

Suzely Adas Saliba Moimaz¹
Paula Caetano Araújo²
Fernando Yamamoto Chiba³
Cléa Adas Saliba Garbín⁴
Doris Hissako Sumida⁵
Nemre Adas Saliba⁶

Influence of pluvial variations in fluoride levels in wells water

Influência das variações pluviiais nos teores de flúor em águas de poços

ABSTRACT | *Introduction: The fluoridation surveillance in the public water supply came up with the need to develop mechanisms that would help society in the control of water quality. To perform reliable analysis, variables such as depth of the wells and pluvial variations should be subject of research and study. Objectives: To analyze the fluoride levels of deep wells in periods of rain and drought, corresponding to four Brazilian cities and compare the results. Methodology: It was made the mapping of the water supply network and the identification of the sampling points according to the number of deep wells in each locality, selecting those who had the natural fluoride level. Three points were defined for each source of water supply, and the addresses were randomly selected. The samples were analyzed in duplicate at the laboratory of the Center for Research in Public Health of the Dentistry School of Araçatuba – UNESP, during 8 months, in periods of rain and drought (total absence of rain). Results: 174 analysis were conducted, the mean fluoride levels for rain and drought times were, respectively: 0,71 and 0,73. It was used the Student's t test ($p < 0,05$). Conclusion: There wasn't statistically significant differences for the periods of rain and drought in any of the cities, at the year of 2010. This study highlights the importance of health surveillance, because beyond of ensuring social control, there is also the search for investigating variables that may have directly and / or indirectly influence on the results of the analysis.*

Keywords | Wells; Fluoridation; Population Surveillance; Health Promotion

RESUMO | *Introdução: A vigilância da fluoretação nas águas de abastecimento público surgiu com a necessidade de desenvolver mecanismos que auxiliem a sociedade no controle da qualidade da água. Para realizar análises fidedignas, variáveis como profundidade dos poços e variação pluviométrica devem ser alvo de pesquisa e estudo. Objetivos: Analisar os teores de flúor de poços profundos correspondentes a 4 municípios brasileiros e comparar os resultados, em períodos de chuva e seca. Metodologia: Foi realizado o mapeamento da rede de abastecimento de água e a identificação dos pontos de coleta de acordo com o número de poços profundos existentes em cada localidade, selecionando aqueles em que o teor de flúor era natural. Foram definidos três pontos para cada fonte de abastecimento de água, sendo os endereços selecionados aleatoriamente. As amostras foram analisadas em duplicata no laboratório do Núcleo de Pesquisa em saúde coletiva da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Unesp, durante 8 meses, considerando períodos de chuva e períodos de seca (ausência total de chuva). Resultados: Foram feitas 174 análises, os teores médios de flúor na época de chuva e seca foram, respectivamente: 0,71 e 0,73. Foi aplicado o teste t de Student ($p < 0,05$). Conclusão: Não houve diferenças estatisticamente significantes para os períodos de chuva e seca no ano de 2010 em nenhum dos municípios. Evidencia-se a importância do heterocontrole na vigilância em saúde, pois além de garantir o controle social, busca ainda investigar variáveis que possam influir direta e/ou indiretamente nos resultados das análises.*

Palavras-chave | Poços; Fluoretação; Vigilância da População; Promoção da Saúde

¹Doutora e Professora Titular da área de Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. – Araçatuba/SP, Brasil.

²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Araçatuba/SP, Brasil.

³Mestre e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Araçatuba/SP, Brasil.

⁴Doutora e Professora Adjunta da área de Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. – Araçatuba/SP, Brasil.

⁵Doutora e Professora Adjunta da área das Ciências Básicas da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. – Araçatuba/SP, Brasil.

⁶Doutora e Professora Titular da área de Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Araçatuba/SP, Brasil.

INTRODUÇÃO |

Os recursos hídricos superficiais estão se tornando cada vez mais escassos e em contrapartida existe uma crescente demanda por águas adequadas para o consumo humano, gerando a necessidade da busca de novas fontes adicionais desse recurso para a sobrevivência das populações¹⁴.

O conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos é fundamental devido à sua crescente utilização para o abastecimento público. As técnicas de exploração cada vez mais acessíveis e o baixo custo do tratamento colocaram as águas subterrâneas na condição de bem precioso e vital para população mundial¹⁴.

Altos teores de flúor são raros em águas de superfície, mas podem ocorrer em águas subterrâneas. Em alguns casos, águas de superfície podem possuir o nível ótimo de flúor necessário para prevenção a cárie dentária, entretanto, a maioria das fontes de água apresenta somente traços de flúor natural. Compostos de flúor são seguidamente adicionados durante o processo de tratamento da água para ajustar a quantidade de flúor a um nível que pode produzir benefício na prevenção da cárie dentária¹⁶.

