

LUIS FELIPE PUPIM DOS SANTOS

Fluoretação das águas de abastecimento público: onze anos de projeto que promove o heterocontrole dos teores de flúor de 40 municípios do noroeste paulista e correlação entre níveis de fluoreto e variações pluviais

Araçatuba

2017

LUIS FELIPE PUPIM DOS SANTOS

Fluoretação das águas de abastecimento público: onze anos de projeto que promove o heterocontrole dos teores de flúor de 40 municípios do noroeste paulista e correlação entre níveis de fluoreto e variações pluviais

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Unesp, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia Preventiva e Social.

Orientador: Professor Dr. Orlando Saliba

Araçatuba

2017

Catálogo na publicação (CIP)
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

S237f Santos, Luis Felipe Pupim dos.
Fluoretação das águas de abastecimento público : onze anos de projeto que promove o heterocontrole dos teores de flúor de 40 municípios do noroeste paulista e correlação entre níveis de fluoreto e variações pluviais / Luis Felipe Pupim dos Santos. - Araçatuba, 2017
53 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Orlando Saliba

1. Saúde bucal 2. Flúor 3. Fluoretação 4. Vigilância em saúde pública I. T.

Black D5
CDD 617.601

Dedicatória

Dedico este trabalho a toda minha família, que sempre, de alguma forma, fosse de maneira direta ou indireta, fosse por meio de auxílio psicológico ou financeiro, me ajudou a alcançar essa conquista tão importante. Parte do mérito pertence, com justiça, a vocês.

A Deus, por me proporcionar a vida.

A meus pais **Dirceu e Cláudia**, pelo apoio incondicional e extremamente necessário em todas as etapas de minha vida, em especial agora, de minha caminhada acadêmica. Mil dedicatórias a vocês não seriam suficientes para expressar o tamanho de sua importância. Minha dívida a vocês, bem como meus agradecimentos, serão eternos.

A meu irmão Tiago, meus avós Osmério, Maria, Gerson e Dorcides, tios, primos, e todos os familiares que, de alguma forma, sempre apoiaram.

A **Luara**, que me trouxe momentos de tranquilidade e felicidade, dando auxílio em períodos de dificuldade, compartilhando comigo todos os meus êxitos e falhas.

Agradecimentos especiais

Agradecimentos especiais

Ao professor **Orlando Saliba**, meu orientador. Possuir como orientador alguém que tanto fez pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba, pela própria cidade de Araçatuba, e pelo ensino superior no Brasil, é uma honra imensurável. Seus ensinamentos, conselhos, e exemplo de humildade irão me acompanhar para toda a vida.

A professora **Nemre Adas Saliba**, por sua perseverança e determinação que sempre a acompanharam no decorrer de sua vida. A criação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social foi um feito extraordinário que muito colaborou para a visão e reconhecimento externo da Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

A professora **Suzely Adas Saliba Moimaz**, que há cinco anos vem orientando-me. Meu primeiro contato com a carreira acadêmica na graduação foi com ela, através de uma chance que muitos docentes não me dariam. Meu sincero agradecimento por sua paciência e ensinamentos muito valiosos passados a mim.

As professoras **Cléa Adas Saliba Garbin** e **Tânia Adas Saliba**, pelas conversas, pelo apoio, sugestões, e conselhos muito importantes, que muito contribuíram para minha formação.

Aos professores **Renato Moreira Arcieri**, **Artênio José Ísper Garbin**, **Ronald Jefferson Martins** e **Wanilda Meira Borghi** pela contribuição para a Odontologia Preventiva e Social, através do profissionalismo, dos trabalhos extremamente bem sucedidos e por desempenharem com êxito a docência acadêmica.

A **coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social**, professora **Suzely** e **Tânia**, por assumirem o árduo compromisso de manterem os padrões de excelência do programa, mesmo com todos os percalços e dificuldades que essa ocupação exige.

Ao **Nilton Cézar Souza** e **Valderez Freitas Rosa**, funcionários do departamento, sempre solícitos e atenciosos, que muito já fizeram para me ajudar.

Às funcionárias do Departamento Regional de Saúde de Araçatuba, **Lúcia Lima** e **Sônia**, pelos trabalhos prestados e pela colaboração com o projeto.

Ao **Fernando Chiba**, pela paciência e prestatividade nos vários momentos em que solicitei ajuda. Desde a graduação me orienta indiretamente através de dicas e conselhos. No laboratório de análises de flúor sempre foi atencioso e solícito quando algum problema surgia.

Aos funcionários da biblioteca (em especial para **Ana Cláudia Martins Grieger Manzatti**), da Seção Técnica Acadêmica (**Maria de Fátima Souza Rocha** e **Graziela Piva D'angelo de França**) e da Seção de Pós-Graduação (**Valéria de Queiroz Marcondes Zagato**, **Cristiane Regina Lui Matos** e **Lilian Sayuri Mada**) pela prestatividade, pelas gentilezas, e por serem sempre solícitos frente a dúvidas.

A **CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)**, por me conceder a bolsa do curso de mestrado, proporcionando-me a estabilidade financeira necessária para que eu pudesse desempenhar minhas atividades acadêmicas.

Agradecimientos

Agradecimentos

Aos meus queridos amigos da **Turma 56** da FOA, mesmo que não sejamos mais tão próximos hoje em dia devido às ocupações diárias e novas rotinas, nunca me esquecerei de vocês.

A meus amigos e companheiros de república **Thainan, Renan, Bruno, Ronaldo e Alan**, sendo alguns deles também companheiros de pós-graduação, e à funcionária **Luzinete**, pelo lindo convívio e por amenizarem os percalços do dia-a-dia.

Aos meus amigos de turma de mestrado **Bruno e Ana Carolina**, com quem tenho contato desde a graduação, e que muito me ajudaram no durante a pós-graduação, por meio de conselhos e sugestões para a minha melhora acadêmica.

A todos os pós-graduandos e egressos do Programa de Odontologia Preventiva e Social, por sempre me ajudarem quando necessário. Muito obrigado a Fernanda, Ketlin, Denise, Mariana, Gabriela Teruel, Gabriela Magosteiro, Audrey, Débora, Naiana, Simone, Amanda, Marcelo, Danielle Bordin, Renata Colturato, Arinilson, Isabella, Paula, Adrielle, dentre outros.

Ao meu tio **Leonardo**, por sempre se preocupar com meu bem-estar em Araçatuba.

Aos meus amigos, desde o ensino médio, **Lumena, Heitor, Letícia e Paula**, pelo antigo vínculo de amizade, pelas visitas e conversas de apoio.

A minha querida **Surubateria (Bateria Universitária da Unesp- Câmpus de Araçatuba)** e a todos os seus membros e ex-membros. O crescimento pessoal que essa instituição me trouxe merece ser exaltado nesses agradecimentos. Uma das atividades que, sem dúvidas, é e foi o meu maior lazer na graduação e pós-graduação. A música acalma e liberta a alma.

Επίγραφε

“A grande árvore frondosa e cheia de frutos que impera na paisagem e nos parece gigante frente aos olhos já foi uma pequena e delicada semente, que precisou de água, paciência, sorte, muito trabalho natural, e tempo, para ser o que é hoje.

Nada que é grande surge do nada.”

Autor desconhecido

Santos LFP. Fluoretação das águas de abastecimento público: onze anos de projeto que promove o heterocontrole dos teores de flúor de 40 municípios do noroeste paulista e correlação entre níveis de fluoreto e variações pluviais [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2017.

RESUMO GERAL

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. O objetivo deste estudo foi analisar o processo de desenvolvimento e as características de um programa em atividade ininterrupta há mais de 11 anos, que realiza o monitoramento do nível de flúor nas águas de abastecimento público, enfatizando a metodologia utilizada na pesquisa; os serviços prestados para as cidades e as especificidades das redes de distribuição de água; produtos gerados com a implementação do projeto; os principais resultados obtidos em seu curso; e sua importância em favor da saúde pública; analisar e comparar a concentração de flúor nas águas de abastecimento público nos períodos de chuva e seca, em fontes de captação de uma localidade onde o íon é natural, no intervalo de 5 anos (2010-2014). Para o desenvolvimento do primeiro capítulo, foram feitas análises documentais e de relatórios do banco de dados do projeto e os resultados das amostras de água. Foi realizado um levantamento das produções intelectuais que o projeto gerou, a análise dos mapas de redes de distribuição de água das 40 cidades do noroeste do estado de São Paulo incluídas no projeto, e apresentação da metodologia de pesquisa. As atividades desenvolvidas no projeto foram descritas com detalhes quanto aos principais aspectos metodológicos, tais como: a forma de estabelecimento de pontos de coleta das amostras; a metodologia laboratorial utilizada para a análise de amostras de água; a experiência extensionista que o projeto oferece a todas as partes envolvidas; os resultados de 11 anos de análise das amostras; os benefícios gerados para os gestores de saúde e os responsáveis pelo tratamento de água; entre outras considerações sobre as cidades. A metodologia adotada pelo projeto permite a identificação de áreas onde a população pode estar exposta a altas concentrações de flúor. De novembro de 2004

a dezembro de 2015, 50,98% das amostras de água de todas as cidades estavam dentro dos parâmetros ideais. Na metodologia do segundo capítulo, a coleta de água (n=2130 amostras) foi feita em pontos previamente estabelecidos de acordo com o número e localização das fontes de captação de água do município de Birigui-SP. As análises foram executadas com um analisador de íons acoplado a um eletrodo específico para flúor. 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. Não houve diferenças estatisticamente significativas nos teores do íon flúor das águas provenientes de poços profundos na comparação dos períodos de chuva e seca.

