**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Análise da concentração de flúor na água de
abastecimento público de Uberlândia, Minas Gerais,
Brasil**

Marília Rodrigues Moreira

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.**

**Área de Concentração: Serviços de
Saúde Pública**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Capel
Narvai**

**São Paulo
2018**

**Análise da concentração de flúor na água
de abastecimento público de Uberlândia,
Minas Gerais, Brasil**

Marília Rodrigues Moreira

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.**

**Área de Concentração: Serviços de
Saúde Pública**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Capel
Narvai**

**São Paulo
2018**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na sua reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Paulo Capel Narvai, que com sua sabedoria e paciência me conduziu e me confiou seu precioso tempo. Sou eternamente grata pela oportunidade de ter sido sua orientada. Levarei para a vida o exemplo de professor, profissional e pessoa humilde e brilhante. Amei cada segundo de aprendizado.

À minha querida amiga Juliana Pereira da Silva Faquim por todo o incentivo, ajuda e apoio na condução desse trabalho.

Ao professor Wallisen T. Hattori, (Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia) e a Kely Raspante Cerqueira Teixeira pela colaboração nas análises estatísticas.

Leonardo e João Vítor, vocês são a minha motivação. Agradeço imensamente pela paciência e apoio.

À todos os brilhantes professores que tive a honra de assistir nessa instituição.

À CAPES, pela bolsa de estudos e o financiamento desta pesquisa.

RESUMO

Moreira MR. **Análise da concentração de flúor na água de abastecimento público de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil** [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2018.

Introdução - A fluoretação da água de abastecimento público tem participação comprovada na redução dos índices de prevalência da cárie dentária, tendo sido considerada uma das dez grandes conquistas da saúde pública do século XX. Para garantir a eficácia preventiva da fluoretação, evitando a fluorose, é indispensável o controle operacional nas estações de tratamento de água, realizado por responsáveis pelo processo de fluoretação da água e o seu monitoramento, que em termos da Vigilância Sanitária, é conhecido como heterocontrole. **Objetivos** – Quantificar os teores de flúor na água de abastecimento público de Uberlândia-MG no período de nov/2015 a abr /2016 e comparar os valores encontrados com os dados do controle operacional (DMAE) e um laboratório de referência (UNICAMP) para construir um referencial teórico para a cidade. **Material e Método** – Foram coletadas 126 amostras nos meses avaliados, sendo 18 mensais, 9 para cada ETA (Estação de Tratamento de Água) e mais três pontos de coleta para a região abastecida de ambas as ETA. As amostras foram analisadas pela técnica eletrométrica, inicialmente na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e depois foram encaminhadas para análise no laboratório de referência (UNICAMP). Através do teste Generalized Estimating Equations (GEE) os dados foram comparados entre si e também com os dados de controle operacional. **Resultados** - Foram comparados os dados obtidos nas três análises para o fluoreto (UFU, UNICAMP e DMAE), no mesmo período e nas mesmas estações de tratamento de água. Observou-se diferença estatística entre os laboratórios ($p<0.001$), entre os momentos avaliados ($p<0.001$) e também interação entre laboratório e tempo ($p<0.001$). Somente para o mês de nov/2015 que os laboratórios não apresentaram médias diferentes. O valor médio de fluoreto na água é mais baixo quando avaliado pelo laboratório UFU, apenas no mês de abr/2016 a média ficou abaixo do limite mínimo. Apesar de termos encontrado diferenças entre os laboratórios, a média observada encontra-se de acordo com o recomendado. **Conclusão** – Os resultados deste estudo permitiram concluir que o flúor está presente na água de abastecimento do município de Uberlândia, apresentando variações mensais entre os pontos de coleta e em um mesmo ponto ao longo do período analisado, mas com teores dentro dos padrões recomendados pelo Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal (CECOL)/Ministério da Saúde quanto a concentração de fluoretos e a população tem sido assistida de forma segura.

Descritores: Saúde Pública; Água Doce; Abastecimento de Água; Fluoretação; Saúde Bucal.

ABSTRACT

Moreira MR. **Analysis of fluoride concentration in public supply water of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil.** [masters thesis]. São Paulo: Faculty of Public Health of USP; 2018.

Introduction - Fluoridation of public water supply has a proven role in reducing prevalence rates of dental caries, and has been considered one of the ten great public health achievements of the 20th century. To guarantee the preventive effectiveness of fluoridation, avoiding fluorosis, it is indispensable the operational control in the water treatment, carried out by those responsible for the process of water fluoridation and its monitoring, which in terms of Sanitary Surveillance, is known as heterocontrol. **Objectives** - To analyze the fluoride concentration in the public water supply of Uberlândia-MG from November 2015 to April 2016 and compare the values found with the operational control data (DMAE) and a reference laboratory (UNICAMP) to formulate a theoretical reference for the city. **Material and Method** - 126 samples were collected in the evaluated months, being 18 monthly, 9 for each ETA. The samples were analyzed by the electrometric technique, initially at the Federal University of Uberlândia (UFU) and then sent to the reference laboratory (UNICAMP) for analysis. Through the Generalized Estimating Equations (GEE) test the data were compared to each other and to the operational control data. **Results** -. The data obtained in the three analyzes for fluoride (UFU, UNICAMP and DMAE) were compared in the same period and at the same water treatment stations. A statistical difference between the laboratories ($p < 0.001$) was observed between the evaluated moments ($p < 0.001$) and interaction ($p < 0.001$). Only for the month of November / 2015 that the laboratories did not present different averages. The average value of fluoride in water is lower when evaluated by the UFU laboratory, only in the month of April / 2016 the average was below the minimum limit. Although differences were found between laboratories, the mean observed agreed with the recommended one. **Conclusion** - The results of this study allowed us to conclude that fluoride is present in the water supply in Uberlândia, showing monthly variations between collection points and at the same point throughout the analyzed period, but with levels within the standards recommended by CECOL / Ministry of Health regarding the concentration of fluorides and the population has been safely assisted.

Keywords: Public Health; Fluoridated Water, Water Supply; Fluoridation, Fluoridation Coverage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

MÉTODOS

Figura 1: A Localização do município de Uberlândia no estado de Minas Gerais. B Delimitação do perímetro urbano na extensão territorial do município. C Distribuição dos pontos de coletas no perímetro urbano de Uberlândia.....19

Figura 2: Esquema resumido do método de amostragem para análise de fluoreto na cidade Uberlândia-MG.....20

ARTIGO

Figura 1: Comparação da concentração em mg F/L obtida pelos laboratórios da UFU, DMAE e UNICAMP entre novembro de 2015 a abril de 2016 no município de Uberlândia-MG.....28

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Tabela 1: Comparação da concentração em mg F/L obtida pelos laboratórios da UFU, DMAE e UNICAMP entre novembro de 2015 a abril de 2016 no município de Uberlândia-MG.....27

Tabela 2: Comparação da concentração em mg F/L obtida entre novembro de 2015 a abril de 2016, em cada laboratório avaliado, no município de Uberlândia-MG.....29

Tabela 3: Comparação da concentração em mg F/L obtida nas estações de tratamento (ETA), entre novembro de 2015 a abril de 2016, do município de Uberlândia-MG.....30

Tabela 4: Comparação da concentração em mg F/L obtida entre novembro de 2015 a abril de 2016, nas estações de tratamento (ETA) do município de Uberlândia-MG.....31

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ADA - Associação Dentária Americana

