

Monitoramento da concentração de íons fluoreto na água destinada ao consumo humano proveniente de um município com diferentes sistemas de abastecimento público

Monitoring the fluoride ions concentration in water for human consumption from a municipality with different public water supply systems

RIALA6/1367

Rosângela Aguilar da SILVA*, Mateus Henrique PETRARCA¹, Roberto Costa SANTOS, Isabel Tacaco YAMAMOTO, Lilian Regina Macelloni MARQUES

*Endereço para correspondência: Centro de Laboratório Regional de Marília IV, Instituto Adolfo Lutz, Rua Lima e Costa, 1.630, Marília/SP, Brasil. CEP 17506-210. Tel.: 14 3433-1488. Fax: 14 3413-6550. E-mail: rasilva@ial.sp.gov.br.

¹ Programa de Aprimoramento Profissional em Laboratório de Saúde Pública

Recebido: 12.11.2010 – Aceito para publicação: 07.06.2011

RESUMO

No presente estudo foram avaliadas as concentrações de íons fluoreto em amostras de água destinada ao consumo humano em um município com diferentes sistemas de abastecimento público. Em 139 amostras coletadas no ponto de entrada das edificações, no período de 2003 a 2007, foram determinadas as concentrações de íons fluoreto por meio de eletrodo combinado seletivo para flúor. As concentrações em conformidade com o padrão estadual (0,6 a 0,8 mg/L) foram detectadas em 87 (62,6%) amostras e as proporções de conformidade aumentaram de 46,9% para 71,9% durante o período do estudo. As variações consideráveis nessas proporções, assim como nas concentrações mínimas e máximas, foram verificadas tanto em um mesmo sistema bem como entre diferentes sistemas de abastecimento de água. Os dados obtidos neste estudo indicam a necessidade de elaboração de planos de amostragem individualizados para cada sistema ou, ainda, a implantação de outra estratégia para efetuar o monitoramento da fluoretação da água em municípios com diferentes sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano.

Palavras-chave. água, sistema de abastecimento, íons fluoreto, monitoramento.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating the concentrations of fluoride ions in water samples for human consumption in a city with different public supply systems. A total of 139 samples collected at the entry point of the buildings in the period from 2003 to 2007 were analyzed for determining fluoride ions concentrations using selective combined electrode for fluoride. Concentrations in compliance with the State standard criteria (0.6 to 0.8 mg/L) were detected in 87 (62.6%) samples, and the proportions of compliant results increased from 46.9% to 71.9% during this study period. Considerable variations in these proportions, as well as in the minimum and maximum concentrations were found in both samples from the same system and from different systems of water supply. These findings indicate the need for developing the sampling plans for each system or even another strategy for monitoring the water fluoridation in cities with different public systems of water supply for human consumption.

Keywords. water, supply system, fluoride ions, surveillance.

INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença que afeta a maioria da população e é caracterizada pela destruição do esmalte dentário devido à perda de cálcio e fosfato promovida pela interação de bactérias, componentes salivares e carboidratos da dieta. Esse processo de desmineralização pode ser limitado e/ou revertido pelo flúor, um elemento amplamente distribuído na natureza em combinação com outros elementos e presente na forma de íons fluoreto em soluções aquosas. A adição controlada de compostos fluoretados na água destinada ao consumo humano (fluoretação) é uma das mais importantes medidas de prevenção da cárie dentária, devido a sua segurança, baixo custo e abrangência populacional^{1,2}.

A fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento passou a ser obrigatória no Brasil na década de 70². As normas e padrões nacionais para a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento destinado ao consumo humano foram estabelecidos em 1975, sendo a concentração recomendada de íon fluoreto definida de acordo com as médias das temperaturas máximas anuais de cada região do Brasil³. No Estado de São Paulo, o teor ideal estabelecido foi de 0,7 miligramas de flúor por litro (mg/L), sendo consideradas dentro do padrão de potabilidade as águas contendo concentrações dentro da faixa de 0,6 a 0,8 mg/L⁴. O sucesso da fluoretação da água de abastecimento como medida de saúde pública depende da adição e manutenção permanente das concentrações de íons fluoreto dentro dos padrões estabelecidos para o controle da cárie e prevenção da fluorose dentária².