Alguns estudos sugerem que além da variável profundidade dos poços, os teores de flúor podem sofrer variação de acordo com a sazonalidade, pois o flúor presente naturalmente na água pode variar sua concentração de acordo com as estações do ano da região³. Através da precipitação na forma de chuva e neve que alcança a superfície do terreno, parte infiltra no solo e parte escoar na forma de excedente pluvial¹¹. Desta forma, dependendo da permeabilidade do solo, esta água alimentará o aquífero da região e ficará em maior contato com as rochas de fluorita, diluindo o teor de flúor presente na mesma.

Logo, a vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento público se faz essencial², pois muitas são as variáveis que podem interferir na fluoretação das águas. Este método preventivo é recomendado por mais de 150 organizações de ciência e saúde, incluindo a Federação Dentária Internacional (FDI), a Associação Internacional de Pesquisa Odontológica (IADR), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS)²⁵.

Muitos estudos vêm demonstrando o efetivo controle da cárie dentária através da manutenção de quantidades pequenas de flúor na cavidade bucal^{12,21}. O efeito do flúor na cárie é observado durante a desmineralização, uma vez que o íon promove uma diminuição da perda mineral e com isso, verifica-se a redução da lesão de cárie, além de

acelerar o processo de remineralização^{23,24}.

Entretanto, a falta de mão de obra especializada, de infra-estrutura adequada e de experiência no controle do processo de fluoretação, são dificuldades existentes no país que interferem no alcance da dosagem correta do flúor nas águas de abastecimento, apesar deste ser um método seguro, econômico, eficaz e eficiente para reduzir os níveis de cárie dentária na população¹⁸.

OBJETIVOS |

O objetivo deste trabalho foi analisar a variação dos teores de flúor naturalmente encontrados em poços profundos, em períodos de seca e chuva, no ano de 2010.

METODOLOGIA |

Foram analisados os teores de flúor de poços profundos de 4 municípios: Andradina, Auriflamma, Luiziânia e Pereira Barreto, localizados na região noroeste do Estado de SP, Brasil e que fazem parte do mesmo lençol freático, o Aquífero Guarani.

Para a realização da pesquisa, inicialmente, foi realizado o contato com os municípios com a finalidade de coletar informações sobre a presença de flúor nas águas e características da rede de abastecimento, assim como de realizar reuniões formais com engenheiros e técnicos dos órgãos responsáveis pelo abastecimento público de água de cada município, objetivando a obtenção de informações necessárias à descrição do sistema de abastecimento, identificação das fontes de abastecimento que possuíam apenas flúor natural e esclarecimentos adicionais a respeito da existência e da profundidade dos poços existentes.

A identificação dos pontos de coleta das amostras foi realizada de acordo o número de poços profundos com flúor natural existentes em cada município, considerando-se o mapa de distribuição de água. Foram definidos três pontos de coleta para cada poço.

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno previamente descontaminados com água deionizada e identificados com os seguintes dados: local, data e o nome do responsável pela coleta.

As amostras foram transportadas até o laboratório do NEPESCO (Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva) da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, onde foram analisadas em duplicata.

O teor de íon flúor na água é medido por meio de um analisador de íons (Model 940EA; Orion Research, Inc., Beverly, MA, USA) acoplado a um eletrodo combinado para flúor (Model 9609BN; Orion Research, Inc.). Foi construída uma curva de calibração, levando-se em consideração os valores esperados para as amostras que foram analisadas com os padrões variando de 0,1 a 1,6 mg F/L. Para tanto foram utilizadas diluições a partir de uma solução de fluoretos a 100 mg/L (Model 940907; Orion Research, Inc.). De cada um destes padrões foi coletado um volume de 1ml posteriormente acrescido de 1 ml de TISAB II (Total Ionic Strength Adjustor Buffer). Este procedimento foi realizado em duplicata para cada um destes padrões para reduzir a margem de erro. A curva de calibração foi empregada somente para a leitura das amostras de água quando os valores de R² foram iguais ou maiores que 0,999.

Os valores obtidos nas leituras das amostras em duplicata, também adicionadas de TISAB II (proporção 1:1), foram transferidos para uma planilha eletrônica construída no software Excel 2003 (Microsoft), transformando os valores de mv para mg F/L.