CECOL- Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal

DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgoto

ETA - Estação de Tratamento de Água

FOP-UNICAMP - Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas

GEE - Generalized Estimating Equations

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC - Intervalo de confiança

OMS - Organização Mundial da Saúde

SPADNS - Espectrofotométrica

SUS - Sistema Único de Saúde

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

VMP - Valor máximo permitido

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	10
2. INTRODUÇÃO	11
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
3.1 Fluoretação da Água de Abastecimento	13
3.2 Controle Operacional	15
3.3 Heterocontrole	16
4. OBJETIVOS.....	18
4.1 Objetivo Geral.....	18
4.2 Objetivo Específico.....	18
5. MÉTODOS.....	19
5.1 Análise Estatística.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1. APRESENTAÇÃO

A formatação desta dissertação segue o “Modelo alternativo” estabelecido pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Inicialmente, um referencial teórico será apresentado como forma de revisão da literatura sobre os temas abordados na dissertação, os objetivos e os métodos. Em seguida, no tópico resultados e discussão será apresentado um manuscrito elaborado a partir dos dados obtidos e análises estatísticas realizadas. O artigo intitulado “Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil” será submetido a revista Ciência & Saúde Coletiva.

2. INTRODUÇÃO

Estudos epidemiológicos registram, desde meados do século XX, declínios nas prevalências de cárie dentária em todo o mundo (CURY *et al.*, 2001). Entretanto essa doença continua sendo um grave problema de saúde pública, no campo da saúde bucal, para a maioria dos indivíduos que moram em países do hemisfério Sul e para as populações com baixo *status* socioeconômico dos países de capitalismo desenvolvido (RIBEIRO *et al.*, 2005).

No Brasil é a doença bucal de maior prevalência, atingindo de forma desigual indivíduos de todas as faixas etárias e níveis socioeconômicos. Afeta de 60% a 90% da população em idade escolar, crescendo em proporção na idade adulta, quando se torna importante causa de dor, perda dentária e absenteísmo no trabalho (ANTUNES *et al.*, 2006).

Em função de ser uma doença com tamanha abrangência, sequelas que interferem na qualidade de vida dos indivíduos e custo elevado para o tratamento, várias medidas são utilizadas com o objetivo de controlar e diminuir os índices de acometimento. As medidas de prevenção da doença que apresentam amplo alcance populacional e que devem ser utilizadas nas estratégias populacionais de Saúde Pública envolvem o uso de fluoretos. A Organização Mundial da Saúde e o Ministério da Saúde no Brasil indicam como prioridade o emprego de fluoretos em dentifrícios e na água de abastecimento público (FERREIRA e NARVAI, 2015).

No Brasil, onde a desigualdade social é intensa, a fluoretação das águas vem a ser, muitas vezes, o método mais abrangente de prevenção à cárie para uma grande parcela da população que não tem acesso a outros métodos preventivos, tais como aplicações tópicas de flúor, bochechos com soluções fluoretadas e dentifrícios fluoretados (FERREIRA *et al.*, 2014).

Quando se trata de sua utilização como proteção específica contra enfermidades bucais, o fluoreto tem como característica a concomitância da proteção e do risco, ou seja, é fator de proteção à cárie dentária, assim como é um fator de risco à fluorose dentária. Então, se quantidades de fluoreto na água forem insuficientes, ou se a adição

de fluoreto for interrompida, o benefício da prevenção contra a cárie será ineficaz, enquanto a adição de quantidade excessiva de fluoreto na água poderá causar fluorose dentária (RAMIRES e BUZALAF, 2007).

Para garantir a eficácia preventiva da fluoretação, evitando a fluorose, é indispensável o controle operacional nas estações de tratamento de água, realizado por responsáveis pelo processo de fluoretação da água e o seu monitoramento, que em termos da Vigilância Sanitária, é conhecido como heterocontrole (NARVAI, 2000).

Diante da importância da fluoretação para a saúde bucal da população e da importância do monitoramento das concentrações adequadas de flúor na água de abastecimento público, justifica a preocupação de pesquisas como essa na área da vigilância por uma sondagem mais abrangente.

Atualmente em Uberlândia, Minas Gerais, não existe um heterocontrole regular, apenas o controle operacional que publica os dados no site da empresa de saneamento. Além disso, não se dispõe de informações fidedignas para avaliar a extensão da cobertura dessa medida na cidade e então nesse sentido, esse estudo pode trazer grandes benefícios enquanto estimula e induz discussões sobre cobertura e vigilância da fluoretação das águas de abastecimento público, além de alertar para a necessidade da comunidade acadêmica dedicar-se na produção de conhecimento sobre a qualidade da água, tendo a ciência que a água fluoretada é antes de tudo água tratada, e é direito de todos.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 Fluoretação da Água de Abastecimento

A cárie dentária ainda é um problema de saúde pública em todo o mundo. No Brasil, a cárie atinge, de modo desigual, pessoas de todas as faixas etárias e níveis socioeconômicos (NARVAI *et al.*, 2006).

O uso de fluoretos é um recurso importante como medida de prevenção da doença. Estão disponíveis vários veículos para o uso de fluoretos na prevenção da cárie dentária, sendo a incorporação na água de abastecimento e nos dentifrícios, as mais indicadas pela Organização Mundial de Saúde (PETERSEN, 2003) e Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2009) em virtude de seu amplo alcance populacional, segurança e boa relação entre o custo e o benefício (WHO, 1994).

A fluoretação da água de abastecimento público é considerada uma das dez mais importantes conquistas de saúde pública no século XX (CDC, 1999). Programas de fluoretação da água têm sido implementados em aproximadamente 39 países, atingindo mais de 200 milhões de pessoas (PIORUNNECK *et al.*, 2017). Os Estados Unidos foi o país pioneiro na utilização de fluoretos para prevenir cárie (desde 1945), desenvolveu a tecnologia e desde então foram realizados vários estudos que atestam a efetividade e segurança para a saúde humana (FERREIRA e NARVAI, 2015). A medida é recomendada pela Associação Dentária Americana (ADA) desde 1950 e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) desde 1969 (LEIVAS *et al.*, 2010).

No Brasil a fluoretação foi iniciada em 1954, na cidade de Baixo Guandu-ES e tornou-se obrigatória em 1974 pela Lei Federal 6.050, nos locais onde exista estação de tratamento de água (BRASIL, 1975). Em 2004, a fluoretação foi inscrita como parte da Política Nacional de Saúde, reafirmando-se a necessidade do desenvolvimento de ações para expandir a medida em todo o território (BRASIL, 2009). A questão da fluoretação e sua expansão à grande parte da população justificam-se pelo quadro epidemiológico que a cárie apresenta no Brasil (PEREIRA *et al.*, 2009).

Segundo o Ministério da Saúde, mais de 100 milhões de pessoas em todo o país são beneficiadas pela medida. Entretanto, atualmente ainda não se dispõe de informações confiáveis para avaliar a extensão da cobertura dessa política pública em

todo território nacional. Os dados existentes são resultados de processos de coleta relativamente imprecisos e não validados com o emprego de técnicas adequadas (ANTUNES e NARVAI, 2010; FRAZÃO E NARVAI, 2017).

A redução na prevalência de cárie atribuída a fluoretação da água de abastecimento é de aproximadamente 60% (NARVAI, 2000). Para garantir resultados seguros, os teores de flúor devem estar dentro das faixas recomendadas cientificamente, de forma estável e constante, sem interrupções (FRAZÃO P, 2013). A concentração ideal de fluoreto na água destinada ao consumo humano varia de acordo com a média das temperaturas máximas diárias do ar de cada região, pois isso afeta o consumo de água dos indivíduos (GALAGAN e VERMILLION, 1957).