Um sistema de abastecimento de água para consumo humano é definido como: “instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão”⁵. As normas nacionais estabelecem que, além do controle de qualidade da água efetuado de forma contínua pelo fornecedor de água, as autoridades de saúde de cada município e Estado devem desenvolver um conjunto de ações para verificar o atendimento dos padrões de qualidade estabelecidos⁵. No Estado de São Paulo, essas ações são desenvolvidas dentro do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para o

Consumo Humano (PROÁGUA), cujos dados sobre o monitoramento das concentrações de íons fluoreto têm indicado a existência de dificuldades na manutenção dos níveis dentro do padrão estabelecido^{6,7}. Estudos realizados por instituições acadêmicas do Estado de São Paulo também têm identificado tal dificuldade em vários municípios^{8,9,10}.

O Instituto Adolfo Lutz – Centro de Laboratório Regional de Marília, um órgão integrante do Sistema de Vigilância do Estado de São Paulo, é responsável pela execução das análises de água consumida pela população de diversos municípios da região centro-oeste do interior paulista. O tipo e quantidade de sistemas de abastecimento existentes em cada município são variados e um mapa da rede de distribuição de cada sistema de um desses municípios está disponibilizado na rede mundial de computadores. Dessa forma, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar as concentrações de íons fluoreto detectados em amostras de água submetidas às análises da vigilância da qualidade de acordo com o sistema de abastecimento que atende os bairros onde estão localizadas as edificações escolhidas para a coleta.

MATERIAL E MÉTODOS

O município estudado está localizado na região centro-oeste do Estado de São Paulo, conta com mais de 200.000 habitantes e tem temperatura média anual de 20 °C. Os sistemas de abastecimento de água estão sob a responsabilidade de um órgão municipal e captam água de manancial superficial (um rio e três represas) e/ou poço tubular profundo (P). Dentre os sete sistemas existentes no município, dois são constituídos por estações de tratamento de águas (E1 e E2), um por uma estação e um poço (E1 – P1) e quatro por um ou mais poços (P2, P3, P4 e P5-8), sendo que as águas derivadas dos mesmos foram armazenadas em nove diferentes reservatórios. O tratamento da água nas estações inclui a aeração, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH, enquanto nos poços são feitas apenas a fluoretação e a desinfecção.

As amostras de água coletadas mensalmente nos pontos de entrada das edificações (cavelete) por técnicos da Vigilância Sanitária Municipal foram transportadas até o laboratório em caixa isotérmica contendo gelo, armazenadas a 7 °C por no máximo quatro dias e submetidas à determinação da concentração de íons

Tabela 1. Concentrações de íons fluoreto nas amostras de água destinada ao consumo humano em município da região centro-oeste do Estado de São Paulo de acordo com o ano de coleta

Ano	n	Íons fluoreto (mg/L)					
		< 0,6		0,6 - 0,8*		> 0,8	
		n	%	n	%	n	%
2003	32	10	31,3	15	46,9	7	21,9
2004	23	5	21,7	16	69,6	2	8,7
2005	17	6	35,3	10	58,8	1	5,9
2006	35	12	34,3	23	65,7	-	-
2007	32	7	21,9	23	71,9	2	6,3
Total	139	40	28,8	87	62,6	12	8,6

* Concentrações em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação

Tabela 2. Concentrações de íons fluoreto detectadas em amostras de água destinada ao consumo humano de acordo com o sistema de abastecimento de um município da região centro-oeste do Estado de São Paulo

Sistema	Amostras			Concentrações mínimas e máximas (mg/L)				
	n	Padrão*	%	2003	2004	2005	2006	2007
Estação de tratamento								
E1	15	5	33,3	0,1 - 1,1	0,6	0,5 - 1,0	0,04 - 0,7	0,5 - 0,8
E2	23	14	60,9	0,7 - 1,1	0,4 - 0,6	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,6 - 0,7
Estação de tratamento e Poço								
Tubular Profundo (Reservatórios)								
E1 - P1 (A)	19	13	68,4	0,6 - 1,2	0,8	0,6 - 0,7	0,5 - 0,7	0,3 - 0,9
E1 - P1 (B)	13	9	69,2	0,5 - 0,8	0,6 - 0,9	0,7	0,2 - 0,7	0,6 - 0,9
E1 - P1 (C)	27	24	88,9	0,7 - 0,8	0,6 - 0,9	0,7 - 0,8	0,6 - 0,8	0,3 - 0,8
Poço Tubular Profundo								
P2	15	12	80,0	0,5 - 0,7	0,6 - 0,7	0,5-0,8	0,5 - 0,7	-
P3	6	4	66,7	0,6	0,4	-	0,5 - 0,7	0,6
P4	12	4	33,3	0,3 - 0,6	-	-	0,5	0,6
P5-8	9	2	22,2	0,7	0,4 - 0,6	0,5	0,4 - 0,5	0,4

* Concentrações em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação estadual (faixa de 0,6 a 0,8 mg/L)

fluoreto pelo método potenciométrico com eletrodo combinado seletivo para flúor (Digimed, Modelo DEI-FL2), conforme procedimento padronizado ¹¹.