Palavras-chave: Saúde bucal. Flúor. Fluoretação. Vigilância em Saúde Pública.

Santos LFP. Fluoridation of the public water supply: eleven years of project that promote the external control of the fluorine contents of 40 municipalities in the northwest of São Paulo and correlation between levels of fluoride and rainfall variations [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2017.

GENERAL ABSTRACT

Regarding the use of fluoride in dentistry, the fluoridation of public water supply is the most comprehensive method, besides having a low cost and being safe, however, the periodic analysis of the ion levels is necessary in order to obtain the maximum Benefit in the prevention of caries and minimal risk in the development of dental fluorosis. The objective of this study was to analyze the development process and the characteristics of a program in uninterrupted activity for more than 11 years, which performs the monitoring of the fluoride level in the public water supply, emphasizing the methodology used in the research; The services provided to cities and the specificities of water distribution networks; Products generated with the implementation of the project; The main results obtained in its course; And its importance in favor of public health; To analyze and compare the concentration of fluoride in the public water supply in the rainy and dry periods, in sources of capture of a locality where the ion is natural, in the interval of 5 years (2010-2014). For the development of the first chapter, documentary and report analyzes of the project database and the results of the water samples were made. It was carried out a survey of the intellectual productions that the project generated, the analysis of the maps of water distribution networks of the 40 cities of the northwest of the state of São Paulo included in the project, and presentation of the research methodology. The activities developed in the project were described in detail with regard to the main methodological aspects, such as: the way of establishing sampling points; The laboratory methodology used for the analysis of water samples; The extensionist experience that the project offers to all parties involved; The results of 11 years of sample analysis; The benefits generated for health managers and those responsible for water treatment; Among other considerations on the cities. The methodology adopted by the project allows the identification of areas where the population may be exposed to high concentrations of fluoride. From November 2004 to December 2015, 50.98% of the water samples from all cities were within the ideal parameters. In the

methodology of the second chapter, the water collection (n = 2130 samples) was done in points previously established according to the number and location of the sources of water abstraction of the municipality of Birigui-SP. The analyzes were performed with an ion analyzer coupled to a fluorine-specific electrode. 81.03% of the samples from the deep wells were above the recommended fluorine levels, and were not in the classification that offered the maximum benefit and minimum risk. Values for mean, standard deviation and maximum and minimum values were similar in the two deep wells where the contained fluorine is natural. There were no statistically significant differences in the fluorine ion contents of the water coming from deep wells in the comparison of rainy and dry periods.

Keywords: Fluorides. Oral Health. Fluoridation. Public Health Surveillance.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1- Os municípios, quantidades de pontos de coleta de água, natureza do flúor presente nas águas, e médias e desvio padrão dos anos de 2005 e 2015. 38

Tabela 2- Distribuição percentual das amostras de água de acordo com os teores de fluoreto dos 40 municípios englobados no projeto de heterocontrole, com dados de novembro de 2004 a dezembro de 2015. 39

Capítulo 2

Tabela 1- Médias (e desvio padrão) da concentração de flúor (mgF/L) de cada fonte de captação de água, nos períodos de chuva e seca (n=1451 amostras). Araçatuba-SP, 2016. 52

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). Araçatuba-SP, 2016. 52

Tabela 3- Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo referentes aos teores de flúor nos períodos de chuva e seca dos poços profundos 1 e 2, e valores de “t” e “p” dos testes estatísticos realizados para comparação entre os períodos (n=210 amostras). Araçatuba-SP, 2016. 52

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1

Quadro 1- Concentrações de flúor e os graus de benefício e risco para localidades cujas médias das temperaturas máximas estejam entre 26,3°C e 32,5°C, de acordo com o CECOL.	37
--	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1-** Mapa do estado de São Paulo, com região pertencente ao DRS-II circulada em vermelho, evidenciando a área com os municípios incluídos no projeto de heterocontrole de flúor. 35

LISTA DE ABREVIATURAS

mgF/L	Miligramas de flúor por litro
ETA	Estação de tratamento de água
F	Flúor
FOA	Faculdade de Odontologia de Araçatuba
ppm	Parte(s) por milhão
CECOL	Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	22
2 CAPÍTULO 1 - Onze anos de vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento público: métodos, produtos e importância para a saúde pública	
2.1 Resumo	29
2.2 Abstract	30
2.3 Introdução	31
2.4 Metodologia	33
2.5 Resultados e discussão	34
2.6 Conclusão	42
2.7 Referências	43
3 CAPÍTULO 2 - Estudo da concentração de flúor nas águas de abastecimento público relacionada às variações pluviais	
3.1 Resumo	46
3.2 Abstract	47
3.3 Introdução	48
3.4 Metodologia	49
3.5 Resultados	51
3.6 Discussão	53
3.7 Conclusão	56
3.8 Referências	56
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fluoretação das águas de abastecimento público é um método de prevenção da cárie dentária eficiente, seguro, de baixo custo e de grande abrangência, sendo considerada a medida coletiva de aplicação de flúor mais importante em Saúde Pública, desde que respeitadas a continuidade e regularidade dos teores adequados (CHAVES, 1977; VIEGAS, 1989).

O método, já consagrado, é recomendado por organizações de saúde e pesquisa nacionais e internacionais, como por exemplo a OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1984), e se mostrou tão eficaz, que o Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) considerou o método como uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1999).

Os efeitos benéficos do flúor foram descobertos paradoxalmente em razão de seu efeito adverso, sendo ele clinicamente caracterizado por dentes manchados, condição hoje conhecida por fluorose dentária. No início do século XX, McKay (1928), um jovem dentista norte-americano, procurando um lugar para se estabelecer e exercer sua função, abandona o estado da Pensilvânia e se dirige ao Colorado, no meio-oeste dos Estados Unidos. Neste novo estado, ele começou a notar que a maioria das crianças por ele examinadas possuía o “esmalte manchado”, ao mesmo tempo em que apresentava baixa prevalência de cárie. Observou também que crianças sem tal condição possuíam prevalência de cárie tão alta quanto ao restante de outras regiões dos EUA. Em razão dessa diferença, ele começou a comparar alguns aspectos entre os grupos, tais como hábitos alimentares e condições climáticas das localidades em que viviam, tendo constatado que a única diferença entre eles era em relação à água ingerida: algumas crianças residiam em lugares abastecidos por poços rasos ou águas superficiais, enquanto outras consumiam água proveniente de poços profundos, e neste último grupo é que se encontravam as crianças com os “dentes manchados” e baixa prevalência de cáries. Vale ressaltar que tal condição já havia sido descrita por um pesquisador italiano chamado Stefano Chiaie, tanto que na Itália, os “dentes manchados”

recebiam a alcunha de "denti di Chiaie" (dentes de Chiaie), porém sua etiologia era desconhecida (EAGER, 1901).

McKay (1928), então, formulou a hipótese de que algum elemento químico presente na água seria o responsável pela diferença observada e, a partir daí, vários estudos surgiram com o objetivo de se analisar amostras de água provenientes de regiões onde a população apresentava os dentes manchados. Em 1931 a hipótese foi confirmada, através de um estudo realizado por um químico chamado Churchill, em que foi analisada a água da cidade de Bauxite (Arkansas), tendo sido constatado o teor de 13,7 ppm de flúor (CHURCHILL, 1931). Sabendo disso, McKay enviou a Churchill amostras de água provenientes de localidades do Colorado, onde havia observado fluorose endêmica, para que fossem feitas análises a fim de se mensurar os níveis de flúor, sendo encontrados valores entre 2,0 a 12,0 ppm.

A partir da comprovação, o rumo das investigações passou a ser estabelecer as concentrações de flúor consideradas ideais para atingir o máximo benefício na prevenção de cáries e risco mínimo no desenvolvimento de fluorose dentária. Em 1938, um pesquisador chamado Dean, após comparar dados secundários sobre prevalência de cárie e fluorose dentária em vários estados ("estudo das 21 cidades"), propôs o valor de 1 ppm de flúor, com pequenas variações em decorrência das diferenças climáticas de cada região (DEAN, 1938).

A adição de flúor nas águas de abastecimento público como medida de saúde pública ocorreu em 1945, após 3 estudos-pilotos realizados em cidades dos Estados Unidos e Canadá, sendo elas: Grand Rapids, Michigan; e Newburgh, Estado de Nova York; e em Brantford, Ontario. Para cada uma delas foram definidas cidades-controles para avaliação dos resultados: Muskegon e Kingston (Estados Unidos) e Sarnia (Canadá). As investigações foram exaustivamente monitoradas, tanto nos aspectos médicos quanto sanitários. Os coeficientes de algumas patologias, tais como, câncer, diabetes, doenças cardiovasculares, renais e hepáticas, foram avaliados em todas as cidades. Ficou comprovado, já nos anos 50, a eficácia, segurança, baixo custo e abrangência do método (ARNOLD; DEAN; KNUTSON, 1956; AST ; SZWEJDA ; WILCOX, 1958; BROWN; MCLAREN; STEWART, 1954).