No Brasil, os teores ótimos de fluoreto na água tratada (com máximo benefício anticárie e mínimo risco para fluorose dentária), variam entre 0,6 e 0,8 mg F/L. Para algumas cidades do Sul do País até 0,9 mg F/L é admitido. O valor máximo permitido (VMP) de 1,5 mg F/L pode ser aceito como tolerável em águas para o consumo humano cuja ocorrência de fluoreto seja natural (FRAZÃO *et al.*, 2011). Em 2011 foi publicado o Consenso Técnico sobre a Classificação de Águas de Abastecimento Público para o Teor de Flúor, e nesse documento recomenda-se que a avaliação da quantificação de flúor na água seja feita considerando-se, simultaneamente, as dimensões relacionadas com o benefício e o risco, buscando-se aferir, em cada análise, as intensidades tanto do benefício preventivo da cárie dentária quanto do risco inerente a exposição ao flúor. Em regiões com médias de temperaturas máximas anuais abaixo de 26,3 °C, o ideal para o teor de flúor na água é de 0,65 a 0,94 ppm ou mg F/L, tendo máximo benefício e risco baixo. Para regiões com médias de temperaturas máximas anuais entre 26,3 °C e 32,5 °C, o ideal do teor é de 0,55 a 0,84 ppm ou mg F/L. Regiões com médias de temperaturas máximas anuais acima de 32,5 °C o ideal do teor é de 0,45 a 0,74 ppm ou mg F/L (CECOL, 2011). Se quantidades de fluoreto na água forem insuficientes, ou se adição for interrompida, o benefício da prevenção contra a cárie será ineficaz, enquanto que a adição de quantidade excessiva de fluoreto na água poderá causar fluorose dentária (RAMIRES e BUZALAF, 2007).

O monitoramento dos teores de fluoreto é uma importante tarefa da vigilância em saúde (PELLETIER, 2004). A lei nº 8080/1990 atribuiu ao Sistema Único de Saúde (SUS) a responsabilidade pela execução das ações de vigilância, já que por definição, o processo de vigilância visa o monitoramento de fatores e agravos que podem oferecer riscos à saúde das populações (PIORUNNECK *et al.*, 2017).

É indispensável que além do controle operacional executado pela empresa de saneamento do município, assegurando a qualidade da água fornecida ao consumidor exigida pela legislação, haja um controle externo no qual tem sido denominado heterocontrole (NARVAI, 2000). Sendo assim, o heterocontrole é considerado o meio mais adequado para assegurar tal condição, uma vez que é executado por instituições públicas ou entidades privadas distintas da empresa responsável pela fluoretação (CURY e TENUTA, 2008).

3.2 Controle Operacional

A operacionalização e a manutenção da fluoretação da água de abastecimento público são de competência dos órgãos responsáveis pelos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água (BRASIL, 2011).

O Brasil dispõe o segundo maior sistema de fluoretação de águas de abastecimento público de todo o mundo, depois dos Estados Unidos (ANDRADE, 2015) e para garantir a eficácia preventiva da fluoretação é indispensável o controle operacional nas estações de tratamento de água e o seu monitoramento através do heterocontrole (NARVAI, 2000).

O controle operacional é um conjunto de atividades, que deve ser exercido regularmente pelo responsável pelo Sistema de Abastecimento de Água, para verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição e a qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Segundo a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (12/12/2011), o tipo de manancial e número da população assistida é que determina o número mínimo de amostras e a frequência com que devem ocorrer as análises de água para o controle operacional do Sistema de Abastecimento.

Em manancial do tipo superficial deve ser coletada uma amostra a cada duas horas, na saída do tratamento, para se analisar a concentração de fluoreto. Em mananciais do tipo subterrâneo, deve ser coletada uma amostra duas vezes por semana. De acordo com a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) o responsável pelo Sistema de Abastecimento está dispensado de realizar coletas de amostras de água para o parâmetro fluoreto no Sistema de Distribuição (reservatórios e redes).

3.3 Heterocontrole

No Brasil, projetos de vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento público são promovidos com o objetivo de garantir a continuidade da segurança do método, auxiliar na manutenção dos teores preconizados do íon e assegurar à população o acesso a água de qualidade (MOIMAZ *et al.*, 2018).

Vigilância em saúde pública pode ser definida como um sistema articulado de ações que asseguram a coleta, análise e interpretação de dados de eventos de saúde específicos que afetam a população, assim como a rápida disseminação dos resultados para todos que necessitam conhecê-los (WALDMAN, 1998).

A vigilância pode ser realizada com base na auditoria nos dados produzidos pelas companhias de abastecimento de água, ou por meio da análise sistemática em amostras de água coletadas na rede de distribuição, mas não substitui nem isenta de responsabilidade as empresas produtoras na realização de seus controles operacionais (VENTURINI *et al.*, 2016).

Heterocontrole é o princípio segundo o qual se um bem ou serviço qualquer implica risco ou representa fator de proteção para a saúde pública então, além do controle do produtor sobre o processo de produção, distribuição e consumo, deve haver controle por parte das instituições do estado (NARVAI, 2000).

O heterocontrole tem sido motivado para garantir a eficácia e segurança da fluoretação (SILVA *et al.*, 2007). Há um debate na literatura envolvendo a exatidão e confiabilidade de métodos para dosagem do fluoreto na água. São debatidas as vantagens do uso da técnica eletrométrica em comparação com a SPADNS (espectrofotométrica) e também com a técnica visual de alizarina. Atualmente, é frequente a utilização da técnica eletrométrica em estudos de heterocontrole. Segundo Motter *et al.*, (2011) a escolha da técnica analítica interfere significativamente no processo do heterocontrole e o ideal é que seja utilizado a mesma técnica de determinação de flúor utilizada pela empresa de tratamento de água.

Para validação do processo de heterocontrole é necessário a utilização de métodos e técnicas adequadas além de criterioso estudo para se definir o número de pontos de coleta que possam expressar representatividade para uma dada localidade.

Catani *et al.*, (2008) realizaram um estudo no banco de dados do laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP) que avaliou 3845 amostras de água, de dez cidades

brasileiras, sendo oito do estado de São Paulo, uma de Minas Gerais e outra do Ceará. Concluíram que 63,8% estavam de acordo com os valores considerados ótimos (0,6 a 0,8 ppm F), 19,7% apresentaram valores abaixo do mínimo e 16,5% acima do máximo definido pelas normas brasileiras. Além disso, a maioria das cidades não manteve a regularidade do programa de heterocontrole da fluoretação da água.

As consequências das oscilações de concentração de fluoreto em termos de benefício e risco são dependentes do tempo de ocorrência da anormalidade. Entretanto, elas só poderão ser corrigidas se forem detectadas e por esse motivo a importância de um programa de heterocontrole (CATANI *et al.*, 2008). O poder público deve assegurar que o sistema de abastecimento da água fluoretada funcione de forma permanente, eficiente e efetiva, permitindo que os benefícios da fluoretação possam realmente ser usufruídos pela população (MOTTER *et al.*, 2011).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Quantificar os teores de flúor nas águas de abastecimento público na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, no período de novembro de 2015 a abril de 2016, com a finalidade de valorizar um sistema de vigilância baseado no heterocontrole.