As informações contidas nas fichas de coleta das amostras de água e os resultados das análises laboratoriais foram compilados em uma planilha no Programa Microsoft Office Excel 2003. Os bairros correspondentes a cada um dos endereços registrados foram confirmados e/ou identificados por consulta a uma lista de logradouros e os sistemas de abastecimento de cada bairro foram determinados por consulta ao mapa de setorização do município disponível na rede mundial de computadores.

RESULTADOS

A identificação do sistema de abastecimento correspondente foi possível para 139 amostras de água analisadas no período de 2003 a 2007. Como pode ser observado na Tabela 1, concentrações de íons fluoreto em conformidade com o padrão estabelecido (0,6 a 0,8 mg/L) foram detectadas em 87 (62,6%) amostras e as proporções de amostras contendo estes níveis passou de 46,9% em 2003 para 71,9% em 2007. Concentrações inferiores e superiores ao padrão foram detectadas, respectivamente, em 40 (28,8%) e 12 (8,6%) amostras. Ao longo do período, as proporções de amostras com

menos de 0,6 mg/L variaram de 21,7 a 35,3%, enquanto concentrações superiores a 0,8 mg/L foram verificadas em 5,9 a 21,9% das amostras.

A Tabela 2 apresenta as proporções de amostras com concentrações de íons fluoreto em conformidade com o padrão estabelecido, assim como as variações entre as concentrações mínimas e máximas, detectadas de acordo com o sistema de abastecimento. Apenas 33,3% das amostras provenientes da E1, mas 60,9% das amostras da E2, apresentaram concentrações em conformidade com o padrão. A proporção de conformidade variou de 68,4 a 88,9% para as amostras de um mesmo sistema (E1 - P1) de acordo com o local de armazenamento da água (reservatórios A, B e C). Nos sistemas constituídos por poços, as proporções variaram de 22,2 (P5 - 8) a 80,0% (P2), sendo que o número de amostras analisadas de dois sistemas (P3 e P5-8) foi inferior aos demais. Grandes variações entre as concentrações mínimas e máximas de íons fluoretos ocorreram principalmente no sistema E1 em 2003 (0,1 a 1,1 mg/L) e em 2006 (0,04 a 0,7 mg/L). Estas concentrações foram mantidas em conformidade com o padrão em mais de um ano estudado (2003, 2005 e 2006) apenas entre as amostras derivadas do sistema E1 - P1 armazenadas no reservatório.

DISCUSSÃO

A manutenção das concentrações de íons fluoreto na água destinada ao consumo humano dentro dos padrões adequados é fundamental para a prevenção da cárie e da fluorose dentária². O controle diário e o monitoramento pelo menos mensal dessas concentrações, realizados respectivamente pela instituição responsável pelo abastecimento público de água e por instituição governamental, são recomendações emitidas pelas autoridades em saúde pública dos Estados Unidos da América do Norte¹². No Estado de São Paulo, o monitoramento laboratorial realizado dentro do PROÁGUA no período 1997-2003 mostrou um aumento da proporção de amostras de água com níveis de íons fluoreto em conformidade com o padrão estabelecido de 54,1% para 67,7%⁷. No presente estudo de um município da região centro-oeste do interior paulista, também foi constatado um aumento nesta proporção no período 2003-2007 (46,9% para 71,9%) e este resultado corrobora a importância das ações de vigilância para o desenvolvimento de uma importante medida em saúde pública.

As ações envolvidas na vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano são de grande complexidade e abrangência, sendo a elaboração de planos de amostragem particularmente difícil^{5,13}. Segundo as normas nacionais, as amostras devem ser coletadas em pontos de máxima representatividade da água fornecida à população e com distribuição uniforme ao longo do período, assim como em quantidade estatisticamente definida^{5,13}. Embora a quantidade de amostras analisadas possa ser considerada uma limitação do presente estudo, as concentrações mínimas e máximas de íons fluoreto detectadas revelaram a existência de algumas variações consideráveis em um mesmo e entre diferentes sistemas de abastecimento, sendo mais comum a concentração mínima não estar de acordo com a legislação. Embora não exposta ao risco de fluorose dentária, a população desse município pode ter sido privada dos benefícios totais do flúor na água para consumo humano.