Em 1957, um importante estudo foi publicado, mostrando que as condições climáticas de cada localidade podem aumentar ou diminuir o consumo de água pela população e, sendo assim, os níveis recomendados de flúor nas águas de abastecimento público devem ser estabelecidos considerando o clima de cada região. Em lugares mais frios os indivíduos tendem a ingerir menos água e, portanto, os teores de flúor tem que ser mais elevados em comparação com regiões mais quentes (GALAGAN; VERMILLION, 1957).

A primeira cidade brasileira a possuir fluoretação em suas águas de abastecimento público foi Baixo Guandu, Espírito Santo, em 1953, e o órgão responsável pela operacionalização do método era a Fundação Serviços Especiais em Saúde Pública (FSESP) do Ministério da Saúde (PINTO, 1992). Anos mais tarde foi realizado um estudo epidemiológico no município, evidenciando que o índice CPO de seus habitantes era muito inferior em comparação ao restante do Brasil (SALIBA et al., 2008). Apenas na década de 70 que a fluoretação passou a ser mais efetiva, através da aprovação da Lei Federal nº 6.050, de 1974, a qual determinou a obrigatoriedade da fluoretação em sistemas de abastecimento público em localidades que apresentem estações de tratamento (BRASIL, 1974).

A fluoretação das águas foi discutida nas três conferências nacionais de saúde bucal do país, em 1986, 1993 e 2004 (NARVAI; FRAZÃO; FERNANDEZ, 2004). O método é uma das prioridades dentro das Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal; há um tópico que aborda especificamente o tema:

Entende-se que o acesso à água tratada e fluoretada é fundamental para as condições de saúde da população. Assim, viabilizar políticas públicas que garantam a implantação da fluoretação das águas, ampliação do programa aos municípios com sistemas de tratamento é a forma mais abrangente e socialmente justa de acesso ao flúor. Neste sentido, desenvolver ações intersetoriais para ampliar a fluoretação das águas no Brasil é uma prioridade governamental, garantindo-se continuidade e teores adequados nos termos da lei 6.050 e normas complementares, com a criação e/ou desenvolvimento de sistemas de vigilância compatíveis. A organização de tais sistemas compete aos órgãos de gestão do SUS (BRASIL, 2004).

No estado de São Paulo, após a aprovação da Lei Federal nº 6.050, os primeiros estudos epidemiológicos de cárie dentária iniciaram-se, sendo Barretos uma das primeiras cidades a ter sua população estudada. Em um estudo de Viegas realizado no município, após dez anos da fluoretação de suas águas, foi comprovado no grupo etário de 7 a 10 anos, 50% das crianças não tiveram nenhum dente permanente atacado pela cárie, e nas crianças de 3 a 5 anos, 51,6% não possuíam nenhum dente primário acometido pela doença. (VIEGAS; VIEGAS, 1985a). Na cidade de Campinas também foi realizado um estudo para se avaliar a prevalência de cárie dentária após quatorze anos de fluoretação de suas águas, tendo sido evidenciado que as reduções de prevalência de cárie encontradas são similares às constatadas nos estudos feitos no Brasil e em outros países na época (VIEGAS; VIEGAS, 1985b). Na região noroeste do estado de São Paulo, outros trabalhos se desenvolveram, principalmente em decorrência da tradição da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (FOA) na área de saúde pública. Especialmente a partir da década de 80, estudos que relacionavam prevalência de cárie e fluoretação das águas de abastecimento da população foram conduzidos em várias cidades da região, tais como Birigui (SALIBA et al., 1995), Penápolis (SALIBA et al., 1980) e Araçatuba (SALIBA et al., 1981a), dentre outras pesquisas, cujos resultados constam nas bases de dados e relatórios do Departamento de Odontologia Infantil e Social. Mais trabalhos foram desenvolvidos com objetivo de comparar a prevalência de cárie antes e depois da fluoretação ser iniciada, e também comparando-se a higiene oral e cárie dentária em regiões com altos e baixos teores de flúor em suas águas (SALIBA et al., 1981b).

A FOA possui tradição em estudos epidemiológicos de saúde bucal e teve grande influência na implantação do processo de fluoretação no município de Araçatuba e de vários outros do noroeste paulista. Por atuação do Professor Doutor Orlando Saliba, engenheiro sanitário, foi implantado em Araçatuba, no ano de 1972, a fluoretação de suas águas, época em que ocupava o cargo de presidente do Departamento de Água e Esgoto do município, órgão responsável pelo tratamento de água. Por influência de outros professores da área, cidades vizinhas como Guararapes, Birigui, dentre outras, também adotaram o método da fluoretação.

Em 1970, o primeiro estudo para se avaliar a prevalência de fluorose no Brasil foi realizado pelos docentes da área de Saúde Coletiva da FOA, no município de Pereira Barreto. No trabalho, foi constatado que, de 442 crianças examinadas, apenas 21% estavam livres de fluorose. As águas dos poços profundos que abasteciam a localidade continham em torno de 20 ppm de flúor, um valor extretamente alto para a região, e, ainda assim, poucas crianças examinadas possuíam grau IV de fluorose (SALIBA; UCHÔA, 1970).

Devido à utilização do flúor em outras medidas preventivas, tais como bochechos, dentifrícios e vernizes, gerou-se uma preocupação com um possível aumento nos índices de fluorose dentária. Tal patologia é uma das maiores preocupações quanto à intoxicação crônica de flúor, porém, segundo trabalhos e revisões atuais, a ocorrência da condição se dá principalmente em sua forma leve ou muito leve, não sendo, portanto, problema de saúde pública (CYPRIANO et al., 2003; FRAZÃO et al. 2004).

Com a preocupação da garantia e continuidade do método, bem como da manutenção dos teores adequados de flúor, foram iniciados no Brasil projetos de vigilância do teor do íon nas águas de abastecimento público. O monitoramento realizado por instituição distinta da responsável pela adição de flúor foi denominado de heterocontrole (NARVAI, 2000). Considerando esse fato, a FOA iniciou um projeto de heterocontrole em 1991 que realizava análises esporádicas a pedido da APDC (Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas), e posteriormente, no ano de 2004, o projeto passou a realizar suas análises de maneira contínua e sistemática, de todos os municípios pertencentes ao Departamento Regional de Saúde II (Regional de Araçatuba).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde Bucal Brasil 2010 (Projeto SB Brasil 2010), o CPO (dentes cariados, perdidos ou obturados) aos 12 anos era de 2,07 (aproximadamente dois dentes afetados pela cárie), correspondendo a uma redução de 26,2% em sete anos, saindo da condição de prevalência média da doença (CPO entre 2,7 e 4,4) em 2003 para uma condição de prevalência leve (CPO entre 1,2 e 2,6), de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde). Porém, a pesquisa nacional evidenciou ainda que há expressivas diferenças entre os CPO aos 12 anos de cada macrorregião do país: no Norte, o índice foi de 3,16, e no

Sudeste, 1,72, sendo essas as de maior e menor índice CPO respectivamente (Brasil, 2012). A grande disparidade entre as regiões do Brasil quanto ao valor do CPO evidencia que o método da fluoretação ainda se faz muito necessário no país, principalmente em localidades menos desenvolvidas, onde a população dificilmente terá acesso a vernizes, géis ou outros produtos com flúor.

O Brasil, com seu tamanho continental e com diferenças socioeconômicas que tornam difícil a homogeneidade nas práticas de saúde pública e em pesquisas nas regiões de seu território, apresenta informações insuficientes ou defasadas sobre o conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos e da qualidade e características de suas águas (BRASIL, 2007).

Municípios ou localidades de pequeno e médio porte apresentam dificuldades quanto a informações acerca do teor do íon flúor presente nas águas de abastecimento distribuída para seus habitantes, em razão da falta de infraestrutura laboratorial e técnica para a realização de análises periódicas (SALIBA et al., 2009). Ainda assim, existem métodos considerados simples e de baixo custo que poderiam ser utilizados até em municípios de pequeno porte, por meio de treinamentos de funcionários, mesmo que não especialistas ou graduados (SALIBA, 1974).

De acordo com a revisão sistemática de McDonalgh et al. sobre o tema, foi evidenciado que em áreas fluoretadas havia um número maior de crianças sem cáries em comparação com regiões não fluoretadas, nos estudos analisados (MCDONALGH et al., 2000). Outro trabalho de revisão sistemática, realizado em 2015, com o objetivo de avaliar os efeitos da fluoretação da água (artificial ou natural) na prevenção da cárie dentária e também na fluorose dentária, demonstrou que a fluoretação da água é eficaz na redução dos níveis de cárie na dentição decídua e permanente em crianças (IHEOZOR-EJIOFOR, 2015).

O conhecimento mais amplo sobre os fatores naturais ou humanos que possam interferir na fluoretação adequada das águas de abastecimento público e consequentemente na eficácia do método na prevenção de cárie se faz necessário para a sua otimização. Da mesma forma, instituições que promovem o heterocontrole das águas devem compartilhar os resultados obtidos e a metodologia empregada para a comunidade científica a fim de que novos achados reforcem a

importância do método, da vigilância, e de possíveis condições que possam causar algum tipo de inadequação.