4.2 Objetivo Específico

1-Elaborar um referencial teórico sobre a evolução e situação da fluoretação da água de abastecimento público para a cidade de Uberlândia.

2-Comparar os resultados obtidos no laboratório da Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com os resultados do Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP e dados de controle operacional.

3-Discutir a possível frequência na realização do heterocontrole que permita resultados confiáveis.

5. MÉTODOS

Este é um estudo de vigilância em saúde e teve abordagem quantitativa e descritiva. Foi realizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, região sudeste do Brasil. O município de Uberlândia segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2016 possui uma estimativa de 669.672 habitantes, a segunda maior cidade do estado (IBGE, 2016). Segundo o relatório do Instituto Trata Brasil (2016), Uberlândia é detentora do terceiro melhor serviço de saneamento do Brasil, considerada como referência (BRASIL, 2016). O município conta com 100% de cobertura de água e 99% de cobertura de coleta de esgoto, do esgoto coletado, 100% é tratado.

Em 1967 foi criado pela prefeitura o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), concretizando a construção da primeira Estação de Tratamento de Água (ETA). Atualmente Uberlândia possui duas ETA, ETA Sucupira e ETA Bom Jardim. Cada ETA abrange uma área, o setor norte e leste é abastecido pela ETA Bom Jardim, o setor central, sul e oeste é abastecido pela ETA Sucupira, pequena área do setor oeste possui abastecimento das duas ETA, conforme figura 1.

Figura 1: **A** Localização do município de Uberlândia no estado de Minas Gerais. **B** Delimitação do perímetro urbano na extensão territorial do município. **C** Distribuição dos pontos de coletas no perímetro urbano de Uberlândia.

A definição dos pontos de coletas analisou a representatividade e a abrangência espacial de cada ETA, para isso é preciso conhecer a rede de distribuição de água do município, localizar o número de estações de tratamentos, a existência de soluções alternativas coletivas e a abrangência desses sistemas (CECOL, 2014a).

Para a realização desse estudo, três pontos foram eleitos, um próximo, um intermediário e um distante em relação a ETA. Para cada um desses três pontos principais foram estabelecidos mais dois pontos próximos, conforme figura 2. Desta forma, totalizaram um número de nove pontos para cada ETA e mais três pontos de coleta para a região abastecida de ambas as ETA. Os locais priorizados para tais coletas foram unidades de saúde e escolas públicas (ELY *et al.*, 2017).

Figura 2 – Esquema resumido do método de amostragem para análise de fluoreto na cidade Uberlândia-MG.

Foram coletadas amostras de água em recipientes plásticos com tampa de pressão natural de 20 mL, identificados previamente com marcador permanente, sendo uma vez por mês durante seis meses (CECOL, 2014b). Os dias de cada coleta, de conhecimento apenas da equipe responsável pela pesquisa, foram feitos por sorteio, sendo retirados os dias de feriados, sábados e domingos.

As análises das amostras de água coletada foram analisadas no laboratório do Curso Técnico em Controle Ambiental e Meio Ambiente da Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia, através da técnica eletrométrica.

A técnica eletrométrica é baseada na medida direta dos íons flúor livres e utiliza o eletrodo de íon seletivo como principal ferramenta. Este eletrodo possui uma membrana de cristal de fluoreto, e a partir dela um potencial é estabelecido por soluções de fluoreto de diferentes concentrações, determinando a calibração do eletrodo. A quantificação ocorre quando o eletrodo é imerso na solução (amostra e reagente) e o cristal entra em contato com a solução da amostra em uma face e a solução de referência

interna na outra face. Ao retirar o eletrodo é importante que entre as leituras haja o enxague com água destilada e em seguida o seque. A faixa de leitura na quantificação de fluoretos desta técnica tem como mínimo aproximadamente 0,02 mg F/L e como máximo 19000 mg F/L (APHA, 2005).

O aparelho utilizado foi o eletrodo específico para íon flúor acoplado ao potenciômetro previamente calibrado com padrões de 0,125 a 1,00 ppm F. Os materiais utilizados foram o Tisab II pH 5,0, Padrões de 0,125 - 0,250 - 0,500 - 1,00 ppmF, água destilada e deionizada.

A concentração de flúor aceitável identificada nas amostras e medida por miligramas por litro (mg F/L) foi definida a partir das médias de temperatura anual dos anos avaliados (2015/2016).

Os pesquisadores envolvidos foram capacitados para análise de flúor na água no Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP, o qual foi considerado como Laboratório de Referência. As amostras foram também enviadas a esse laboratório para comparação dos resultados.

5.1 Análise Estatística

Utilizou-se o Teste Generalized Estimating Equations (GEE) (ZEGGER e LIANG, 1986) usando correlação não estruturada e estimativa de máxima verossimilhança, para comparar as diferenças do teor de flúor na água entre os laboratórios avaliados (UFU, DMAE e UNICAMP), ao longo do tempo e a interação (Laboratório x Tempo). Utilizou-se do mesmo teste para verificar as diferenças do teor de flúor na água nas estações de tratamento (ETA) que foram avaliadas, ao longo do tempo e a interação (ETA x Tempo). Os dados foram apresentados como média estimada e intervalo de confiança de *Wald* (IC 95%), fornecidos pelo teste. Os testes estatísticos com $p < 0,05$ foram aceitos como significativos. Para análise dos dados foi utilizado o *software* IBM SPSS versão 20.0.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Artigo: Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Heterocontrol of fluoridation of public water supply in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil

Introdução

Estudos epidemiológicos registram, desde meados do século XX, declínios nas prevalências de cárie dentária em todo o mundo^{1,2}. Entretanto essa doença continua sendo um grave problema de saúde pública, no campo da saúde bucal, para a maioria dos indivíduos que moram em países do hemisfério Sul e para as populações com baixo status socioeconômico dos países de capitalismo desenvolvido³.

No Brasil é a doença bucal de maior prevalência, atingindo de forma desigual indivíduos de todas as faixas etárias e níveis socioeconômicos. Afeta de 60% a 90% da população em idade escolar, crescendo em proporção na idade adulta, quando se torna importante causa de dor, perda dentária e absenteísmo no trabalho⁴.

Em função de ser uma doença com tamanha abrangência, sequelas que interferem na qualidade de vida dos indivíduos e custo elevado para o tratamento, várias medidas são utilizadas com o objetivo de controlar e diminuir os índices de acometimento. As medidas de prevenção da doença que apresentam amplo alcance populacional e que devem ser utilizadas nas estratégias populacionais de Saúde Pública envolvem o uso de fluoretos. A Organização Mundial da Saúde e o Ministério da Saúde no Brasil indicam como prioridade o emprego de fluoretos em dentifrícios e na água de abastecimento público⁵.

No Brasil, onde a desigualdade social é intensa, a fluoretação das águas vem a ser, muitas vezes, o método mais abrangente de prevenção à cárie para uma grande parcela da população que não tem acesso a outros métodos preventivos, tais como aplicações tópicas de flúor, bochechos com soluções fluoretadas e dentifrícios fluoretados⁶.

Quando se trata de sua utilização como proteção específica contra enfermidades bucais, o fluoreto tem como característica a concomitância da proteção e do risco, ou seja, é fator de proteção à cárie dentária, assim como é um fator de risco à fluorose dentária. Então, se quantidades de fluoreto na água forem insuficientes, ou se a adição de fluoreto for interrompida, o benefício da prevenção contra a cárie será ineficaz, enquanto a adição de quantidade excessiva de fluoreto na água poderá causar fluorose dentária^{7,8}.