Foi realizada a divisão dos períodos de chuva e seca, sendo considerados quatro meses com presença de chuva: janeiro, fevereiro, março e abril, e outros quatro meses com ausência total de chuva: maio, junho, julho e agosto, nos quais as amostras foram coletadas mensalmente nos pontos previamente estabelecidos. O teste t de Student foi empregado para comparação dos dois períodos em análise,

chuva e seca, e a diferença considerada significativa quando $p < 0,05$.

RESULTADOS |

Foi possível identificar que todos os pontos de coleta das amostras de água correspondiam a águas provenientes de poços profundos (Tabela 1).

Tabela 1 – Número e profundidade dos poços profundos presentes nos municípios analisados. Araçatuba, São Paulo, 2010

Município	Pontos	Poços	Profundidade (metros)
Andradina	1		1200
	2	3	115
	3		90
Auriflama	1		1250
	2	3	126
	3		118
Luiziânia	1		300
	2	2	200
	3		
Pereira Barreto	1		
	2	1	1040
	3		

No período de janeiro a agosto de 2010, foram coletadas e analisadas, em duplicata, 87 amostras de água de poços profundos de quatro municípios, totalizando 174 análises (Tabela 2).

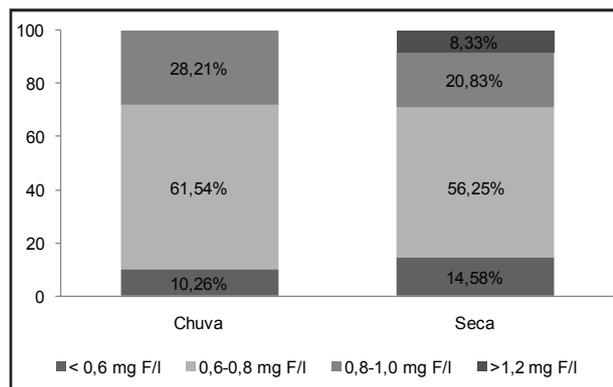
Tabela 2 – Concentração de flúor (mg F/l) em águas de poços dos quatro municípios, nos períodos de chuva e seca. Araçatuba, São Paulo, 2010

Município	Ponto	Chuva				Seca			
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.
Andradina	1	*	*	1,14	0,36	1,68	0,6	1,55	1,29
	2	*	*	0,26	0,27	0,34	0,26	0,35	0,35
	3	*	*	0,34	1,49	0,25	1,49	0,26	0,27
Auriflama	1	0,69	0,66	0,67	0,65	0,64	0,65	0,63	0,67
	2	0,69	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,63	0,69
	3	0,69	0,69	0,66	0,65	0,67	0,65	0,63	0,68
Luiziânia	1	0,63	0,68	0,63	0,66	0,66	0,62	0,68	0,69
	2	0,63	0,66	0,65	0,66	0,65	0,65	0,67	0,69
	3	0,63	0,68	0,65	0,67	0,64	0,64	0,67	0,69
Pereira Barreto	1	*	0,87	0,87	0,87	0,86	0,88	0,85	0,86
	2	*	0,88	0,88	0,87	0,84	0,88	0,85	0,87
	3	*	0,88	0,86	0,88	0,84	0,88	0,87	0,86

Nota: *Amostras não coletadas devido a dificuldades de transporte e problemas políticos.

A figura 1 demonstra a distribuição porcentual das amostras de água analisadas, nos períodos de chuva e seca, segundo o teor de flúor observado. Verificou-se que em ambos os períodos, a maioria das amostras apresentava teores de flúor dentro dos parâmetros de benefício máximo (prevenir cárie) e risco mínimo (produzir fluorose dentária) preconizados pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal⁷ (2011), entre 0,65 e 0,94 mg F/l.

Figura 1 - Distribuição porcentual das amostras de água analisadas durante os períodos de chuva e seca, segundo o teor de flúor. Araçatuba, São Paulo, 2010.



A análise dos dados obtidos demonstrou que a média dos teores de flúor para os períodos de chuva e seca foram: 0,71 e 0,73, respectivamente. Não houve diferenças estatisticamente significantes para estes dois períodos ($p = 0,76$), conforme observado na Tabela 3, de acordo com o teste t de Student ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO |

A cárie dentária é resultante da interação de muitos fatores de risco. A prevalência dessa doença tem diminuído no mundo todo a partir de medidas preventivas adotadas que visam à correta higiene bucal, controle da dieta e a utilização de flúor⁸. Todavia, como a possibilidade de sucesso das duas primeiras medidas em saúde pública está relacionada a problemas culturais e comportamentais, de maneira

que a queda dos índices de cárie tem sido relacionada, principalmente, à ação dos fluoretos.