Nesse contexto, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos. No primeiro, o objetivo foi descrever o projeto de heterocontrole desenvolvido pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba, a metodologia utilizada, os principais resultados e os produtos gerados. O segundo capítulo teve por objetivo comparar os teores de flúor de duas fontes de captação onde o flúor é de origem natural em períodos de chuva e seca, para constatar se variações pluviais podem interferir nos níveis adequados de flúor.

2 CAPÍTULO 1- Onze anos de vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento público: métodos, produtos e importância para a saúde pública

2.1 Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o processo de desenvolvimento e as características de um programa em atividade ininterrupta há mais de 11 anos, que realiza o monitoramento do nível de flúor nas águas de abastecimento público, enfatizando a metodologia utilizada na pesquisa; os serviços prestados para as cidades e as especificidades das redes de distribuição de água; produtos gerados com a implementação do projeto; os principais resultados obtidos em seu curso; e sua importância em favor da saúde pública. A vigilância do método é necessária para se alcançar o máximo benefício na prevenção da cárie dentária e mínimo risco no desenvolvimento de fluorose. Para o desenvolvimento do estudo, foram feitas análises documentais e de relatórios do banco de dados do projeto e os resultados das amostras de água. Foi realizado um levantamento das produções intelectuais que o projeto gerou, a análise dos mapas de redes de distribuição de água das 40 cidades do noroeste do estado de São Paulo incluídas no projeto, e apresentação da metodologia de pesquisa. As atividades desenvolvidas no projeto foram descritas com detalhes quanto aos principais aspectos metodológicos, tais como: a forma de estabelecimento de pontos de coleta das amostras; a metodologia laboratorial utilizada para a análise de amostras de água; a experiência extensionista que o projeto oferece a todas as partes envolvidas; os resultados de 11 anos de análise das amostras; os benefícios gerados para os gestores de saúde e os responsáveis pelo tratamento de água; entre outras considerações sobre as cidades. A metodologia adotada pelo projeto permite a identificação de áreas onde a população pode estar exposta a altas concentrações de flúor. De novembro de 2004 a dezembro de 2015, 50,98% das amostras de água de todas as cidades estavam dentro dos parâmetros ideais.

Palavras-chave: Fluoretação; Vigilância em Saúde Pública; Projetos de pesquisa.

2.2 Abstract

Eleven years of monitoring fluoride content in public water supplies: methods, products, and importance to public health

This study aimed to assay the development process and the characteristics of a program in uninterrupted activity for over 11 years, which monitors fluoride content in public water supplies, emphasizing the methodology used in the research, the services provided to cities and specificities of water distribution networks, the products derived from project implementation, the main results obtained in its course, and its importance in favor of public health. Monitoring is necessary to reach the maximum benefit in the prevention of tooth decay and minimum risk in fluorosis development. To develop the study, documents and reports of the project's database and the results of water samples were analyzed. A survey of the intellectual productions generated by the project was performed, maps of water distribution networks of 40 cities in the northwest region of São Paulo state included in the project were analyzed, and the research methodology was presented. The activities carried out in the project have been described with details regarding the main methodological aspects, such as the form of establishment of sample collection points, the laboratory methodology used for the analysis of water samples, the extension experience the project offers to all parties involved, the results of 11 years of sample analyses, the benefits generated to health managers and those responsible for water treatment, among other considerations on the cities. The methodology adopted by the project allows identifying areas where the population may be exposed to higher fluoride concentrations. From November 2004 to December 2015, 50.98% of water samples from all cities were within the optimal parameters.

Keywords: Fluoridation; Public Health Surveillance; Research Design.

2.3 Introdução

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma das principais e mais importantes estratégias de saúde pública, podendo ser considerada como a medida de controle de cárie dentária mais efetiva, considerando sua grande abrangência¹. O método se mostrou tão eficaz, que o Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) o avaliou como uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX².

Os efeitos preventivos do flúor foram descobertos em decorrência de investigações sobre o seu efeito tóxico no esmalte dentário em desenvolvimento, resultante da sua ingestão^{3,4}. Foi verificada, em 1942, uma correlação diretamente proporcional entre a prevalência de fluorose dentária e concentração de íon flúor na água de consumo, mas por outro lado, foi notado também importante correlação e, esta inversamente proporcional, entre a presença de íon flúor e a prevalência de cárie dentária. Após a constatação dessas relações, novos estudos tinham por objetivo estabelecer qual seria a concentração ideal de flúor na água para gerar o máximo benefício na prevenção da doença cárie e o menor risco para o desenvolvimento de fluorose dentária nas populações expostas⁵. Adicionar flúor nas águas de abastecimento público, como medida de saúde pública para prevenir a cárie dentária, iniciou-se em 1945, com três estudos-pilotos em cidades norte-americanas (Grand Rapids, Michigan; e Newburgh, Estado de Nova York) e canadenses (Brantford, Ontario). Para cada uma dessas cidades foram definidas cidades-controles para comparação dos resultados, sendo elas: Muskegon e Kingston (Estados Unidos) e Sarnia (Canadá). Esses estudos pioneiros buscavam a comprovação de que a fluoretação poderia ser uma estratégia segura e viável para prevenção de cárie. Concluiu-se, então, que o flúor presente na água de abastecimento público em uma concentração de aproximadamente 1 miligrama por litro (mg/L) promoveria a máxima redução no índice CPO-D, porém valores acima de 1,5 mg/ L não ocasionariam na melhora significativa no índice e ainda aumentariam os riscos de desenvolvimento de fluorose dentária^{6,7}.

A ingestão de água pela população pode variar de acordo com as temperaturas de cada localidade, pois em lugares com temperaturas mais elevadas,

o consumo tende a ser maior, e vice-versa. Assim sendo, estabeleceu-se que para cada região os teores considerados ideais de flúor nas águas de abastecimento devem ser recomendados levando-se em conta essa variável⁸.

No Brasil, a primeira cidade a adotar a fluoretação em suas águas de abastecimento foi Baixo Guandu, no Espírito Santo, no ano de 1953, sendo o órgão responsável por sua operacionalização a Fundação Serviços Especiais em Saúde Pública (FSESP) do Ministério da Saúde⁹. Um estudo realizado nessa localidade comprovou que no grupo etário de 12 anos, o índice CPOD é 82% menor que antes do início da fluoretação¹⁰. Entretanto, somente na década de 70 foi que o método passou a ser mais efetivo por meio da aprovação da Lei Federal nº 6.050, de 1974, que determinou a obrigatoriedade da fluoretação em sistemas de abastecimento público nas localidades que apresentem estações de tratamento¹¹. A Portaria nº 2.914, do ano de 2011, emitida pelo Ministério da Saúde, estabelece os parâmetros considerados aceitáveis para a potabilidade das águas de abastecimento público destinado ao consumo humano. De acordo com a Portaria, o teor máximo permitido de flúor é de 1,5 miligramas por litro de água (mgF/L)¹².

Quando as propriedades preventivas do flúor foram descobertas, pensava-se que seus efeitos benéficos ocorriam pela capacidade do íon em formar fluorapatita no lugar de hidroxiapatita nas etapas de constituição do esmalte dentário, deixando o dente mais resistente ao ambiente ácido causado pelo metabolismo das bactérias e seus substratos¹³. Essa corrente considerava que uma vez exposto ao flúor nas fases de desenvolvimento dos dentes, suas propriedades preventivas seriam permanentes para o indivíduo¹⁴. Porém, ficou comprovado que tal mecanismo não ocorre. O flúor vai proporcionar maior resistência aos dentes através da superfície do esmalte, através de periódicos processos de desmineralização e remineralização superficial, ocasionados pela queda de pH procedentes da produção de ácidos a partir dos carboidratos da dieta. A superfície dentária contendo flúor apresenta menor solubilidade nos ambientes ácidos em comparação com a superfície original do esmalte¹⁵. Sabe-se que os efeitos benéficos atribuídos pelo flúor se devem a sua presença contínua, em pequenas quantidades, durante toda a vida do indivíduo¹⁶.

Muitas pesquisas indicam a necessidade de se executar a vigilância dos teores de flúor nas águas para que se obtenham os padrões recomendados^{9,17}. Assim sendo, o heterocontrole, que é o controle e análise periódica da fluoretação das águas realizados por uma instituição distinta daquela responsável pelo tratamento e abastecimento de água, torna-se uma importante estratégia para que o método atinja seu máximo benefício na prevenção de cárie e risco mínimo no desenvolvimento de fluorose dentária.

As universidades, com seu potencial na execução de pesquisas, com sua infraestrutura, e contendo profissionais que não só atuam no próprio meio acadêmico, mas também beneficiando a população através de projetos de pesquisa ou extensão, podem desempenhar funções importantes em prol da comunidade. A Faculdade de Odontologia de Araçatuba (F.O.A. – Unesp) possui, desde 1991, um projeto que presta serviço a vários municípios do noroeste paulista, através do heterocontrole do flúor de suas águas de abastecimento público.