Para garantir a eficácia preventiva da fluoretação, evitando a fluorose, é indispensável o controle operacional nas estações de tratamento de água, realizado por responsáveis pelo processo de fluoretação da água e o seu monitoramento, que em termos da Vigilância Sanitária, é conhecido como heterocontrole^{9,10}.

Heterocontrole é o princípio segundo o qual se um bem ou serviço qualquer implica risco ou representa fator de proteção para a saúde pública então, além do controle do produtor sobre o processo de produção, distribuição e consumo, deve haver controle por parte das instituições do estado⁸. É realizado por meio da avaliação direta de amostras de água colhidas na rede de distribuição e tem por objetivo assegurar a qualidade do processo, a validade da informação e a confiabilidade para se alcançar as metas de saúde bucal¹¹.

Diante da importância da fluoretação para a saúde bucal da população e da importância do monitoramento das concentrações adequadas de flúor na água de abastecimento público, justificam a preocupação de pesquisas como essa na área da

vigilância por uma sondagem mais abrangente.

Em Uberlândia, Minas Gerais, não existe um heterocontrole regular, apenas o controle operacional que publica os dados no *website* da empresa de saneamento. Além disso, não se dispõe de informações fidedignas para avaliar a extensão da cobertura dessa medida na cidade. Nesse sentido, esse estudo pode trazer benefícios enquanto estimula e induz discussões sobre cobertura e vigilância da fluoretação das águas de abastecimento público, além de alertar para a necessidade da comunidade acadêmica dedicar-se na produção de conhecimento sobre a qualidade da água, considerando que a água fluoretada é antes de tudo, água tratada. Frente ao exposto, é objetivo do presente estudo quantificar os teores de flúor nas águas de abastecimento público na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, no período de novembro de 2015 a abril de 2016, com a perspectiva proposta pelo princípio de vigilância sanitária conhecido como heterocontrole.

Métodos

Este é um estudo de vigilância em saúde e teve abordagem quantitativa e descritiva. Foi realizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, região sudeste do Brasil. O município de Uberlândia segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹² para 2016 possuiu uma estimativa de 669.672 habitantes, a segunda maior cidade do estado. Segundo o relatório do Instituto Trata Brasil (2016)¹³, Uberlândia é detentora do terceiro melhor serviço de saneamento do Brasil, considerada como referência. O município conta com 100% de cobertura de água e 99% de cobertura de coleta de esgoto, do esgoto coletado, 100% é tratado.

Em 1967 foi criado pela prefeitura o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), concretizando a construção da primeira Estação de Tratamento de Água (ETA). Atualmente Uberlândia possui duas ETA, ETA Sucupira e ETA Bom Jardim.

Para a realização desse estudo, três pontos foram eleitos, um próximo, um intermediário e um distante em relação a ETA. Para cada um desses três pontos principais foram estabelecidos mais dois pontos próximos. Desta forma, totalizaram um número de nove pontos para cada ETA e mais três pontos de coleta para a região abastecida de ambas as ETA. Os locais priorizados para tais coletas foram unidades de saúde e escolas públicas¹⁴.

Foram coletadas amostras de água em recipientes plásticos com tampa de pressão natural de 20 mL, identificados previamente com marcador permanente, sendo uma vez por mês durante seis meses¹⁵. Os dias de cada coleta, de conhecimento apenas da equipe responsável pela pesquisa, foram feitos por sorteio, sendo retirados os dias de feriados, sábados e domingos.

As análises das amostras de água coletada foram feitas no laboratório do Curso Técnico em Controle Ambiental e Meio Ambiente da Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia, através da técnica eletrométrica¹⁶.

O aparelho utilizado foi o eletrodo específico para íon flúor acoplado ao potenciômetro previamente calibrado com padrões de 0,125 a 1,00 mg F/L. Os materiais utilizados foram o Tisab II pH 5,0, Padrões de 0,125 - 0,250 - 0,500 - 1,00 mg F/L, água destilada e deionizada.

Os pesquisadores envolvidos foram capacitados para análise de flúor na água no Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP, e as amostras foram também enviadas a esse laboratório para comparação dos resultados (contra-prova).

A concentração de flúor aceitável identificada nas amostras e medida por miligrama de flúor por litro foi definida a partir das médias de temperatura anual dos anos avaliados (2015/1016)¹⁷.

Análise Estatística

Utilizou-se o Teste Generalized Estimating Equations (GEE)¹⁸ usando correlação não estruturada e estimativa de máxima verossimilhança, para comparar as diferenças do teor de flúor na água entre os laboratórios avaliados (UFU, DMAE e UNICAMP), ao longo do tempo e a interação (Laboratório x Tempo). Utilizou-se do mesmo teste para verificar as diferenças do teor de flúor na água nas estações de tratamento (ETA) que foram avaliadas, ao longo do tempo e a interação (ETA x Tempo). Os dados foram apresentados como média estimada e intervalo de confiança de Wald (IC 95%), fornecidos pelo teste. Os testes estatísticos com $p < 0,05$ foram aceitos como significativos. Para análise dos dados foi utilizado o *software* IBM SPSS versão 20.0.

Resultados

Três laboratórios diferentes (DMAE-controle operacional, UFU e UNICAMP), analisaram as concentrações de íons flúor, no mesmo período e nas mesmas estações de tratamento de água (Tabela 1). Observou-se diferença estatística entre os laboratórios ($p < 0,001$), entre os momentos avaliados ($p < 0,001$) e também interação entre laboratório e tempo ($p < 0,001$). Somente para o mês de nov/2015 é que os laboratórios não apresentaram médias diferentes. O valor médio de fluoreto na água é mais baixo quando

avaliado pelo laboratório da UFU. Apesar de as análises deste laboratório terem apresentado as médias mais baixas, somente no mês de abr/2016 a média ficou abaixo do limite mínimo.

Vale ressaltar que, para regiões com médias de temperaturas máximas anuais entre 26,3 °C e 32,5 °C, o ideal do teor é de 0,55 a 0,84 ppm ou mg F/L¹⁷. Considerando essa recomendação e a média das temperaturas máximas anuais dos últimos trinta anos para o município de Uberlândia (29 °C)¹⁹, mesmo com as diferenças encontradas entre as técnicas avaliadas nos teores de flúor na água, todos os valores obtidos estão de acordo com o preconizado.

Tabela 1: Comparação da concentração em mg F/L obtida pelos laboratórios da UFU, DMAE e UNICAMP entre novembro de 2015 a abril de 2016 no município de Uberlândia-MG.

Tempo	UFU	DMAE	UNICAMP	Laboratório		Laboratório*Tempo	
				Df	p-valor	Df	p-valor
Nov/2015	0.62 [0.54-0.71] ^a	0.57 [0.44-0.76] ^a	0.75 [0.69-0.81] ^a	2	<0.001	10	<0.001
Dez/2015	0.60 [0.58-0.61] ^a	0.77 [0.70-0.85] ^b	0.68 [0.67-0.68] ^b				
Jan/2016	0.55 [0.54-0.55] ^a	0.80 [0.76-0.83] ^b	0.69 [0.67-0.71] ^c				
Fev/2016	0.59 [0.58-0.60] ^a	0.86 [0.83-0.89] ^b	0.73 [0.72-0.74] ^c				
Mar/2016	0.56 [0.53-0.59] ^a	0.87 [0.83-0.90] ^b	0.72 [0.70-0.74] ^c				
Abr/2016	0.52 [0.49-0.55] ^a	0.73 [0.59-0.90] ^{a,b}	0.65 [0.61-0.69] ^b				

Os valores marcados em negrito são significativamente diferentes.