A fluoretação da água de consumo público tem sido considerada a medida de saúde pública mais eficaz no controle da cárie dentária, pois suas vantagens podem alcançar todas as raças, etnias e diferenças sócio-econômicas²⁰. Com isso, a fluoretação de águas é considerada um dos mais importantes fatores responsáveis pela diminuição da cárie dentária nos últimos cinquenta anos, inclusive apresentando a melhor relação custo benefício dentre todos os métodos preventivos¹⁰.

Mesmo com todas as vantagens comprovadas, deve haver um controle do processo a fim de que a fluoretação de águas possa proporcionar medidas de promoção de saúde e prevenção da cárie dentária^{5,13,17,22}. Teores abaixo do recomendado não trazem benefício esperado e teores de flúor acima podem levar ao aparecimento de fluorose dentária em crianças quando ingeridos durante o período de formação dos dentes^{4,6,15}.

Este presente estudo identificou, dentre as principais limitações para a execução da pesquisa, a dificuldade por parte dos municípios analisados em fornecer as profundidades dos poços. Em consequência do dinamismo das ações políticas, muitas vezes, dados importantes demoram a ser repassados devido há ausência do responsável pelo setor ou até mesmo pela privatização deste tipo de departamento. São estes obstáculos que evidenciam o desconhecimento por parte da sociedade a respeito da importância da fluoretação e da vigilância em saúde pública.

Um estudo muito abrangente publicado por Gandra⁹ (1950) mostrou que o elemento flúor encontrava-se distribuído vastamente na natureza, porém não na forma livre e sim, mais concentrado em regiões fosfáticas, de alumínio e cinzas vulcânicas. Este mesmo trabalho identificou ainda que o flúor é encontrado nas águas em maior quantidade quando estas ao passarem por jazidas minerais deste elemento, dele se enriquecem. Sendo que as águas de poços profundos são geralmente mais ricas. É relevante,

Tabela 3 – Resultados da análise comparativa dos teores de flúor (mg F/l) em poços, nos períodos de chuva e seca. Araçatuba, São Paulo, 2010

Período	n	Média	Erro padrão	Desvio padrão	Teor mínimo	Teor máximo
Chuva	39	0,71	0,03	0,22	0,26	1,49
Seca	48	0,73	0,43	0,30	0,25	1,68

$p = 0,76$

ainda, salientar que este tipo de poço é caracterizado por: apresentar profundidades maiores que 80 metros; possuir pequeno diâmetro; apresentar pequena variação do nível de água; menor risco de poluição e maior custo de construção e operação¹¹. Neste estudo, os poços que abasteciam os 4 municípios eram do tipo profundo.

Condições como: temperatura, pH, presença ou não de complexos minerais, íons precipitados e colóides, solubilidade de minerais, capacidade de troca iônica de minerais, granulometria e o tipo da litologia e o tempo de resistência das águas podem influenciar na concentração do flúor presente nas águas¹.

Em um trabalho realizado por Ramires¹⁹ (2006), na avaliação da concentração de flúor nas águas de abastecimento público de Bauru, SP, não foram observadas variações na concentração do teor de flúor natural presente na água em função da sazonalidade das estações do ano, resultado este, também observado na presente pesquisa.

Desta maneira, neste trabalho verificou-se que não houve interferência da chuva na concentração de flúor das águas de abastecimento provenientes de poços profundos, de acordo com o teste t de Student ($p < 0,05$).

Todavia é necessário que mais trabalhos sejam realizados para estudo do tema e para corroborar com novos achados em vigilância sanitária, uma vez que na literatura, há poucos trabalhos que façam esta correlação, dificultando assim, as possíveis comparações e discussão de resultados encontrados.

CONCLUSÃO |

Não houve diferença estatisticamente significativa nos teores de flúor natural das águas de poços profundos, nos períodos de chuva e seca. Destaca-se a importância da realização de estudos longitudinais de heterocontrole na vigilância em saúde, como uma eficaz ferramenta que permite, não somente determinar com maior precisão os teores de flúor presentes na água de abastecimento público, como também investigar variáveis que possam influenciar direta e/ou indiretamente na qualidade da água fornecida à população.

REFERÊNCIAS |

1 - Apambire WB, Boyle DR, Michel FA. Geochemistry, genesis and health implications of fluoriferous ground waters in the upper regions of Ghana. *Environ Geol* 1997;33(1):13-24.

2 - Bellé BLL, Lacerda VR, De Carli AD, Zafalon EJ, Pereira PZ. Análise da fluoretação da água de abastecimento público da zona urbana do município de Campo Grande (MS). *Ciênc Saúde Coletiva* 2009;14(4):1261-6.

