo em amostras de água coletadas em diferentes pontos das escolas públicas municipais

escola	amostra	Concentração de chumbo (mg.L ⁻¹)					
		cozinha (primeiro jato)	cozinha (segundo jato)	bebedouro (primeiro jato)	bebedouro (segundo jato)	cavalete	poço
1	a	0,019	ND	0,011	ND	0,068	ND
	b	0,004	ND	0,006	ND	ND	ND
2	a	0,001	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
3	a	ND	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
4	a	0,002	ND	0,026	ND	ND	-
	b	ND	ND	0,002	ND	ND	-
5	a	ND	ND	0,004	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
6	a	0,001	ND	0,007	ND	0,002	0,002
	b	ND	ND	0,002	ND	0,004	0,001
7	a	ND	ND	0,002	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
8	a	0,008	ND	0,002	ND	ND	-
	b	0,004	ND	ND	ND	ND	-
9	a	ND	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	0,001	ND	ND	-
10	a	ND	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
11	a	0,003	ND	ND	ND	ND	-
	b	0,003	ND	ND	ND	ND	-
12	a	ND	ND	0,003	ND	ND	-
	b	0,002	ND	0,002	ND	ND	-
1*	a	ND	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-
4*	a	ND	ND	ND	ND	ND	-
	b	ND	ND	ND	ND	ND	-

ND (não detectado): abaixo do limite de quantificação do método de 0,001 mg.L⁻¹

a: frasco contendo os primeiros 100 mL de amostra coletados

b: frasco contendo amostra coletada após os primeiros 100 mL de amostra coletados

primeiro jato: amostra coletada sem escoamento prévio

segundo jato: amostra coletada com escoamento prévio de 2 minutos

* após modificações efetuadas no sistema hidráulico

CONCLUSÕES

Das doze escolas avaliadas apenas duas apresentaram concentrações de chumbo acima do limite máximo estabelecido pela legislação vigente. As ações corretivas implementadas foram consideradas adequadas e positivas, tornando a água satisfatória para o consumo, com relação ao chumbo.

As amostras coletadas imediatamente após a abertura das saídas de água apresentaram concentração de chumbo mais elevada. O consumo de água contaminada por chumbo devido ao contato com o material do sistema de distribuição, ou componentes dos pontos de saída, pode ser evitada, utilizando-

se a água para o consumo e preparo de alimentos, após o escoamento prévio por cerca de dois minutos do conteúdo inicialmente contido no sistema.

Um programa de monitorização contínua da presença de metais tóxicos nas águas de creches e escolas privadas e públicas, com o objetivo de recomendar ações corretivas nos pontos contaminados, seria de interesse para avaliar a segurança de consumo de água pela população infantil, mais suscetível à exposição, em idade de desenvolvimento físico e mental. O programa deveria incluir a padronização do procedimento de coleta de amostra, para avaliar comparativamente a potabilidade das águas das escolas.

REFERÊNCIAS

1. Gnaedinger RH. Lead in school drinking water. *J Environ Health* 1993; 55(6): 15-9.
2. Patch SC, Maas RP, Pope JP. Lead leaching from faucet fixtures under residential conditions. *J Environ Res* 1998; 61(3): 18-22.
3. Paoliello MMB, Capitani EM, Cunha FG, Matsuo T, Carvalho MF, Sakuma A et al. Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil. *Environ Res* 2002; 88: 120-8.
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Normas ABNT sobre documentação. Rio de Janeiro; 1992.
5. Brasil. Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999. Aprova os regulamentos técnicos: Disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos e seus anexos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 mai. 1999. Seção 1, p. 21-34.
6. Brasil. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1.
7. Brasil. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 jan. 2001. Seção 1, p. 19.
8. Brasil. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 2000. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a serem observados em todo o território nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 jan. 1990. Seção 1, p. 1651.
9. Teixeira PJ. Determinação de chumbo em amostras de água coletadas em escolas públicas do município de São Paulo [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. 73pp.
10. Gulson BL, Law AJ, Korrsch MJ, Mizon KJ. Effect of plumbing systems on lead content of drinking water and contribution to lead body burden. *Sci Total Environ* 1994; 144: 279-84.
11. Environmental Protection Agency [EPA]. Plomo en el agua potable: Lo que usted puede hacer para reducir el plomo en el agua potable. [cited 2005 Mar 16]. Available from: URL: <http://www.epa.gov/safewater/agua/plomo.html>