A representação gráfica das médias das análises da concentração de flúor na água, ao longo do tempo, realizadas pelos laboratórios (UFU, DMAE e UNICAMP) foi apresentada na Figura 1.

Figura 1: Comparação da concentração em mg F/L obtida pelos laboratórios da UFU, DMAE e UNICAMP entre novembro de 2015 a abril de 2016 no município de Uberlândia-MG.

Na tabela 2 apresentamos a mesma análise, mas agora comparando as concentrações de flúor nos meses avaliados dentro do mesmo laboratório. Foi observada variação na dosagem de fluoreto ao longo dos meses de coleta e entre os laboratórios que realizaram a avaliação das amostras. Apesar de ter sido encontrada diferenças nessas concentrações ao longo do tempo, os valores encontrados atendem a recomendação, como exposto.

Tabela 2: Comparação da concentração em mg F/L obtida entre novembro de 2015 a abril de 2016, em cada laboratório avaliado, no município de Uberlândia-MG.

Laboratório	Nov/2015	Dez/2015	Jan/2016	Fev/2016	Mar/2016	Abr/2016	Tempo		Laboratório*Tempo	
							Df	p-valor	Df	p-valor
UFU	0.62 [0.54-0.71] ^{a,b}	0.60 [0.58-0.61] ^a	0.55 [0.54-0.55] ^b	0.59 [0.58-0.60] ^a	0.56 [0.53-0.59] ^{a,b}	0.52 [0.49-0.55] ^b	5	<0.001	10	<0.001
DMAE	0.57 [0.44-0.76] ^a	0.77 [0.70-0.85] ^{a,b}	0.80 [0.76-0.83] ^{a,b}	0.86 [0.83-0.89] ^b	0.87 [0.83-0.90] ^b	0.73 [0.59-0.90] ^{a,b}				
UNICAMP	0.75 [0.69-0.81] ^{a,b,c}	0.68 [0.67-0.68] ^{a,c}	0.69 [0.67-0.71] ^{a,b,c}	0.73 [0.72-0.74] ^b	0.72 [0.70-0.74] ^{b,c}	0.65 [0.61-0.69] ^c				

Os valores marcados em negrito são significativamente diferentes.

Analizou-se as concentrações de íons flúor coletadas nas diferentes estações de tratamento de água (Sucupira e Bom Jardim), no mesmo período e, também verificou-se diferença estatística entre as ETA ($p < 0.001$), entre os momentos avaliados ($p < 0.001$) e interação ($p < 0.001$) (Tabela 3). Ao fazermos a comparação do teor de flúor da água entre cada ETA mês a mês, observou-se diferença apenas no mês de Nov/2015 entre as ETA.

Tabela 3: Comparação da concentração em mg F/L obtida nas estações de tratamento (ETA), entre novembro de 2015 a abril de 2016, do município de Uberlândia-MG.

Tempo	Sucupira	Bom Jardim	ETA		ETA*Tempo	
			Df	p-valor	Df	p-valor
Nov/2015	0.68 [0.65-0.71] ^a	0.55 [0.54-0.57] ^b	1	<0.001	5	<0.001
Dez/2015	0.61 [0.59-0.63] ^a	0.59 [0.55-0.62] ^a				
Jan/2016	0.54 [0.49-0.59] ^a	0.55 [0.50-0.61] ^a				
Fev/2016	0.60 [0.58-0.61] ^a	0.59 [0.57-0.60] ^a				
Mar/2016	0.58 [0.55-0.61] ^a	0.54 [0.52-0.55] ^a				
Abr/2016	0.55 [0.48-0.62] ^a	0.50 [0.49-0.51] ^a				

Os valores marcados em negrito são significativamente diferentes.

Da mesma forma, na Tabela 4 encontra-se a comparação ao longo dos meses do teor de flúor dentro de cada ETA. Na ETA Sucupira o maior valor observado foi no mês de Nov/2015 (0.68 [0.65-0.71] mg F/L). Já na ETA Bom Jardim o menor valor foi no mês de Abr/2016 (0.50 [0.49-0.51] mg F/L). Constatou-se grande variação na dosagem de fluoreto ao longo dos meses de coleta e entre as ETA de origem das amostras. Em nenhuma das análises realizadas ocorreu pico que alerte a exposição crônica da concentração de fluoreto acima da preconizada, expondo a população alvo ao possível desenvolvimento de fluorose.

Tabela 4: Comparação da concentração em mg F/L obtida entre novembro de 2015 a abril de 2016, nas estações de tratamento (ETA) do município de Uberlândia-MG.

ETA	Nov/2015	Dez/2015	Jan/2016	Fev/2016	Mar/2016	Abr/2016	Tempo		ETA*Tempo	
							Df	p-valor	Df	p-valor
Sucupira	0.68 [0.65-0.71] ^a	0.61 [0.59-0.63] ^b	0.54 [0.49-0.59] ^b	0.60 [0.58-0.61] ^b	0.58 [0.55-0.61] ^b	0.55 [0.48-0.62] ^b	5	<0.001	5	<0.001
Bom Jardim	0.55 [0.54-0.57] ^{a,b}	0.59 [0.55-0.62] ^{a,b}	0.55 [0.50-0.61] ^{a,b,c}	0.59 [0.57-0.60] ^a	0.54 [0.52-0.55] ^b	0.50 [0.49-0.51] ^c				

Os valores marcados em negrito são significativamente diferentes.

Discussão

De acordo com Consenso Técnico sobre a Classificação de Águas de Abastecimento Público segundo o Teor de Flúor¹⁷ recomenda-se que a avaliação da quantificação de flúor na água seja feita considerando-se, simultaneamente, as dimensões relacionadas com o benefício e o risco, buscando-se aferir, em cada análise, as intensidades tanto do benefício preventivo da cárie dentária quanto do risco inerente a exposição ao flúor. Em regiões com médias de temperaturas máximas anuais abaixo de 26,3 °C, o ideal para o teor de flúor na água é de 0,65 a 0,94 ppm ou mg F/L, tendo máximo benefício e risco baixo. Para regiões com médias de temperaturas máximas anuais entre 26,3 °C e 32,5 °C, o ideal do teor é de 0,55 a 0,84 ppm ou mg F/L. Regiões com médias de temperaturas máximas anuais acima de 32,5 °C o ideal do teor é de 0,45 a 0,74 ppm ou mg F/L.

A média das máximas temperaturas para o município de Uberlândia, nos últimos 30 anos foi de 29,0 °C¹⁹, e os limites em que se tem benefício máximo e risco mínimo é de 0,55 a 0,84 mg F/L, respectivamente. Com base nos limites adotados, do total de 126 amostras de água coletadas no intervalo de tempo entre o mês de novembro de 2015 e abril de 2016, mesmo havendo diferenças estatisticamente significante entre os laboratórios, obteve-se 100% das amostras dentro da faixa preconizada (Figura 1). Vale salientar que, as amostras analisadas no laboratório da Universidade Federal de Uberlândia foram as mesmas analisadas pelo laboratório da UNICAMP, sendo diferentes apenas do laboratório do controle operacional. Diferenças estatisticamente significantes entre o heterocontrole e o controle operacional também foram encontradas nos estudos de Piorunneck (2017)²⁰ e Marmolejo e Coutinho (2010)²¹.

