**Estudo da concentração de flúor nas águas de abastecimento público relacionada às variações pluviais**

**Resumo**:

**Introdução:** Quanto ao uso do flúor na odontologia, a fluoretação das águas de abastecimento público se constitui o método de maior abrangência, além de possuir um baixo custo e ser seguro, porém a análise periódica dos níveis do íon se faz necessária para que se obtenha o máximo benefício na prevenção de cárie e risco mínimo no desenvolvimento de fluorose dentária. **Objetivo:** analisar e comparar a concentração de flúor nas águas de abastecimento público nos períodos de chuva e seca, em fontes de captação onde o íon é natural, no intervalo de 5 anos. **Metodologia:** a coleta de água foi feita em pontos previamente estabelecidos de acordo com o número e localização das fontes de captação de água. As análises foram executadas com um analisador de íons acoplado a um eletrodo específico para flúor. A análise dos dados foi feita por estatística descritiva e utilizando-se o teste de Wilcoxon para a comparação entre os períodos de chuva e seca. **Resultados:** 81,03% das amostras dos poços profundos estavam acima dos teores de flúor recomendados, não estando então na classificação que ofereça o máximo benefício e risco mínimo. Os valores referentes à média, desvio padrão e valores máximos e mínimos foram semelhantes nos dois poços profundos onde o flúor contido é natural. **Conclusão:** Não houve diferenças estatisticamente significativas nos teores do íon flúor das águas provenientes de poços profundos na comparação dos períodos de chuva e seca.

**Descritores:** Saúde bucal; Flúor; Fluoretação.

**Introdução:**

Com a introdução do flúor como fator de prevenção à cárie dentária, observa-se, em grande parte da população mundial, uma diminuição na prevalência desta doença.¹ Dentre as várias formas de promover o consumo ou acesso ao uso do flúor, a fluoretação das águas de abastecimento público se constitui o método de maior abrangência, além de possuir um baixo custo e ser seguro.2 É ainda considerada a medida coletiva mais importante da aplicação de flúor em Saúde Pública, desde que respeitadas todas as recomendações e monitoramento periódico da concentração do fluoreto.2-9 A fluoretação das águas de abastecimento público se mostrou tão eficaz, que o Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) avalia o método como uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX.10

O teor considerado ótimo de flúor nas águas de abastecimento pode variar conforme a temperatura média anual de cada região, pois isso pode alterar a constância do consumo de água diária da população.11,12

Dependendo da fonte de onde a água é proveniente, a concentração do íon flúor pode se alterar, como por exemplo, em localidades que apresentam poços profundos compondo sua rede de distribuição, o nível do fluoreto tende a ser mais elevado.13 Do mesmo modo, poços semiartesianos, fontes alternativas e a água proveniente da Estação de Tratamento possuem características específicas que podem causar diferenças quando se compara o teor de flúor considerando suas respectivas procedências.13

Incontáveis grupos de pesquisa, ou mesmo estudos sobre o assunto, apontam a necessidade de se fazer a manutenção dos teores de fluoreto nas águas de abastecimento público14 sendo o heterocontrole, o qual consiste no controle e análise periódica da fluoretação das águas por parte de instituição distinta daquela responsável pelo tratamento e abastecimento de água, uma importante estratégia de auxílio para que o método atinja seu máximo benefício na prevenção de cárie dentária e o risco mínimo no desenvolvimento de fluorose.7

Sendo assim, um conhecimento mais amplo acerca dos fatores naturais ou humanos que possam interferir ou diminuir as qualidades do método se faz necessário.

**Objetivo**:

O objetivo neste estudo foi analisar e comparar a concentração de flúor nas águas de abastecimento público nos períodos de chuva e seca, em fontes de captação onde o íon é natural, no intervalo de 5 anos.