No presente estudo objetivou-se analisar o processo de desenvolvimento e as características de um programa, em atividade ininterrupta há mais de 11 anos, de monitoramento do teor de flúor em águas de abastecimento público, enfatizando a metodologia empregada na pesquisa; os serviços prestados aos municípios e as especificidades das redes de distribuição; os produtos gerados com a execução do projeto; os principais resultados obtidos em seu decorrer; e sua importância em prol da saúde pública.

2.4 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa descritiva, na qual foram verificadas as atividades realizadas, os resultados e produtos gerados de um projeto de pesquisa e extensão que promove o heterocontrole de flúor. O período de estudo compreende os anos de 1991 a 2015.

Para o desenvolvimento do estudo, foram feitas análises documentais e de pareceres de relatórios do banco de dados do projeto, bem como dos resultados das amostras de água. Foi realizado um levantamento das produções intelectuais que o projeto gerou, e análise dos mapas das redes de distribuição dos 40 municípios do noroeste do estado de São Paulo incluídos no projeto, e apresentação da metodologia de pesquisa utilizada.

As atividades realizadas no projeto foram descritas, com detalhamento dos principais aspectos metodológicos, como: forma do estabelecimento dos pontos de coleta das amostras; a metodologia laboratorial empregada durante as análises das amostras de água; a experiência extensionista que o projeto oferece a todas as partes envolvidas; os resultados de 11 anos de análises das amostras; os benefícios gerados aos gestores de saúde e responsáveis pelo tratamento de água; dentre outras considerações a respeito dos municípios.

2.5 Resultados e Discussão

O projeto de monitoramento do íon flúor desenvolvido pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba (F.O.A. Unesp) teve seu início em 1991, por meio de um convênio entre a universidade e a APCD (Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas), sendo as análises, naquela ocasião, realizadas de maneira não contínua. Em seus primeiros anos, o projeto visava atender ao pedido da APCD Regional de Araçatuba para se mensurar as águas de abastecimento de algumas cidades da região que estavam apresentando quadros de fluorose dentária em suas populações.

A partir de 2004, anunciou-se um novo projeto com o objetivo de analisar contínua e sistematicamente amostras de água de abastecimento público de 40 municípios pertencentes ao DRS-II (Departamento Regional de Saúde) do estado de São Paulo, sendo eles: Alto Alegre, Andradina, Araçatuba, Auriflama, Avanhandava, Barbosa, Bento de Abreu, Birigui, Bilac, Braúna, Brejo Alegre, Buritama, Castilho, Clementina, Coroados, Gabriel Monteiro, Glicério, Guaraçai,

Os pontos de coleta das amostras foram determinados de acordo com a quantidade e localização das fontes de abastecimento de água de cada localidade. Para cada fonte, são escolhidos 3 pontos de coleta na região abastecida por ela. Os endereços de cada ponto foram selecionados, sendo a maioria deles em locais públicos (escolas, postos de saúde, praças, dentre outros) devido à facilidade de acesso para se realizar a coleta da água. Em alguns estudos, determinaram-se a quantidade dos pontos de coleta pelo porte populacional, ou ainda, alguns trabalhos de heterocontrole encontrados na literatura mostram resultados pontuais, pois

realizaram suas análises baseados em estudos transversais. A metodologia adotada pelo projeto da F.O.A. (Unesp) possibilita a identificação das áreas onde a população está sujeita a maiores chances de apresentar fluorose dentária, além de executar o monitoramento mensal e sistemático dos teores de flúor, indispensável para se obter o máximo benefício e risco mínimo do método. Dessa forma, diante de episódios em que se observam nos resultados das amostras teores inadequados de fluoreto, caso a localidade possua mais de uma fonte de captação, é possível saber as áreas específicas onde a população está propensa a maiores riscos, auxiliando os serviços de vigilância e de tratamento de água a identificar e solucionar os possíveis problemas.

A execução das atividades do projeto se dá da seguinte forma: no laboratório do NEPESCO (Núcleo de Pesquisa em Saúde Coletiva), frascos de polietileno de 40 ml são devidamente higienizados e descontaminados com água deionizada e hermeticamente fechados, recebendo uma etiqueta de identificação, com os dados referentes ao local de coleta, dia, mês, hora em que a mesma foi realizada e o nome do responsável, e enviados aos municípios. Após a água ser coletada, as amostras são transportadas até a F.O.A (Unesp), onde as análises são realizadas no período máximo de 150 dias.

O método utilizado para realização da análise dos teores de flúor é baseado no descrito por Maia et al.¹⁷, usando-se um potenciômetro ORION EA 940 acoplado a um eletrodo combinado (ORION 9609BN) específico para a leitura do íon flúor.

A calibração do equipamento é realizada em triplicata, por meio da construção de uma curva de calibração, com a finalidade de reduzir a margem de erro, levando-se em consideração os valores esperados para as amostras com padrões variando de 0,1 a 2,0 mgF/L. Sendo assim, utilizou-se 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 Strength Adjustor Buffer” (TISAB II), um tampão de ajuste de pH, força iônica e descomplexante, muito utilizado nas análises de flúor. Os valores obtidos nas leituras das amostras em duplicata, também adicionadas de TISAB II (proporção 1:1), foram repassados para uma planilha eletrônica no programa Microsoft Excel,

sendo transformados de milivolts (mV) para miligramas de flúor por litro (mgF/L), e analisados por estatística descritiva.

Os responsáveis pelo tratamento de água, Secretário de Saúde e Coordenador de Saúde Bucal do município são informados, mensalmente, sobre os resultados das análises das amostras, ficando cientes da situação de suas cidades com relação ao teor de flúor.

Para análise dos resultados quanto ao teor de flúor, o projeto utiliza a classificação elaborada pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL) da Faculdade de Saúde Pública da USP, a qual se baseia no princípio de maior benefício para prevenção da cárie e menor risco de desenvolver fluorose dentária, considerando-se também as médias das temperaturas máximas de cada localidade¹⁸.

Quadro 1- Concentrações de flúor e os graus de benefício e risco para localidades cujas médias das temperaturas máximas estejam entre 26,3°C e 32,5°C, de acordo com o CECOL.

TEOR DE FLÚOR NA ÁGUA <i>(em ppm ou mg F/L)</i>	BENEFÍCIO <i>(prevenir cárie)</i>	RISCO <i>(produzir fluorose dentária)</i>
0,00 a 0,44	Insignificante	Insignificante
0,45 a 0,54	Mínimo	Baixo
<i>0,55 a 0,84 (*)</i>	<i>Máximo</i>	<i>Baixo</i>
0,85 a 1,14	Máximo	Moderado
1,15 a 1,44	Questionável	Alto
1,45 ou mais	Malefício	Muito Alto

Tabela 1- Os municípios, quantidades de pontos de coleta de água, natureza do flúor presente nas águas, e médias e desvio padrão dos anos de 2005 e 2015.

Município	Número de pontos de coleta	Natureza do flúor	2005		2015	
			Média	desvio padrão	Média	desvio padrão
Alto Alegre	3	Adicionado	0,67	0,08	0,78	0,08
Andradina	3	Natural	0,77	0,22	0,76	0,17
Araçatuba	9	Adicionado	0,53	0,14	0,65	0,08
Auriflama	3	Natural	0,42	0,32	0,69	0,13
Avanhandava	3	Adicionado	0,66	0,21	0,77	0,08
Barbosa	9	Adicionado	0,64	0,29	0,73	0,18
Bento de Abreu	3	Adicionado	0,60	0,10	0,80	0,54
Bilac	12	Adicionado	0,60	0,33	0,71	0,37
Birigui	42	Natural e adicionado	0,62	0,29	0,80	0,22
Braúna	9	Adicionado	0,05	0,02	0,79	0,17
Brejo Alegre	3	Adicionado	0,59	0,09	0,67	0,05
Buritama	24	Adicionado	0,08	0,04	0,81	0,42
Castilho	15	Adicionado	0,62	0,20	0,80	0,30
Clementina	18	Adicionado	0,07	0,03	0,72	0,16
Coroados	3	Adicionado	0,71	0,06	0,70	0,12
Gabriel Monteiro	3	Adicionado	0,67	0,07	0,87	0,25
Glicério	9	Natural	0,33	0,18	0,66	0,12
Guaraçai	12	Adicionado	0,47	0,19	0,70	0,14
Guararapes	3	Adicionado	0,61	0,06	0,74	0,03
Guzolândia	3	Adicionado	0,67	0,05	0,73	0,07
Ilha Solteira	3	Adicionado	0,66	0,07	0,77	0,15
Itapura	12	Adicionado	0,39	0,24	0,75	0,41
Lavínia	12	Adicionado	0,30	0,25	0,53	0,35
Lourdes	3	Adicionado	0,56	0,08	0,71	0,08
Luiziânia	3	Natural	0,63	0,14	0,75	0,23
Mirandópolis	6	Adicionado	0,69	0,17	0,70	0,12
Murutinga do Sul	3	Adicionado	0,37	0,12	0,24	0,06
Nova Castilho	3	Adicionado	0,52	0,09	0,93	0,34
Nova Independência	6	Adicionado	0,69	0,40	0,71	0,11
Nova Luzitânia	3	Adicionado	0,57	0,11	0,53	0,26
Penápolis	3	Adicionado	0,66	0,06	0,77	0,10
Pereira Barreto	3	Natural	0,79	0,07	0,75	0,14
Piacatú	3	Adicionado	0,61	0,09	0,71	0,10
Rubiácea	6	Adicionado	0,64	0,21	0,74	0,10
Santo Antônio do Aracanguá	6	Adicionado	0,40	0,36	0,69	0,15
Santópolis do Aguapeí	3	Adicionado	0,66	0,12	0,97	0,13
Sud Mennucci	3	Adicionado	0,57	0,07	0,67	0,04
Suzanópolis	9	Adicionado	0,91	0,13	0,33	0,12
Turiúba	3	Adicionado	0,59	0,07	0,71	0,08
Valparaíso	9	Adicionado	0,72	0,20	0,99	0,33
Total	291					