Os dois laboratórios que fizeram as análises e o controle operacional utilizam a mesma técnica: eletrométrica. Esse método de análise que utiliza o eletrodo de íon seletivo é o mais recomendado e mais utilizado. De acordo com a American Public Health Association (2005)²², a técnica eletrométrica pode sofrer interferência nos resultados de análises devido a presença de substâncias químicas na água analisada (cloreto (Cl^-), e/ou hexametáfosfato ($[\text{NaPO}_2]^6$) e/ou fosfato (PO_4^{3-}), isso pode justificar as diferenças encontradas entre o controle operacional e os outros dois laboratórios, mas não entre os laboratórios entre si, já que os mesmos utilizaram as mesmas amostras. Sendo assim, é possível que essa diferença possa ser atribuída pela diferença de equipamentos e/ou pela sensibilidade ou especificidade do operador.

O controle da fluoretação deve ser realizado com frequência, sendo importante um controle externo independente, heterocontrole, além do controle operacional realizado pela empresa de saneamento.

Considerações Finais

O fluoreto presente na água é um fator de proteção ou de risco a dentição, dependendo de sua concentração, dispor de informações válidas e confiáveis sobre a exposição da população a essa substância é importante para assegurar padrões de segurança e qualidade, bem como para direcionar as políticas públicas.

Os resultados deste estudo permitiram concluir que o flúor está presente na água de abastecimento do município de Uberlândia, apresentando variações mensais entre os pontos de coleta e em um mesmo ponto ao longo do período analisado, mas com teores dentro dos padrões recomendados pelo CECOL/Ministério da Saúde quanto a concentração de fluoretos e a população tem sido assistida de forma segura.

Referências

1. Clarkson JJ. International collaborative research on fluoride. *J Dent Res* 2000; 79 (4): 893-904.
2. Narvai PC, Castellanos RA, Frazao P. Dental caries prevalence in permanent teeth of schoolchildren in the Municipality of Sao Paulo, Brazil, 1970-1996. *Rev Saude Pub* 2000; 34 (2): 196-200.
3. Ribeiro AG, de Oliveira AF, Rosenblatt A. Early childhood caries: prevalence and risk factors in 4-year-old preschoolers in Joao Pessoa, Paraiba, Brasil. *Cader Saude Pub* 2005; 21 (6): 1695-1700.
4. Antunes JL, Peres MA, de Campos Mello TR, Waldman EA. Multilevel assessment of determinants of dental caries experience in Brazil. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006; 34 (2): 146-152.
5. Ferreira R, Narvai P. Fluoretação da água: significados e lei da obrigatoriedade na visão de lideranças em saúde. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2015; 69 (3): 266-271.
6. Ferreira RG, Bogus CM, Marques RA, Menezes LM, Narvai PC. Public water supply fluoridation in Brazil according to health sector leaders. *Cader Saude Pub* 2014; 30 (9): 1884-1890.
7. Ramires I, Buzalaf MA. Fifty years of fluoridation of public water supplies in Brazil: benefits for the control of dental caries. *Cien Saude Colet* 2007; 12 (4): 1057-1065.
8. Narvai, Pc. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Cien Saude Colet*. 2000; 5(2): 381-392.
9. Narvai PC. Fluoretação da água: heterocontrole no município de São Paulo no período de 1990-1999. *Rev Bras Odonto Saude Col*. 2000; 2 (2): 50-56.
10. Frazão P, Peres MA, Cury, JA. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. *Rev Saude Publica* 2011; 45(5): 964-73.
11. Frazão, P. O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. *Saúde debate*. 2018; 42(116): 274-286.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acessado em: 26 Mai 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama>.
13. Instituto Trata Brasil. *Ranking do Saneamento*. 2016. Disponível em: <http://portaldoamazonas.com/wp-content/uploads/2016/04/relatorio-completo.pdf>.
14. Frazão P, Narvai. Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes. - São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2017. 202 p. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/181>.
15. Centro colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde bucal da Universidade de São Paulo (CECOL). *Protocolo de Coleta e Análise da Amostra de Água*. São Paulo: 2014. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcems/uploads/arquivos/1411739391_Manual-Coleta-Analise-Amostra-Agua%20v.1.0.pdf.

16. Frant MS, Ross JWJ. Electrode for sensing fluoride ion activity in solution. *Scien*. 1966; 154 (3756): 1553-1555.
17. Centro colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde bucal da Universidade de São Paulo (CECOL). *Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor*. São Paulo: 2011.
18. Zeger SL, Liang KY. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics*. 1986; 42 (1): 121-130.
19. Petrucci E. *Características do clima de Uberlândia-MG: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa* Uberlândia: Programa de Pós-graduação em Geografia/ Universidade Federal de Uberlândia; 2018.
20. Piorunneck C, Ditterich R, Gomes E. Heterocontrole da fluoretação nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba nos anos de 2014 e 2015. *Cad Saude Colet*. 2017; 25 (4): 414-422.
21. Marmolejo L, Coutinho T. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em Niterói, RJ, Brasil, no período de novembro de 2008 a março de 2009. *Rev flum odontol*. 2010; 16 (33): 34-39.
22. American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for the examination of water and wastewaters*. Washington: 2005.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo permitiram concluir que o flúor está presente na água de abastecimento do município de Uberlândia, apresentando variações mensais entre os pontos de coleta e em um mesmo ponto ao longo do período analisado, mas com teores dentro dos padrões recomendados pelo CECOL/Ministério da Saúde quanto a concentração de fluoretos e a população tem sido assistida de forma segura.

Em função de não existir um teste estatístico capaz de mostrar, com base nesses seis meses de observação, uma frequência confiável para o heterocontrole, sugere-se estudos mais longos para comprovar esse padrão de qualidade observado e então poder-se definir uma frequência eficiente de heterocontrole que represente os dados obtidos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. C. 70 anos de fluoretação da água de abastecimento público requer debate. **Ciência e Cultura**, v. 67, n. 2, p. 8-9, 2015.

ANTUNES, J. L.; NARVAI, P. C. Dental health policies in Brazil and their impact on health inequalities. **Rev Saude Publica**, v. 44, n. 2, p. 360-5, Apr 2010. ISSN 1518-8787 (Electronic) 0034-8910 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20339637>>.

ANTUNES, J. L. et al. Multilevel assessment of determinants of dental caries experience in Brazil. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 34, n. 2, p. 146-52, Apr 2006. ISSN 0301-5661 (Print) 0301-5661 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16515679>>.

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of water and wastewaters**. Washington 2005.

BRASIL. Instituto Trata Brasil. **RANKING DO SANEAMENTO INSTITUTO TRATA BRASIL**: 111 p. 2016. Disponível em: <http://portaldoamazonas.com/wp-content/uploads/2016/04/relatorio-completo.pdf>.

_____. Ministério da Saúde. **Decreto – Lei nº 76.872, de dezembro de 1975. Regulamenta a lei nº 6050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento**. Legislação Federal. Brasília 1975.

_____. **Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil**. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica Brasília 2009.