**Metodologia**:

A pesquisa foi realizada em um município do noroeste do estado de São Paulo, com complexa rede de distribuição de água que inclui poços profundos, poços semiartesianos, Estação de Tratamento (ETA), mistura das águas de poços profundos com ETA, e fontes alternativas, consideradas poços de indústrias ou empresas onde a população coleta água, geralmente em torneiras da parte exterior do estabelecimento. Porém, para esse estudo, apenas as amostras procedentes dos poços profundos foram comparadas nos períodos de chuva e seca, pois o flúor contido neles é de origem natural. Há no município dois poços profundos: o Áqua Pérola (poço profundo 1) e o Matéria (poço profundo 2).

Os pontos de coleta das amostras foram identificados de acordo com a quantidade e localização das fontes de abastecimento de água existentes na localidade. Determinou-se, para cada fonte de água de abastecimento no município, 3 pontos de coleta na área abastecida por ela, com exceção das fontes alternativas, em que para cada fonte existe apenas 1, totalizando 42 pontos. Aleatoriamente, foram selecionados os endereços dos pontos de coleta de água, sendo todos em locais públicos (postos de saúde, escolas e outros) em razão da facilidade de acesso. Foram estabelecidos contatos formais, durante o desenvolvimento do estudo, com o Secretário de Saúde, o Coordenador de Saúde Bucal e com o responsável pelo abastecimento de água do município.

As coletas das amostras de água foram realizadas sempre na primeira semana de cada mês, realizadas diretamente da rede de abastecimento. Frascos de polietileno de 40 ml, previamente descontaminados com água deionizada com objetivo de evitar a contaminação, foram usados para armazenar a água coletada. Os mesmos foram hermeticamente fechados, recebendo uma etiqueta de identificação, com dados referentes ao procedimento de coleta da amostra, indicando o local, dia, mês, hora em que a mesma foi realizada e o nome da pessoa responsável pela coleta. Concluída a coleta, as amostras foram transportadas até o laboratório do Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva (NEPESCO) do Programa de Pós-graduação em Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, onde as análises, no período máximo de 150 dias, foram realizadas.

Para a execução nas análises laboratoriais, utilizou-se um analisador de íons (Model 940EA; Orion Research, Inc., Beverly, MA, USA) acoplado a um eletrodo combinado para flúor (Model 9609BN; Orion Research, Inc.), segundo o método descrito por Maia et al.15 para a mensuração deste íon.

Para se reduzir a margem de erro, a calibração do equipamento foi realizada em triplicata, por meio da construção de uma curva de calibração, levando–se em consideração os valores esperados para as amostras com padrões variando de 0,1 a 2,0 mgF/L. Foram utilizadas diluições a partir de uma solução padrão de fluoretos a 100 mg/L (Orion, 940907). De cada um dos 5 padrões, foi coletado um volume de 1 ml, posteriormente acrescido de 1 ml de “Total Ionic Strenght Adjustor Buffer” (TISAB II), um tampão de ajuste de pH, força iônica e descomplexante, muito utilizado nas análises de flúor. Após executada a curva de calibração e estando o equipamento apto para a realização das análises, é realizada a leitura das amostras, em duplicata, também sendo adicionado o composto TISAB II, na proporção de 1:1. Os valores obtidos no analisador de íons são em milivolts (mV), e ao serem repassados para uma planilha eletrônica no Microsoft Office Excel, convertem-se em miligramas de flúor por litro (mgF/L).

Os resultados das análises das amostras foram enviados mensalmente aos responsáveis pelo tratamento de água, secretário de saúde e coordenador de saúde bucal do município.

Considerou-se para este estudo a classificação elaborada pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL) para se definir os valores tidos como ideais com relação à concentração de flúor, a qual se baseia no princípio de maior benefício para prevenção da cárie e menor risco de desenvolver fluorose dentária, além de também considerar a média das temperaturas máximas anuais de cada localidade. Para o município do estudo, o intervalo recomendado varia de 0,55 a 0,84 mgF/L.12

Os meses considerados com presença de chuva foram janeiro, fevereiro, março e abril, enquanto os meses de seca foram maio, junho, julho e agosto, e assim foi feita a divisão dos períodos de alta e baixa pluviosidade, respectivamente.16 Para análise dos dados utilizou-se estatística descritiva e o teste de Wilcoxon para a comparação entre os períodos de chuva e seca.