Tabela 2- Distribuição percentual das amostras de água de acordo com os teores de fluoreto dos 40 municípios englobados no projeto de heterocontrole, com dados de novembro de 2004 a dezembro de 2015.

mgF/L	n	%
<0,55	7547	25,67
de 0,55 a 0,84	14988	50,98
de 0,85 a 1,14	5505	18,73
>1,14	1358	4,62
Total	29398	100

Na tabela 1, comparando-se as médias do primeiro ano de execução de análises mensais do projeto (2005) com o ano de 2015, nota-se que alguns municípios adequaram os teores de flúor contidos em suas águas de abastecimento para os valores recomendados, sendo eles: Auriflama, Braúna, Buritama, Clementina, Glicério, Guaraçaí, Itapura e Santo Antônio do Aracanguá. Nem todos, porém, passaram a adotar o método. Observa-se também que a maioria deles, no ano de 2015, possui flúor em quantidade ideal. Na tabela 2, com a distribuição percentual dos resultados das amostras de água de todas as cidades, de novembro de 2004 a dezembro de 2015, realizando-se análises mensais, evidencia-se que metade delas está dentro da faixa que oferece o maior benefício e risco mínimo.

Alguns municípios apresentam complexa rede de distribuição, como por exemplo Birigui, que possui poços semiartesianos, poços profundos, a água distribuída pela estação de tratamento local e junções da tubulação de poços profundos com a estação de tratamento. Os poços profundos são o Aqua Pérola e o Matéria, sendo os dois oriundos do aquífero Guarani. Estudos realizados no município mostram que os teores de flúor desses poços estão acima dos valores recomendados, estando aproximadamente 51% de suas amostras em valores acima de 0,84 miligramas de flúor por litro (mgF/L)⁹. Foi constatada também, em um estudo epidemiológico realizado no município, alta presença de fluorose em crianças de 12 anos de idade matriculadas nas instituições de ensino público de Birigui, havendo associação significativa entre a presença da patologia e as áreas com excesso de flúor na água de abastecimento¹⁹, daí a importância de se estabelecer os pontos de coleta de acordo com as fontes de abastecimento. No ano de 2011, foi firmando um convênio entre a prefeitura de Birigui e a Faculdade de Odontologia de Araçatuba

(Processo FOA-1457/2010, Termo aditivo-01), justamente para que as ações do projeto prosseguissem de maneira oficial.

Estudos que visavam investigar a prevalência da fluorose dentária no Brasil tiveram início em 1970, com uma pesquisa realizada na cidade de Pereira Barreto (uma das cidades incluídas no projeto de heterocontrole), onde a concentração de flúor na água era de 20 mgF/L, um valor extremamente alto. De 442 crianças examinadas, somente 21% estavam livres de fluorose²⁰. Durante o ano de 2015, com coletas mensais de água, a média da concentração de flúor deste município foi de 0,75 mgF/L, sendo o desvio padrão 0,14. A fonte de captação de água que abastece a localidade é um poço profundo.

O projeto foi responsável por mais de 50 trabalhos publicados em periódicos científicos, se tratando de pesquisas não apenas laboratoriais, mas também de grandes estudos epidemiológicos realizados em muitas localidades, em especial naquelas onde presumia-se que o flúor em suas águas de abastecimento pudesse causar riscos a suas populações. As contribuições que essas pesquisas proporcionam não se restringem ao meio científico. Os achados e conclusões de cada uma delas contribuem para a máxima compreensão das características, qualidades, e possíveis limitações do método, fazendo com que novos conhecimentos sejam divulgados nacional e internacionalmente, ampliando o conhecimento técnico-científico sobre o tema de pesquisadores, docentes e também de profissionais responsáveis pelo tratamento de água.

Em 2011, a portaria nº 518/2004 foi revogada, sendo, a partir daí, a Portaria nº 2.914 a norma vigente para a potabilidade da água destinada ao consumo humano. Foram considerados, na revisão da Portaria MS nº 518/2004, os avanços do conhecimento técnico-científico, as experiências internacionais e as recomendações da 4ª Edição das Guias de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde adaptadas à realidade brasileira²¹. Segundo a portaria, para o íon flúor, o valor máximo permitido é de 1,5 mgF/L. A Portaria nº 635/GM/MS de 30/01/1976, que aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinadas ao consumo humano, estabelece limites recomendados para a concentração de fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias. Sendo assim, os Estados

podem criar legislações estaduais, definindo os valores mínimos e máximos de flúor contido nas águas de abastecimento de seus municípios de acordo com a média das temperaturas máximas de cada localidade, não devendo, porém, ultrapassar o valor máximo permitido de 1,5 mgF/L. Para o estado de São Paulo, por exemplo, a Resolução SS - 250/95 estabelece uma concentração ótima de flúor na água destinada ao consumo humano na faixa de 0,6 a 0,8 mgF/L²².

Do ponto de vista extensionista, o projeto contribui para a formação dos graduandos, pós-graduandos, docentes e técnicos, capacitando-os para atividades de pesquisa e de campo, gerando vantagens para todas as partes envolvidas: os municípios, a faculdade, e a comunidade. As cidades são favorecidas com informações sobre os teores de flúor presentes em suas águas de abastecimento fornecidas mensalmente aos coordenadores de saúde, secretários de saúde bucal e responsáveis técnicos pelo tratamento de água. Um dos desafios do método de fluoretação das águas é que o heterocontrole se torna difícil em localidades de pequeno e médio porte, em razão da falta de infraestrutura laboratorial e técnica para realização de análises periódicas²³. A universidade é favorecida através das pesquisas realizadas, divulgando assim seus trabalhos para o meio acadêmico, contribuindo para que o método se aperfeiçoe diante de novos achados, diminuindo ainda mais seus riscos e maximizando seus benefícios, além de proporcionar aos acadêmicos envolvidos a experiência de fazerem parte de um projeto que atua diretamente em associação com a Diretoria Regional de Saúde e com os municípios, propiciando o conhecimento mais amplo do funcionamento das diretrizes e do serviço público de saúde, normas técnicas, pareceres e leis federais que regem e regulam a fluoretação, e do funcionamento de redes de distribuição de água. E a comunidade, por fim, se torna a principal beneficiada pelas ações do projeto, tendo acesso à água dentro dos padrões ideais com relação ao nível de flúor.

Durante os anos de projeto, várias reuniões foram realizadas com os responsáveis de cada município para atualização das informações sobre seus respectivos sistemas de abastecimento de água. Nessas reuniões são verificadas, analisadas e discutidas com as autoridades municipais as principais dificuldades em se obter o controle dos teores ideais de flúor, além de promover discussões sobre a

importância do heterocontrole das águas de abastecimento público na prevenção de cáries, e também nos riscos de desenvolvimento de fluorose dentária. Nas cidades que apresentam maior variabilidade dos resultados, foram executadas reuniões “in loco” com os responsáveis técnicos pelo tratamento de água a fim de se identificar e tentar solucionar as dificuldades observadas em relação à manutenção dos teores adequados de flúor na água. Tal prestação de serviços proporciona aos gestores e profissionais de saúde planejar suas ações em saúde coletiva para e garantir que toda a população possa receber água de qualidade.

A integração das Universidades com os serviços de saúde e vigilância e com outros institutos da sociedade são importantes e devem ser estimulados, pois geram benefícios a todos os envolvidos. A fluoretação das águas de abastecimento público é um método já consagrado e diversas pesquisas comprovam seus benefícios, porém, a vigilância do mesmo se faz necessária para que os teores estejam nos parâmetros ideais. Quadros de fluorose dentária, apesar de raros atualmente, podem ocorrer em certas localidades, e para auxílio de estratégias que visem estudar e reverter o fenômeno, é de grande valia possuir informações quanto ao mapeamento das redes de distribuição de cada município e de manter monitoramento constante de suas águas. Deve-se também de se incentivar as localidades que não possuem fluoretação a adotar o método a fim de que o mesmo possa exercer seus benefícios na prevenção de cárie dentária.

2.6 Conclusão

O projeto de heterocontrole do flúor realizado pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba executa, há mais de 11 anos, análises mensais em amostras de água provenientes de 40 municípios do noroeste paulista. A metodologia adotada pelo projeto possibilita a identificação das áreas onde a população pode estar exposta a concentrações mais elevadas de fluoreto. De novembro de 2004 a dezembro de 2015, 50,98% das amostras de água de todos os municípios estavam dentro dos parâmetros ideais.