3 - Calvo MCM. Situação da fluoretação de águas de abastecimento público no estado de São Paulo – Brasil [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 1997.

4 - Carvalho RB, Medeiros UV, Santos KT, Pacheco Filho AC. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal. *Ciênc Saúde Coletiva* 2011;16(8):3509-18.

5 - Casotti CA, Saliba NA, Moimaz SAS, Saliba O, Becalli TB. Fluorose dentária em cidades com diferentes períodos de adição de flúor à água de abastecimento público. *UFES Rev Odontol* 2006;8(1):15-20.

6 - Catani DB, Hugo FN, Cypriano S, Sousa MLR, Cury JA. Relação entre níveis de fluoreto na água de abastecimento público e fluorose dental. *Rev Saúde Pública* 2007;41(5):732-39.

7 - Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal [CECOL/USP]. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2011.

8 - Farha FP, Santos MN, Rodrigues LKA, Vidigal EA. Avaliação da disponibilidade de flúor em dentifrícios infantís encontrados no comércio brasileiro. *UFES Rev Odontol* 2006;8(3):25-30.

9 - Gandra YR. Contribuição para o conhecimento do teor de flúor de águas do estado de São Paulo: significação sanitária do problema [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 1950.

10 - Garcia AL. Caries incidence and costs of preventive programs. *J Public Health Dent* 1989; 49(5 Spec No):259-71.

11 - Guimarães SM. Investigação da ocorrência de fluorose associada ao consumo de água subterrânea na região nordeste do estado de Goiás utilizando sistema de informações geográficas [Trabalho de Conclusão de Curso]. Goiânia: Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás; 2006.

12- Moimaz SAS, Saliba NA, Arcieri RM, Saliba O, Sundefeld MLMM. Redução na prevalência de cárie dentária após dez anos de fluoretação da água de abastecimento público, no

município de Birigui, SP, Brasil. Rev Fac Odontol Lins 1995; 8(2):41-5.

13- Moimaz SAS, Saliba O, Chiba FY, Saliba NA. External control of the public water supply in 29 Brazilian cities. Braz Oral Res 2012;26(1):12-8.

14- Nanni AS. O Flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.

15- Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. Ciênc Saúde Coletiva 2000;5(2):381-92.

16- Noll R, Oliveira IL. Fluoretação das águas de abastecimento público no âmbito da CORSAN [resumo VII-017]. In: 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental [online]; 2000 Dez 3-8; Porto Alegre. Anais eletrônicos. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1998 [citado 2011 Nov 21]. Disponível em URL <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/vii-017.pdf>

17- Parnell C, Whelton H, O'Mullane D. Water fluoridation. Eur Arch Paediatr Dent 2009;10(3):141-8.

18- Pinto VG. Saúde bucal coletiva. 4. ed. São Paulo: Santos; 2000.

19- Ramires I, Maia LP, Rigolizzo DS, Lauris JRP, Buzalaf MAR. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em Bauru, SP, Brasil. Rev Saúde Pública 2006;40(5):883-9

20- Ripa LW. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. J Public Health Dent 1993; 53(1):17-44.

21- Saliba NA, Moimaz SAS, Casotti CA, Tiano AVP. Cárie dentária em residentes permanentes de Baixo Guandu, Brasil, fluoretada desde 1953. UFES Rev Odontol 2007;9(2):16-21.

22- Santos KT, Saliba NA, Moimaz SAS. Importância da vigilância sanitária e educação em saúde para prevenção de fluorose dentária. UFES Rev Odontol 2006;8(3):6-14.

23- Whitford GM, Wasdin JL, Schafer TE, Aidar SM. Plaque fluoride concentrations are dependent on plaque calcium concentrations. Caries Res 2002;36(4):256-65.

24- Whitford GM, Buzalaf MA, Bijella MF, Waller JL. Plaque fluoride concentrations in a community without water fluoridation: effects of calcium and use of a fluoride

or placebo dentifrice. Caries Res 2005;39(2):100-7

25- Zimmer S, Jahn KR, Barthel CR. Recommendations for the use of fluoride in caries prevention. Oral Health Prev Dent 2003;1(1):45-51

Correspondência para/Reprint request to:

Suzely Adas Saliba Moimaz

Rua José Bonifácio, nº 1193

Vila Mendonça - Araçatuba-SP

CEP: 16015-050

e-mail: sasaliba@foa.unesp.br

Recebido em: 1-12-2011

Aceito em: 19-3-2012