**Resultados:**

Foram coletadas e analisadas, em duplicata, 2130 amostras relativas aos meses de estudo levando-se em consideração todas as fontes de captação do município e todos os meses do ano, de Janeiro a Dezembro, durante os 5 anos do período de estudo. Referentes aos dois poços profundos, 313 amostras foram analisadas.

Na comparação entre todas as fontes de captação de água do município, observou-se que os poços profundos apresentaram as maiores médias tanto na chuva quanto na seca (Tabela 1). Constatou-se também que 81,03% das amostras dos poços profundos estavam acima dos teores de flúor recomendados, não estando então na classificação que ofereça o máximo benefício e risco mínimo.

*Tabela 1- Médias da concentração de flúor (mgF/L) de cada fonte de captação de água, nos períodos de chuva e seca (n=1451 amostras).*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Período** | **ETA** | **Poços profundos** | **ETA + Poços Profundos** | **Poços semiartesianos** | **Fontes alternativas** | | Chuva (jan, fev, mar, abr) | 0,78 | 1,11 | 0,92 | 0,80 | 0,09 | | Seca (maio, jun, jul, ago) | 0,83 | 1,11 | 0,97 | 0,85 | 0,11 | |  |  |  |  |  |

*Tabela 2- Distribuição percentual das amostras de água segundo o teor de flúor referentes aos 5 anos de análise, sem distinção dos períodos de chuva e seca (n=2130 amostras).*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **mgF/L** | **ETA** | **Poços Profundos** | **ETA + poços profundos** | **Poços Semiartesianos** | **Fontes Alternativas** |
| **<0,55** | 4,57 | 0,64 | 1,3 | 12,6 | 100 |
| **de 0,55 a 0,84** | 56,13 | 18,33 | 17,8 | 37,56 | 0 |
| **de 0,85 a 1,14** | 34,19 | 52,41 | 57,6 | 37,48 | 0 |
| **>1,14** | 5,11 | 28,62 | 23,3 | 12,36 | 0 |
| **Total** | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Tabela 3- Média, desvio padrão, valores mínimo e máximos dos poços profundos 1 e 2 referentes aos teores de flúor nos períodos de chuva e seca (n=313 amostras).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Poço profundo 1 1** |  | **Poço profundo 2** |  |
|  | chuva | seca | chuva | seca |
|  |  |  |  |  |
| **Média** | 1,10 | 1,13 | 1,10 | 1,12 |
| **Desvio padrão** | 0,11 | 0,11 | 0,07 | 0,10 |
| **Mínimo** | 0,72 | 0,74 | 0,81 | 0,70 |
| **Máximo** | 1,29 | 1,36 | 1,23 | 1,35 |

Pelo teste de Wilcoxon, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os períodos de chuva e seca nos dois poços profundos analisados. Quanto à estatística descritiva, os valores referentes à média, desvio padrão e valores máximos e mínimos foram também semelhantes nessas duas fontes (Tabela 3).

**Discussão:**

A fluoretação das águas de abastecimento público mostra-se a maneira mais eficaz de expandir os benefícios da ação do íon na prevenção da cárie dentária, porém, para que haja a otimização do método, é necessária uma vigilância periódica dos níveis de flúor presentes na água, visto que concentrações abaixo do ideal não geram o efeito desejado e concentrações acima do recomendado podem acarretar em fluorose dentária.1,7,10

Sabe-se que, alguns fatores naturais 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 influir nos níveis de flúor contido nas águas de determinada região.17

Na literatura, quando se busca os termos ‘fluoretação’ e ‘temperatura’, a maioria dos resultados obtidos é de estudos que dizem respeito à quantidade considerada ótima de flúor nas águas de abastecimento público de acordo com a temperatura de cada região, e poucas pesquisas relacionadas a possíveis variações dos níveis de flúor de acordo com as mudanças de estação são encontradas. Nas buscas dos termos ‘fluoretação’ e ‘pluviosidade’ nas bases de dados, poucos estudos são localizados. Essa escassez de artigos sobre o assunto baseou a proposição deste estudo, representada pela dúvida: na época de chuvas, a maior precipitação poderia diluir o flúor contido naturalmente nas águas, alterando assim seus parâmetros normais?