2.7 Referências

- 1- Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária – cinquenta anos no Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2007;12(4):1057-65.
- 2- Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1900- 1999, fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *JAMA*. 2000;283(10):1283-6.
- 3- Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual de fluoretação da água para consumo humano. Brasília: Funasa; 2012.
- 4- Prado JRS, Nunes JG, Hinnah SS, Marchetto M. Fluoretação em água de abastecimento e a saúde pública. *Eng Sci*. 2014 [citado 20 dez 2016];2(1). Disponível em: URL: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/2067/1509>
- 5- Eidelwein C. Panorama, benefícios e controvérsias da fluoretação da água de abastecimento público no Brasil e no mundo: uma revisão de literatura [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.
- 6- Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2000;5(2):381-92.
- 7- Kozlowski FC, Pereira AC. Métodos de utilização de flúor sistêmico. In: Pereira AC, org. *Odontologia em saúde coletiva*. Porto Alegre: Editora Artmed; 2003. p. 265-74.
- 8- Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Rep*. 1957;72(6):491-3.
- 9- Moimaz SAS, Santos LFP. Estudo longitudinal da fluoretação das águas em município com complexa rede de distribuição: dez anos de estudo. *Arch Health Invest*. 2015;4(5):11-6.

- 10-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.
- 11-Brasil. Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a obrigatoriedade da fluoretação das águas em sistema de abastecimento [citado 14 nov 2016]. Disponível em: URL: http://dtr2004.saude.gov.br/dab/docs/legislacao/decreto76842_22_12_75.pdf
- 12-Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [citado 14 nov 2016]. Disponível em: URL: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
- 13-Chaves MM. Odontologia social. 2nd ed. Rio de Janeiro: Labor; 1977.
- 14-Viegas AR. Fluoretação da água de abastecimento público. Rev Bras Med. 1989;46(6):209-16.
- 15-Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol. 1999;27(1):31-40.
- 16-Cury JA. Flúor: dos 8 aos 80? In: Bottino MA, Feller C., org. Atualização na clínica odontológica. São Paulo: Artes Médicas; 1992. p. 375-82.
- 17-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.
- 18-Universidade de São Paulo. Classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública; 2011.
- 19-Bino-Marques, L. Prevalência e autopercepção da fluorose dentária em crianças de 12 anos de idade em Birigüi, São Paulo, Brasil. [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2008
- 20-Saliba NA, Uchôa HW. Prevalência da fluorose dental na cidade de Pereira Barreto. Bol Serv Odontol Sanit Sec Saúde Rio Grande do Sul. 1970;6:11-6.
- 21-Brasil. Ministério da Saúde. Perguntas frequentes sobre a portaria MS nº 2.914/2011. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
- 22-Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Resolução SS-250, de 15 de agosto de 1995. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas

para consumo humano, fornecidas por sistemas públicos de abastecimento [citado 14 nov 2016]. Disponível em: URL: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/legislacao/leg_servicos_publico/leg_sp_agua/resol-SS-250-95.pdf

- 23-Saliba NA, Moimaz SAS, Saliba O, Barbosa TF. Fluoride content monitoring of the public water supply of the Northwest area of the state of São Paulo, Brazil: 36-month analysis. Rev Odonto Ciênc. 2009;24(4):372-6.

3 CAPÍTULO 2 - Estudo da concentração de flúor nas águas de abastecimento público relacionada às variações pluviais

3.1 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 (2010-2014). **Métodos:** a coleta de água (n=2130 amostras) foi feita em pontos previamente estabelecidos de acordo com o número e localização das fontes de captação de água do município de Birigui-SP. 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. **Conclusões:** Não houve diferenças estatisticamente significativas nos teores do íon flúor das águas provenientes de poços profundos na comparação dos períodos de chuva e seca.

Palavras-chave: Saúde bucal; Flúor; Fluoretação.

3.2 Abstract

Fluoride concentration study in public water supply related to pluvial variations

Introduction: Regarding the use of fluoride in dentistry, the water fluoridation is the method more comprehensive, have a low cost and safe, but the periodic analysis of the ion levels is necessary in order to obtain the maximum benefit in the prevention of caries and minimum risk in the development of fluorosis. **Objective:** To analyze and compare the concentration of fluoride in public water supplies in periods of rain and drought in funding sources where the ion is natural, in the range of 5 years (2010-2014). **Methods:** the water collection (n=2130) was made in pre-established points according to the number and location of water sources of Birigui city. The analyzes were performed with an ion analyzer coupled to a specific electrode for fluoride. Data analysis was done by descriptive statistics and using the Wilcoxon test for the comparison between the periods of rain and drought. **Results:** 81.03% of samples from deep wells were above the recommended fluoride levels, then not being in the classification that provides maximum benefit and minimum risk. The values for the mean, standard deviation and maximum and minimum values were similar in both deep wells where the fluoride contained is natural. **Conclusions:** There were no statistically significant differences in the fluoride content of water from deep wells in the comparison of periods of rain and drought.

Keywords: Fluoridation; Fluorides; Oral Health.

3.3 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 doença¹. Dentre as várias formas de promover o consumo ou acesso ao uso do flúor, a fluoretação das águas de abastecimento público constitui-se o método de maior abrangência, baixo custo e seguro². Autoridades e especialistas em saúde consideram o método como uma estratégia fundamental para a prevenção de cárie dentária³. 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 fluoreto⁴⁻⁷. Segundo revisão sistemática de McDonalgh et al.⁸ sobre o tema, foi evidenciado que em áreas fluoretadas havia um número maior de crianças sem cáries em comparação com regiões não fluoretadas, em vários estudos analisados. A fluoretação das águas de abastecimento público mostrou-se tão eficaz, que o Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) considerou o método como uma das 10 principais conquistas da saúde pública no século XX^{9,10}.

O teor considerado ótimo de flúor nas águas de abastecimento varia conforme a média das temperaturas máximas de cada região, pois isso pode alterar a constância do consumo diário de água da população^{11,12}.

Dependendo da fonte de onde a água é proveniente, a concentração do íon flúor pode não estar dentro dos padrões recomendados para consumo, como por exemplo, em localidades que apresentam poços profundos compondo sua rede de distribuição, o nível do fluoreto tende a ser mais elevado¹³. 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 procedências¹³.

Estudos sobre o assunto apontam a necessidade de se fazer o controle da manutenção dos teores de fluoreto nas águas de abastecimento público¹⁴. No Brasil, a legislação estabelece que os órgãos responsáveis pelo tratamento da água devem monitorar sua qualidade, entretanto o heterocontrole, que consiste na análise periódica da fluoretação das águas por parte de instituição distinta daquela

responsável pelo tratamento e abastecimento de água, é 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 fluorose⁷.

Sendo assim, se faz necessário um conhecimento mais amplo acerca dos fatores naturais ou humanos que possam interferir na fluoretação adequada das águas de abastecimento público e consequentemente na eficácia do método na prevenção de cárie. Nesse contexto, 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, em um intervalo de 5 anos (2010-2014).

3.4 Metodologia

A pesquisa foi realizada em Birigui, 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 Água 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. Foram selecionados os endereços dos pontos de coleta de água por conveniência, 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.

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.

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, foi 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. Para a classificação das amostras quanto ao teor de flúor foi empregada a recomendação elaborada pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL), a qual se baseia no princípio de maior benefício para prevenção da cárie e menor risco de desenvolver fluorose dentária, analisando 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/L¹².

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, respectivamente¹⁶. Para análise dos dados utilizou-se estatística descritiva e o teste de Wilcoxon para a comparação entre os períodos de chuva e seca.

3.5 Resultados

Nota-se na tabela 1 que os poços profundos apresentaram as maiores médias, tanto no período de chuva quanto na seca. Constatou-se também que 81,03% das amostras dos poços profundos estavam acima dos teores de flúor recomendados, portanto fora do intervalo que oferece o máximo benefício na prevenção de cárie e risco mínimo de fluorose.

Tabela 1 - Médias (e desvio padrão) da concentração de flúor (mgF/L) de cada fonte de captação de água de Birigui, SP, nos períodos de chuva e seca (n=1451 amostras). Araçatuba, 2016.

Período	ETA*	Poços profundos	ETA + Poços Profundos	Poços semiartesianos	Fontes alternativas
Chuva (jan, fev, mar, abr)	0,78(0,14)	1,11(0,08)	0,92(0,15)	0,80(0,29)	0,09(0,02)
Seca (maio, jun, jul, ago)	0,83(0,26)	1,11(0,13)	0,97(0,27)	0,85(0,29)	0,11(0,05)

Tabela 2 - Distribuição percentual das amostras de água coletadas em Birigui, SP, segundo o teor de flúor, referentes a 5 anos de análise, sem distinção dos períodos de chuva e seca (n=2130 amostras). Araçatuba, 2016.

mgF/L	ETA	Poços Profundos	ETA + poços profundos	Poços Semiartesianos	Fontes Alternativas
<0,55	4,57	0,64	1,30	12,60	100,00
de 0,55 a 0,84	56,13	18,33	17,80	37,56	0,00
de 0,85 a 1,14	34,19	52,41	57,60	37,48	0,00
>1,14	5,11	28,62	23,30	12,36	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 03: Média, desvio padrão, valores mínimo e máximo referentes aos teores de flúor nos períodos de chuva e seca dos poços profundos 1 e 2, e valores de “t” e “p” do teste estatístico realizado para comparação entre os períodos (n=210 amostras). Araçatuba, 2016.