Os resultados do presente estudo indicam a necessidade de elaboração de planos de amostragem individualizados para cada sistema de abastecimento de água existente, mas essa prática demandaria infraestrutura e capacidades instaladas geralmente inexistentes a nível municipal e/ou estadual. Considerando que o flúor não é dissipado ou acumulado ao longo da rede de distribuição¹⁴, uma estratégia operacionalmente mais viável para a vigilância das concentrações de íons fluoreto na água destinada ao consumo humano poderia ser a análise de amostras coletadas nos locais de adição dos compostos fluoretados e em pontos finais de consumo da água de cada sistema. Como sugerido pela Organização Mundial da Saúde¹⁴, as análises laboratoriais destinadas à vigilância poderiam ser realizadas com as mesmas amostras de água coletadas pelo operador do sistema quando do controle de qualidade da fluoretação e os resultados comparados por unidades laboratoriais distintas.

A operação e manutenção adequadas dos equipamentos utilizados no processo de fluoretação são fundamentais para garantir o fornecimento contínuo de água com concentrações ótimas de íons fluoreto¹⁴. Dessa forma, a detecção, prevenção e eliminação de fatores reais ou potenciais que podem comprometer esse fornecimento dependem essencialmente do controle de qualidade efetuado pelo fornecedor de água à população. De acordo com a legislação nacional, o responsável pela operação de sistema de abastecimento deve fornecer a

todos os consumidores informações sobre a qualidade da água, inclusive os resultados das análises laboratoriais de controle¹⁵. Além da otimização da vigilância, o cumprimento dessa medida legal também poderia contribuir consideravelmente na melhoria da qualidade da água destinada ao consumo humano.

CONCLUSÃO

O presente estudo corrobora com a importância do monitoramento constante das concentrações de íons fluoreto na água destinada ao consumo humano por instituição governamental para a melhoria da prevenção da cárie e da fluorose dentária, assim como indica a necessidade de elaboração de estratégia operacionalmente viáveis para o monitoramento da fluoretação da água em municípios com diferentes sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano.

REFERÊNCIAS

1. Garcia-Godoy F, Hicks J. Maintaining the integrity of the enamel surface. The role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *J Am Dent Assoc*. 2008;139(Suppl 5):25S-34S.
2. Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária – cinquenta anos no Brasil. *Cienc Saúde Colet*. 2007;12(4):1057-65.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 635/BSB, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. [acesso 2009 set 21]. Disponível em: [http://www.cvs.saude.gov.br/busca_legis.asp].
4. São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Resolução SS-250, de 15 de agosto de 1995. Define concentrações do íon fluoreto nas águas para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento. *Diário Oficial [do] Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, p.11, 16 ago. 1995, Seção 1.
5. Brasil. 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 o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, p.266-70, DF, 26 mar. 2004. Seção 1.
6. Daré F, Sobrinho MD, Libânio M. Avaliação do processo de fluoretação nos sistemas de abastecimento de água da região de Araçatuba, São Paulo. *Eng Sanit Ambient*. 2009;14(2):173-82.
7. Pocol AP, Valentim LSO. Vigilância da qualidade da água para consumo humano no Estado de São Paulo. BEPA [Internet]. 2004;1(9):1-7. Disponível em: [http://www.cve.saude.sp.gov.br].
8. Amaral RC, Sousa MLR. Oito meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Rev Odont Univ Cid SP*. 2007;19(2):131-6.
9. Lodi CS, Ramires I, Buzalaf MAR, Bastos JRM. Fluoride concentration in water at the area supplied by the water treatment station of Bauru, SP. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(5):365-70.
10. Saliba NA, Moimaz SAS, Tiano AVP. Fluoride level in public water supplies of cities from the northwest region of São Paulo, Brazil. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(5):346-50.
11. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. [1ª ed. digital]. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 2008. [acesso 21 set 2009]. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br].
12. Centers for Disease Control and Prevention. Engineering and administrative recommendations for water fluoridation. *Morb Mortal Wkly Rep*. 1995;44(RR-13):1-40.
13. Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Dispõe sobre a Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 2006.
14. Organización Panamericana de la Salud. La fluoruración del agua: un manual para operadores de planta de agua. Washington, D.C; 1997 [acesso 21 set 2009]. Disponível em: [http://www.paho.org/spanish/Hsp/HSO/doc098.pdf].
15. Brasil. Decreto nº. 5440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistema de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 4 mai. 2005.