Pôde-se notar, pelos resultados obtidos neste estudo que, nas fontes de captação onde o flúor é de origem natural, ou seja, nos dois poços profundos, não houve diferenças estatisticamente significativas nos períodos usados para comparação (chuva e seca). Com relação às médias, desvios padrões e valores máximos e mínimos, os poços profundos 1 e 2 apresentaram resultados semelhantes tanto na chuva quanto na seca, o que evidencia que esse tipo de fonte se comporta de maneira regular independente da estação, ou seja, a suposição de que as águas das chuvas pudessem diluir o flúor dessas fontes não foi comprovada. Os valores obtidos pelas análises desses dois poços mostraram que eles obtiveram maiores médias referentes aos níveis do fluoreto em relação às outras fontes de captação. Esse fenômeno já foi evidenciado por outro estudo,13 mostrando que há uma tendência de que os teores de flúor em poços profundos sejam mais elevados quando comparados às outras fontes de captação. No município de estudo, na tentativa de diluir as águas provenientes dos poços profundos Áqua Pérola e Matéria a fim de se conseguir teores menos elevados do íon, foi feita a mistura das águas dessas fontes com as águas da Estação de Tratamento.

Um estudo realizado sobre a influência das variações pluviais no teor de flúor das águas de abastecimento oriundas de poços profundos também mostrou que não houve diferenças estatísticas na comparação dos meses de seca e de chuva em relação à concentração do fluoreto, corroborando com o achado na presente pesquisa.16 Outro estudo, conduzido em uma cidade do estado de São Paulo, Brasil, em que o objetivo foi averiguar se a temperatura interferiu nos teores de flúor das águas, evidenciou que as concentrações mantiveram-se semelhantes mesmo com as diferenças climáticas no verão e inverno.18

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma medida de saúde pública consagrada e recomendada por várias organizações de ciência e saúde, dentre elas, Associação Internacional de Pesquisa Odontológica (IADR), Federação Dentária Internacional (FDI), Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), e Organização Mundial da Saúde (OMS).14 Porém, muito se discute sobre os possíveis riscos19, sobre a necessidade de se realizar a vigilância e heterocontrole2-9, e sobre as recomendações para os teores considerados ótimos do íon flúor20, fazendo com que o tema ainda esteja em rodas de discussão e presente em muitos estudos, mesmo após sua eficácia e importância na redução de cárie da população nos últimos anos já terem sido comprovadas21, sendo que alguns estudos ainda encontraram relação entre melhores IDH-M (índice de desenvolvimento humano municipal) e tempo de fluoretação das águas de abastecimento público.22

Para que a fluoretação continue sendo essa incrível medida de saúde pública que vêm ajudando a humanidade na prevenção da cárie dentária, o conhecimento mais aprofundado das variáveis que possam influir nos benefícios do método se faz necessário, visto que poucos trabalhos fazem essa correlação; e visto que hoje em dia configura um assunto polêmico na comunidade científica, sendo o processo até contraindicado por alguns pesquisadores.23

**Conclusão:**

Não houve diferenças estatisticamente significativas nos teores do íon flúor das águas provenientes de poços profundos na comparação dos períodos de chuva e seca, sendo esses os que apresentaram maiores médias referentes aos níveis de fluoreto quando comparados às outras fontes de captação.