	POÇO PROFUNDO 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
Valor de “t”	331		328	
Valor de “P”	0,086		0,080	

Teste de significância 5%.

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

3.6 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, podem influir nos níveis de flúor contido nas águas de determinada região¹⁷. Quando ocorre a precipitação, seja por chuva ou neve, e a água alcança a superfície do terreno, parte dela se infiltra no solo e a outra escoar na forma de excedente pluvial¹⁸. Assim sendo, dependendo do grau de permeabilidade do solo, esta água reabastecerá o aquífero do local e ficará em maior contato com as rochas de fluorita, podendo diluir o nível de flúor contido nela.

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 evidenciou que essas fontes se comportaram 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 estudo¹³, 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 Água 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 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 pesquisa¹⁶. Outro estudo, conduzido em Piracicaba, São Paulo, 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 inverno¹⁹. Ramires²⁰ em uma pesquisa sobre a fluoretação das águas de abastecimento público de Bauru, São Paulo, também constatou que não houve variações nos níveis de flúor natural contido na água em razão da sazonalidade das estações do ano.

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 riscos²¹, sobre a necessidade de se realizar a vigilância e heterocontrole²⁻⁷, e sobre as recomendações para os teores considerados ótimos do íon flúor²², 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 comprovadas²³, sendo que alguns estudos ainda encontraram relação entre melhores IDH-M (índice de desenvolvimento humano municipal) e tempo de fluoretação das águas de abastecimento público²⁴.

Países que não têm a fluoretação da água, em sua maioria, não são contra o método, em geral não o introduziram por uma série de razões, dentre elas, o uso de outras práticas preventivas à população, como a fluoretação do sal e programas nacionais de cuidados com a saúde bucal⁹.

Segundo um estudo de revisão sistemática realizado por McDonalgh et al.⁸ a evidência da redução de cárie deve ser considerada em conjunto com o aumento da prevalência de fluorose dental, reforçando o fato de que a fluoretação necessita de vigilância constante para que os riscos sejam diminuídos ou extinguidos.

O Brasil, com sua vasta extensão territorial, possui condições climáticas distintas em suas regiões e, sendo assim, estudos semelhantes poderiam ser realizados em localidades que apresentem características pluviais diferentes do município de Birigui, alvo deste estudo. O conhecimento mais aprofundado das variáveis que possam influir nos benefícios da fluoretação se faz necessário a fim de que o método continue auxiliando na redução da prevalência de cárie em todas as camadas da população sem oferecer nenhum tipo de risco.

3.7 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. Os poços profundos apresentaram médias de fluoreto maiores que outras fontes de captação.

3.8 Referências

1. Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Fluoretação da Água para Consumo Humano. Brasília: Funasa; 2012.
2. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do séc. XX. Ciênc Saúde Coletiva. 2000;5(2):381-92.
3. Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R, et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. Cochrane Database Systematic Reviews.2015;6:CD010856.
4. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. J Public Health Dent. 1989;49(Spec 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(Spec 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.
8. McDonalgh MS, Whiting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J, et al. Systematic review of water fluoridation. BMJ. 2000;321(7265):855-9.
9. Armfield JM. When public action undermines public health: a critical examination of antifuoridationist literature. Aust New Zealand Health Policy. 2007;4:25.

10. Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in Public Health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *MMWR*. 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. 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.
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. Influência das variações pluviais nos teores de flúor em águas de poços. *UFES 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. 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.
19. Amaral RG, Wada RS, Sousa MLR. Fluoride concentration in public water supply related to temperature in Piracicaba - SP. *RFO*. 2007;12(3):24-8.
20. 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.
21. 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.

22. Spencer AJ, Do LG. Caution needed in altering the 'optimum' fluoride concentration in drinking water. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2016;44(2):101-8.

23. 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.

24. 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.

ANEXOS

ANEXO A - REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

Arnold Jr FA, Dean HT, Knutson JW. Effect of fluoridated public water supplies on dental caries prevalence. Public Health Rep. 1956;71(7):652-8.

Ast DB, Szwejdá LF, Wilcox R. Newburgh-Kingston caries fluorine study. XV. Further observations of dental caries experience among children in Newburgh and Kingston, ages 7-16 based on DMF frequency per child. New York J Dent. 1958;28:173-5.

Brasil. Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a obrigatoriedade da fluoretação das águas em sistema de abastecimento. Diário Oficial União. 1974; 27 maio.

Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes da Política Nacional de Saúde Bucal [acesso 6 abr 2015]. 2004. Disponível em: URL: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_brasil_sorridente.pdf

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil [acesso 6 abr 2010]. Brasília: Agência Nacional de Águas; 2007. Disponível em: URL: http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/02b%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Subterr%20neas/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf.

Brown HK, McLaren HR, Stewart B. Brantford fluoridation caries study: 1954 report. J Canad Dent Assoc. 1954;20:585-602.

Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in Public Health, 1900-1999: fluoridation of drinking water to prevent dental caries. MMWR. 1999;48(41):933-40.

Chaves MM. Odontologia social. 2ª ed. Rio de Janeiro: Labor; 1977.

Churchill HV. Occurrence of fluorides in some waters of the United States. J Ind Eng Chem. 1931;23(9):996-8.

Cypriano S, Pecharki GD, Sousa MLR, Wada RS. A saúde bucal de escolares residentes em locais com e sem fluoretação das águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2003;19(4):1063-71.

Dean HT. Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Rep*. 1938;53(33):1443-52.

Eager JM. Denti di Chiaie (Chiaie teeth). *Public Health Reports*. May-June 1976, Vol. 91, No. 3, 1901

Frazão P, Peverari AC, Forni TIB, Mota AG, Costa LR. Fluorose dentária: comparação de dois estudos de prevalência. *Cad Saude Publica*. 2004;20(4):1050-8.

Galagan DJ, Vermillion JR. Determining optimum fluoride concentrations. *Public Health Rep* 1957; 72(6): 491-493.

Iheozor-Ejiofor Z et al. Water fluoridation for the prevention of dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015; 6: CD010856.

McDonalgh MS, Whiting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J, et al. Systematic review of water fluoridation. *BMJ*. 2000;321(7265):855-9.

McKay FS. Relation of mottled enamel to caries. *J Am Dent Assoc*. 1928;15(8):1429-37.

Narvai PC, Frazão P, Fernandez RAC. Fluoretação da água e democracia. *Saneas*. 2004; 2(18):29-33.

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

Pinto VG. Prevenção da cárie dental. In: Pinto VG. *Saúde bucal: odontologia social e preventiva*. 3rd ed. São Paulo: Santos; 1992. p. 275-328.

Saliba NA, Arcieri RM, Moimaz SAS, Sundefeld MLMM. Redução na prevalência da 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.

Saliba NA, Moimaz SAS, Casotti CA, Pagliari AV. Dental caries of lifetime residents in Baixo Guandu, Brazil, fluoridated since 1953. *J Public Health Dent.* 2008;68(2):119-121.

Saliba NA, Moimaz SAS, Saliba O, Barbosa TF. Fluoride content monitoring of the public water supply of the Northwest area of the state of São Paulo, Brazil: 36-month analysis. *Rev Odonto Ciênc.* 2009;24(4):372-6.

Saliba NA, Saliba O, Ayres JPS, Rey CR. Prevalência de cárie dentária em escolares da cidade de Penápolis-SP. *Rev Gaúcha Odontol.* 1980;28(4):287-9.

Saliba NA, Saliba O, Rey CR, Vieira SMM, Ayres JPS. Prevalência da cárie dentária, após 5 anos de fluoretação das águas do sistema público de abastecimento, em escolares de Araçatuba, Estado de São Paulo. *Odontól Mod.* 1981a;8(3):6-8.

Saliba NA, Saliba O, Vieira SMM, Ayres JPS. Estudo comparativo de higiene oral e cárie dentária, em regiões com e sem alto teor de flúor nas águas de abastecimento público. *Rev Paul Odontol.* 1981b;1:2-7.

Saliba NA, Uchôa HW. Prevalência da fluorose dental na cidade de Pereira Barreto. *Bol Serv Odontol Sanit Sec Saúde Rio Grande do Sul.* 1970;6:11-6.

Saliba O. Contribuição ao estudo da determinação do ion fluoreto, existente na água dos sistemas públicos de abastecimento de água [tese]. Faculdade de Odontologia de Araçatuba, 1974.

Viegas AR. Fluoretação da água de abastecimento público. *Rev Bras Med.* 1989;46(6):209-16.

Viegas Y, Viegas AR. Análise dos dados de prevalência de cárie dental na cidade de Barretos, SP, Brasil, depois de dez anos de fluoretação da água de abastecimento público. *Rev Saúde Pública.* 1985;19(4):287-99.

Viegas Y, Viegas AR. Prevalência de cárie dental na cidade de Campinas, SP, Brasil, depois de quatorze anos de fluoretação da água de abastecimento pública. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*;39(5):272-82, set.-out. 1985

World Health Organization. Fluorine and fluorides. Geneva: WHO; 1984.