_____. **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**. Ministério da Saúde. Brasília 2011.

CATANI, D. B. et al. Dez anos de acompanhamento do heterocontrole da fluoretação da água feito por municípios brasileiros, Brasil, 1996-2006. **RGO**, v. 56, n. 2, p. 151-155, 2008.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention. Ten great public health achievements--United States, 1900-1999. **MMWR Morb Mortal Wkly Rep**, v. 48, n. 12, p. 241-3, Apr 2 1999. ISSN 0149-2195 (Print) 0149-2195 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10220250>>.

CECOL. Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. **Guia de Amostragem para Vigilância da Concentração do Fluoreto na Água de Abastecimento Público**. Universidade de São Paulo, São Paulo 2014a.

_____. **Protocolo de Coleta e Análise da Amostra de Água** Universidade de São Paulo, São Paulo: 14 p. 2014b.

_____. **Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor**. Universidade de São Paulo, São Paulo 2011.

CURY, J. A. et al. Effect of dentifrice containing fluoride and/or baking soda on enamel demineralization/remineralization: an in situ study. **Caries Res**, v. 35, n. 2, p. 106-10, Mar-Apr 2001. ISSN 0008-6568 (Print) 0008-6568 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11275669>>.

CURY, J. A.; TENUTA, L. M. How to maintain a cariostatic fluoride concentration in the oral environment. **Adv Dent Res**, v. 20, n. 1, p. 13-6, Jul 1 2008. ISSN 1544-0737 (Electronic) 0895-9374 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18694871>>.

ELY, H. C. et al. Guia de amostragem para vigilância da concentração do fluoreto na água de abastecimento público. In: FRAZÃO, P.; NARVAI, P. C (Organ.) **Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes**. - São Paulo : Faculdade de Saúde Pública da USP, 2017. Cap 5, p. 88-101.

FERREIRA, R.; NARVAI, P. Fluoretação da água: significados e lei da obrigatoriedade na visão de lideranças em saúde. **REV ASSOC PAUL CIR DENT**, v. 69, n. 3, p. 266-71, 2015. Disponível em: <http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1442432147_Aguiar-Narvai-Fluoreta%C3%A7%C3%A3o%C3%81guaSignificadosLeiObrigatoriedadeVis%C3%A3oLideran%C3%A7asSa%C3%BAde-RAPCD-69-3-2015.pdf>.

FERREIRA, R. G. et al. [Public water supply fluoridation in Brazil according to health sector leaders]. **Cad Saude Publica**, v. 30, n. 9, p. 1884-90, Sep 2014. ISSN 1678-4464 (Electronic) 0102-311X (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25317517>>.

FRAZÃO, P.; NARVAI, P. C. **Cobertura e vigilância da fluoretação da água no Brasil: municípios com mais de 50 mil habitantes**. Organizadores: Paulo Frazão e Paulo Capel Narvai. - São Paulo : Faculdade de Saúde Pública da USP, 2017. 202 p. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/181/165/787-1>.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Rev Saude Publica**, v. 45, n. 5, p. 964-73, 2011.

FRAZÃO P, S. C., FERNANDES GF, MARQUES RAA, NARVAI PC. Fluoretação da água e insuficiências no sistema de informação da política de vigilância à saúde. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 67, n. 2, p. 94-100, 2013. Disponível em: <<http://revodonto.bvsalud.org/pdf/apcd/v67n2/a02v67n2.pdf>>.

GALAGAN, D. J.; VERMILLION, J. R. Determining optimum fluoride concentrations. **Public Health Rep**, v. 72, n. 6, p. 491-3, Jun 1957. ISSN 0094-6214 (Print) 0094-6214 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13432124>>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acessado em: 26 Mai 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama>>.

LEIVAS, L. L. et al. Heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público do Município de Canoas/RS. **Stomatos**, v. 16, n. 30, 2010. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-44422010000100003&lng=pt&nrm=iso>.

MOIMAZ, S. A. S., et al. Heterocontrole do flúor nas águas de abastecimento público: resultados e experiência de 13 anos de vigilância. **Arch Health Invest**, v. 7, n. 7, p. 262-268, 2018.

MOTTER, J. et al. Análise da concentração de flúor na água em Curitiba, Brasil: comparação entre técnicas. **Rev Panam Salud Publica**, v. 29, n. 2, p. 120-5, 2011.

NARVAI, P. C. Fluoretação da água: heterocontrole no município de São Paulo no período de 1990-1999. **Revista Brasileira de Odontologia em Saúde Coletiva**, v. 2, n. 2, p. 50-56, 2000. Disponível em: <http://www.academia.edu/30130453/Fluoreta%C3%A7%C3%A3o_da_%C3%A1gua_heterocontrole_no_munic%C3%ADpio_de_S%C3%A3o_Paulo_no_per%C3%ADodo_1990-1999>.

NARVAI, P. C. et al. [Dental caries in Brazil: decline, polarization, inequality and social exclusion]. **Rev Panam Salud Publica**, v. 19, n. 6, p. 385-93, Jun 2006. ISSN 1020-4989 (Print) 1020-4989 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16968593>>.

PELLETIER, A. R. Maintenance of optimal fluoride levels in public water systems. **J Public Health Dent**, v. 64, n. 4, p. 237-9, Fall 2004. ISSN 0022-4006 (Print) 0022-4006 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15562947>>.

PEREIRA, S. M. et al. Estimate of DMFT index using teeth most affected by dental caries in twelve-year-old children. **Rev Saude Publica**, v. 43, n. 1, p. 179-82, Feb 2009.

ISSN 1518-8787 (Electronic) 0034-8910 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19169592> >.

PETERSEN, P. E. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century--the approach of the WHO Global Oral Health Programme. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 31 Suppl 1, p. 3-23, Dec 2003. ISSN 0301-5661 (Print) 0301-5661 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15015736> >.

PIORUNNECK, C.; DITTERICH, R.; GOMES, E. Heterocontrole da fluoretação nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba nos anos de 2014 e 2015. **Cad. Saúde Colet.**, v. 25, n. 4, p. 414-422, 2017.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. [Fifty years of fluoridation of public water supplies in Brazil: benefits for the control of dental caries]. **Cien Saude Colet**, v. 12, n. 4, p. 1057-65, Jul-Aug 2007. ISSN 1678-4561 (Electronic) 1413-8123 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17680164> >.

RIBEIRO, A. G.; DE OLIVEIRA, A. F.; ROSENBLATT, A. [Early childhood caries: prevalence and risk factors in 4-year-old preschoolers in Joao Pessoa, Paraiba, Brasil]. **Cad Saude Publica**, v. 21, n. 6, p. 1695-700, Nov-Dec 2005. ISSN 0102-311X (Print) 0102-311X (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16410853> >.

SILVA, J. S. et al. Heterocontrole da fluoretação das águas em três cidades no Piauí, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, n. 5, p. 1083-1088, 2007. ISSN 0102-311X.

VENTURINI, C. Q. et al. Vigilância e monitoramento de fluoretos em águas de abastecimento público: uma revisão sistemática. **Rev. Ambient. Água**, v. 11, n. 4, 2016. ISSN 1980-993X.

WALDMAN, E. A. Usos da vigilância e da monitorização em saúde pública. **Inf Epidemiol SUS**, v. 7, n. 3, p. 26, 1998.

WHO. World Health Organization. **Fluorides and oral health. Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use.** World Health Organ Tech Rep Ser. 846: 1-37 p. 1994.

ZEGER, S. L.; LIANG, K. Y. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. **Biometrics**, v. 42, n. 1, p. 121-30, Mar 1986. ISSN 0006-341X (Print) 0006-341X (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3719049>>.