Referências:

1. Pinto VG. Saúde bucal coletiva. 5th ed. São Paulo: Santos; 2008.
2. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do séc. XX. Ciênc Saúde Coletiva. 2000;5(2):381-92.
3. Lima FG, Lund RG, Justino LM, Demarco FF, Del Pino FAB, Ferreira R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Cad Saúde Pública. 2004;20(2):422-9.
4. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. J Public Health Dent. 1989;49(5):279-89.
5. 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.
6. Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. J Public Health Dent. 1996;56(5):253-8.
7. Locker D. Benefits and risks of water fluoridation. An Update of the 1996 Federal-Provincial Sub-committee Report. Toronto: Ontario Ministry of Health; 1999 [cited 2010 Abr 6]. Available from: http://www.health.gov.on.ca/english/public/pub/ministry\_reports/fluoridation/fluor.pdf.
8. Cury JA, [Tenuta LM](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Tenuta%20LM%22%5BAuthor%5D), [Ribeiro CC](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Ribeiro%20CC%22%5BAuthor%5D), [Paes Leme AF](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Paes%20Leme%20AF%22%5BAuthor%5D). The importance of fluoride dentifrices to the current dental caries prevalence in Brazil. Braz Dent J. 2004;15(3):167-74.
9. Silva JS, [Val CM](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22do%20Val%20CM%22%5BAuthor%5D), [Costa JN](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Costa%20JN%22%5BAuthor%5D), [Moura MS](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22de%20Moura%20MS%22%5BAuthor%5D), [Silva TA](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Silva%20TA%22%5BAuthor%5D), [Sampaio FC](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22Sampaio%20FC%22%5BAuthor%5D). Heterocontrole da fluoretação das águas em três cidades no Piauí, Brasil Cad Saúde Pública. 2007;23(5):1083-8.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Achievements in Public Health, 1900-1999. Fluoridation of drinking water to prevent dental caries. MMWR Surveill Summ. 1999;48(41):933-40.
11. Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. Public Health Rep. 1957;72(6):491-3.
12. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.
13. Moimaz SAS, Santos LFP. Estudo longitudinal da fluoretação das águas em municípios com complexa rede de distribuição: dez anos de estudo. Arch Health Invest. 2015;4(5):11-6.
14. Zimmer S, Jahn KR, Barthel CR. Recommendations for the use of fluoride in caries prevention. Oral Health Prev Dent. 2003;1(1):45-51.
15. Maia LC, Valença AMG, Soares EL, Cury JA. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Cad Saúde Pública. 2003;19(1):61-7.
16. Moimaz SAS, Araújo PC, Chiba FY, Garbin CAS, Sumida DH, [Saliba NA.](http://lattes.cnpq.br/9807879196081999) Influência das variações pluviais nos teores de flúor em águas de poços. Rev Bras Pesqui Saúde. 2012;14(1):36-41.
17. Apambire WB, Boyle DR, Michel FA. Geochemistry, genesis and health implications of floriferous ground waters in the upper regions of Ghana. Environ Geol. 1997;33(1):13–24.
18. Amaral RC, Wada RS, Sousa MLR. Fluoride concentration in public water supply related to temperature in Piracicaba - SP. RFO. 2007;12(3):24-8.
19. Podgorny PC, McLaren L. Public perceptions and scientific evidence for perceived harms/risks of community water fluoridation: An examination of online comments pertaining to fluoridation cessation in Calgary in 2011. Can J Public Health. 2015;106(6):e413–25.
20. Spencer AJ, Do LG. Caution needed in altering the 'optimum' fluoride concentration in drinking water. Community Dent Oral Epidemiol. 2015;44(2):101-8.
21. Narvai PC, Frazão P, Castellanos RA. Declínio da experiência de cárie em dentes permanentes de escolares brasileiros no final do século XX. Rev Odontol Soc. 1999;1(1/2):25-9.
22. Bueno RE, Moyses ST, Bueno PAR, Moyses SJ. Determinantes sociais e saúde bucal de adultos nas capitais do Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2014;36(1):17-23.
23. Spittle B. Green light for water fluoridation in New Zealand. Fluoride. 2015;48(4):271-3.